



PRAKTYCZNA
ENCYKLOPEDIA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO

№ 27 — 30.

SŁAWOMIR MIKLASZEWSKI

POWSTAWANIE I KSZTAŁTOWANIE SIĘ GLEBY

(z 10 rycinami w tekście)

Przedruk

W. S. G. W.	
Cieszyn	
Nr.	254
Dz.	III L. 9



P. S. G. W.	
w CIESZYNIĘ.	
Katalog Główny	
L.	350/II

NAKŁADEM KSIĘGARNI ROLNICZEJ
WARSZAWA, NOWY-ŚWIAT 35. ————— 1922.



KOMITET REDAKCYJNY ENCYKLOPEDJI STANOWIĄ P. P.

M. Baraniecki z Baranówki, prof. St. Biedrzycki, hr. A. Bniński, prez. Wielkop. Izby Roln. red. pos. K. Brownsford, St. Brzóska, red. Wł. Bzowski, dr. A. Chtapowski z Bonikowa, prezes Zj. Prod. Roln. w Poznaniu, dyr. Z. Chrzanowski, red. dr. J. Czajkowski, J. Czarnowski z Łęk, W. ks. Czartoryski, prezes Tow. Gospod. we Lwowie, dr. M. Dalkiewicz, dr. W. Dąbrowski, prof. L. Dobrzański, R. hr. Dunin z Granówka, prof. J. Dybowski z Paryża, prof. Wł. Gorjaczkowski, J. Gościcki, prof. M. Górski, Wład. Grabski z Kurcewa, Z. Ihnatowicz, B. Janiszewski z Nowosiódek, prof. E. Jankowski, red. doc. Br. Janowski, prot. W. Jedliński, red. A. Jura, K. Karpowicz z Czombrowa, M. Karczewska ze Szeńska, M. Kiniorski, prezes Centr. Tow. Roln. w Warszawie, St. Konopka z Mogilan, dr. I. Kosiński, dr. E. Kostecki, M. Kretkowska, przew. Koła Ziemianek, S. Leśniowski, W. Leszczyński z Kopanej, W. Lippoman z Mazowszan, prof. Z. Ludkiewicz, red. dr. J. Lutostawski, prof. Z. Markowski, W. Meylert z Marcelina, red. St. Mińczykowski, prof. Z. Moczarski, prof. St. Moszczeński, prof. St. Pawlik, prof. Z. Pietruszczyński, St. Ponikiewski z Drobna, Z. Pluciński z Lussówka, prof. R. Prawocheński, prof. F. Rogoziński, prof. J. Rostański, red. dr. M. Rożański, dr. M. Rylski, St. Schönfeld, prof. A. Sempołowski, dr. Esden-Tempowski, prez. Pom. Izby Roln., prof. F. Staff, prof. St. Surzycki, red. Fr. Szanior, dr. T. Szuldrzyński, prez. Centr. Tow. Gosp. w Poznaniu, dr. W. Świącicki z Kabak, inż. St. Turczynowicz, J. Turnau z Mikulic, K. Wagner, prezes Wileńsk. Tow. Roln., H. Wąsowicz, red. St. Wotoński, prof. E. Załęski.

Redaktor główny *Wł. Sawicki*, kier. „Księgarn Rolniczej“.



134358

Przedruki, nieuprawnione przez autora, wzbronione. Wszelkie prawa autorskie, co do tłumaczeń i przeróbek, zastrzeżone.

Zakłady Graficzno-Wydawnicze „Książka“
Warszawa, Tamka 46. Telefon Nr. 33-20.

Przedmowa.

Brak literatury gleboznawczej daje się odczuwać bardzo silnie. Oryginalnego podręcznika w języku polskim nie mieliśmy nigdy. Przekład polski doskonałego, obecnie już przestarzałego, podręcznika gleboznawstwa prof. Sibircewa (napisanego w r. 1901, przetłomaczonego w r. 1904, a wydanego w r. 1907) jest zupełnie wyczerpany. Polska literatura gleboznawcza, wogóle dość uboga, jest już także przeważnie wyczerpana¹⁾.

Przypada to na chwilę powojenną, kiedy gleboznawstwo, tak niezmiernie doniosłe dla rolnictwa i leśnictwa, posiada ugruntowane prawo obywatelstwa i pośród nauk przyrodniczych, gdy jego wykłady wprowadzają powszechnie zagranicą i u nas nietylko do szkół rolniczych i ogrodniczych, lecz i do politechnik i do uniwersytetów.

Rychłemu zapełnieniu tej luki naszego piśmiennictwa specjalnego stały i stoją na przeszkodzie głównie nader trudne warunki wydawnicze.

Podręczniki obce, których jest zresztą niewiele, posiadają wadę nieuwzględniania naszych miejscowych warunków gleboznawczych, przeładowania, jak dla nas, daniami lokalnymi i braku nici przewodniej, wiążącej zagadnienia gleboznawcze w jedną całość, w którejby jedne z nich wypływały z innych.

Niniejszy tomik Praktycznej Encyklopedji Gosp. Wiejskiego usiłuje choć w części brakom powyższym zaradzić.

Poprzedza on szereg innych tegoż autora, z którymi łącznie ma zobrazować w zarysie wszystkie zagadnienia gleboznawcze zarówno ogólne wszechświatowe, jak i miejscowe polskie.

¹⁾ Prócż: „St. Miklaszewski — Jakie gleby należy u nas drenować?” r. 1920. Wiedza Rolnicza № 1; oraz: „Rozpoznawanie gleb w polu na Ziemiach Polskich”. Wyd. II, r. 1921. Prakt. Enc. G. W. № 11 — 12.

Po tomiku niniejszym, obejmującym powstawanie i kształtowanie się gleby, rozpatrzone będą: elementy gleby i gleby jako środowiska; typy glebotwórcze i typy gleb światowych; klasyfikacje gleb światowych; nomenklatura i geografia gleb; ich kartografia a wreszcie już luźniej z niemi związane, lecz zato szczegółowo i wyczerpująco: gleby ziem polskich¹⁾.

Publikacje zamierzone mają na celu przedstawienie zarysu gleboznawstwa obecnego, a więc wszystkiego, co się da dziś powiedzieć o glebach naszych i obcych. Autor stara się zapoznać czytelnika z glebą i z zagadnieniami gleboznawczymi, poczynając od najogólniejszych, ujętych genetycznie w sposób jaknajprostszy lub uproszczony i dopiero stopniowo przechodzi do coraz większego ich pogłębiania. Nicią przewodnią jest geneza i „życie gleby“ od jego początku aż do zaniku.

Z samej natury wydawnictwa, w której się ukazują, tomiki te dostosowano nie tylko do potrzeb czytelnika teoretyka, zwłaszcza jakopodręczniki dla słuchaczy szkół rolniczych i leśnych, lecz i rolnika praktyka, posiadającego wiadomości i wykształcenie zawodowe.

AUTOR.

Pracownia Gleboznawcza
Politechniki Warszawskiej
Grudzień 1921—Marzec 1922

¹⁾ Klucz do rozpoznawania gleb ziem polskich, ze względu na jego praktyczne znaczenie, wydano już jako № 11/12 Pr. Enc. G. W.

Wstęp.

Rozwój pojęć gleboznawczych ¹⁾).

Gleboznawstwo, jako nauka samodzielna, uzyskało prawo obywatelstwa dopiero w r. 1909 ²⁾, jednak jego początki sięgają czasów bardzo dawnych i giną w zamierzchłej przeszłości. Już w VI wieku przed N. Ch. miano pewne pojęcia o własnościach gleby.

Dziwiłoby się można, gdyby było inaczej. Z chwilą, gdy człowiek jął się uprawy roli, musiał zwrócić uwagę na glebę, na jej własności, na jej wartość użytkową.

Względy praktyczne były w gleboznawstwie, zarówno jak i w początkowych fazach rozwoju każdej nauki, motywem głównym a może i jedynym, skłaniającym do podjęcia tych pierwszych spostrzeżeń, tych pierwszych, że się tak wyrażę, nieświadomych badań: kryło się w nich pojęcie i dążenie bądź do określenia, bądź do wzmożenia stopnia przydatności i użyteczności gleby do celów rolniczych. Względy i poglądy pominięte i do dziś dnia mają swoich zwolenników i dzisiaj jeszcze wiele instytucyj rolniczych prowadzi takie „nieświadome” badania.

Jednak prawie jednocześnie z motywem wspomnianym zjawia się motyw inny o wiele silniejszy, o wiele potężniejszy: to popęd umysłu ludzkiego do wiedzy czystej, to dążenie do prawdy drogą wykrywania praw rządzących zjawiskami. I znów jak i w naukach innych ten drugi motyw zaczyna przeważać i potężnieje coraz bardziej a istotny rozwój gleboznawstwa zawdzięczamy nie tym badaczom, którzy dążyli jedynie do

¹⁾ *Ob. Sławomir Miklaszewski. Rzut oka na rozwój pojęć gleboznawczych. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. r. 1912. Tom. V, zes. 1.*

²⁾ *Ob. Sławomir Miklaszewski: Pierwszy międzynarodowy Zjazd Gleboznawców w Budapeszcie (14—27 kwietnia r. 1809). Tow. Nauk. Warsz. r. II, zes. 5 i „Comptes Rendus de la première Conférence Internationale Agrogéologique publiés par l'Institut géologique du Royaume de Hongrie placé sous le Ministère royal Hongrois de l'agriculture”. Budapest. 1900.*

praktycznego zastosowania wiadomości naukowych, lecz tym bezinteresownym pracownikom nauki, którymi kierowała chęć wykrycia praw rządzących zjawiskami występującymi w glebie i w skorupie ziemskiej przy powstawaniu gleby. Rzecz znamienna — tylko tak czysto teoretycznie prowadzone badania gleboznawcze mają dla rolnictwa istotną trwałą wartość praktyczną użytkową.

Oba kierunki zarówno czysto teoretyczny, jak i czysto praktyczny, oba te stądja rozwoju bądź kolejno następują po sobie, bądź towarzyszą sobie w pochodzie rozwojowym. Stąd wielkie nagromadzenie materiałów, badań i spostrzeżeń gleboznawczych trudnych do wyzyskania ze względu na ich mnogość a w szczególności na ich wartość bardzo różną.

Ten materiał faktyczny i badaniowy nagromadzony przez wieki i wciąż mozolnie a skrzętnie zbierany — oto podstawa, na której gruntowały się i ustalały pojęcia gleboznawcze dawne, kształtują i krystalizują pojęcia nowe. Materiał, choć coraz z dodatkiem pewnej ilości spostrzeżeń i danych nowych, pozostaje zawsze ten sam; całokształt pojęć gleboznawczych z tego materiału wysnuty jest za każdym razem zupełnie inny.

Materiał ten w chwili obecnej — to ciężki balast, ale nie należy go ani lekceważyć ani odrzucać. Zawiera on wiele faktów dobrze zaobserwowanych, wiele badań umiejętnie przeprowadzonych, a nawet znaczną ilość wniosków prawidłowo wysnutych. On właśnie jest tym dorobkiem naszej młodej nauki, na którym, jak na fundamencie, dźwiga się powoli wspaniała jej gmach. Po nim, jak po szczeblach wspina się umysł ludzki do odczytania nieznanego, do wykrywania praw i prawdziwego rozumienia zjawisk a właściwie przybliżania się do prawdziwego rozumienia zjawisk i zagadnień gleby dotyczących.

Ale jedno z tych faktów i praw znanych uprzednio — dziś oświetlone, pogłębione i rozszerzone, powiedzmy, rozjaśnione bądź przez nowe fakty, czasem napozór nikłe, bądź przez tych faktów umiejętnie zestawienie lub ujęcie, nabierają mocy i charakteru; inne napozór ważne, błędne w nowem oświetleniu i z planu pierwszego schodzą na plan drugi — względnie tracą swą wartość. I w gleboznawstwie to dążenie ku prawdzie ma ruch oscylacyjny: posuwa się naprzód i cofa w tył a wśród tych wahań na krętej drodze rozwoju nauki o glebie raz po raz rozprasza się uwaga badacza i ciągłość myśli rwie się w zygzakowatych skrętach.

Nie wiem czy jest nauka, w której to zjawisko występowałoby z taką siłą, jak w gleboznawstwie.

Początkowo uogólnienia i wnioski dotyczące gleboznawstwa a spotykane u pisarzy klasycznych, jak *Kato*, *Warro*, *Kolumella* i inni, mają charakter raczej praktyczny, aniżeli teoretyczny.

Zainteresowanie się teoretycznymi własnościami gleby zjawia się na serio dopiero na początku XIX stulecia, ale wielu badaczy do końca tego wieku, a nawet i teraz nie umie nakreślić granic między nauką oderwaną a jej zastosowaniem praktycznym. Nie rozróżniają oni gleboznawstwa od rolnictwa, pomimo, że stosunek tych nauk względem siebie jest bardzo jasny, taki sam, jak między geologią a górnictwem, chemią a technologią chemiczną, działem fizyki o elektryczności a elektrotechniką.

Pomijając szczegóły, rozwój gleboznawstwa w swych fazach zależy przede wszystkim od sposobu zapatrywania się na przedmiot, którym ono zajmuje — na glebę.

Nie mamy możliwości rozpatrzenia na tem miejscu wszystkich określeń gleby wypowiedzianych różnemi czasami, przytoczę tylko niektóre, zaznaczając jednocześnie, że do chwili obecnej niema co do tego zgodności zupełnej¹⁾ i różnice są głębsze niż się to napozór wydaje.

Np. *C. Sprengel*²⁾ określa glebę, jako masę, która jest mieszaniną rozkruszonych i zmienionych minerałów, zawierającą domieszkę resztek organicznych pozostałych po rozłożonych roślinach i zwierzętach.

*F. Fallou*³⁾ uważa glebę za produkt wietrzenia, które bezustannie niszczy twardą skorupę naszej planety, rozkładając i krusząc stopniowo jej twardą, zbitą masę.

*Berendt*⁴⁾ mówi o glebie, jako o skorupie powstającej ze zwietrzenia dzisiejszej powierzchni ziemi, stykającej się z powietrzem.

*Dokuczajew*⁵⁾ chce widzieć w glebie tylko warstwy skał (wszystko jedno jakich) wychodzące na powierzchnię lub im bliskie, które są w sposób mniej lub więcej naturalny zmienione pod działaniem wody, powietrza i różnych organizmów, żywych czy martwych, co zaznacza się w sposób właściwy na składzie, budowie i barwie takich produktów wietrzenia.

Wszystkie określenia przytoczone, jak zresztą i wiele innych, zgodnie głoszą, że gleba jest powierzchowną warstwą

¹⁾ Ciekawych odsyłam do Sprawozdań ze Zjazdu międzynarodowego gleboznawców w Budapeszcie (loc. cit.), gdzie na str. 84 i dalej, umieszczono określenia gleby wielu z uczestników Zjazdu, jako odpowiedź na zadane pytanie: co to jest gleba?

²⁾ *Sprengel C.* Die Bodenkunde oder die Lehre vom Boden, nebst einer vollständigen Anleitung zur chemischen Analyse der Ackererden. Leipzig 1837.

³⁾ *Fallou F. A.* Die Ackererden des Königreichs Sachsen und der angrenzenden Gegend. Leipzig, 1855.

⁴⁾ *Berendt.* Die Umgegend von Berlin. Bbhandl. zur geolog. Specialkarte von Preussen, Bd II. H. 3.

⁵⁾ *Докучаевъ.* Материалы къ оцѣнкѣ земель Нижегородской губ. Вып. I. 1886 г.

skorupy ziemskiej i powstała dzięki procesom wietrzenia. Ale sposób jej rozpatrywania, pojęcie o glebie pomimo tego różni się bardzo. Nie mogę i nie chcę wchodzić w szczegóły i różnice poszczególnych zapatrywań na istotę gleby. Wykażę raczej trzy zasadnicze fazy rozwoju pojęć o glebie i to nie tak jak się one rozwijały w kolejności czasowej, lecz tak jak się one przedstawiają z punktu widzenia całości i jednolitości nauki o glebie.

Gdybyśmy zebrali wszystkie nasze wiadomości i pojęcia o glebie, gdybyśmy się zastanowili nad procesami w niej zachodzącymi i przemyśleli wszystkie warunki jej powstania a zarazem zestawili to, co wiemy i widzimy, z koncepcjami myślowymi dotychczasowych badaczy gleby, to, pomijając skrajne jednostronności poglądów niektórych badaczy, całość kształt tych pojęć i poglądów dałby się ująć i zrozumieć w sposób trojaki.

Pojmowano glebę jako *masę*, jako *środowisko*, lub też jako utwór *geofizyczny*.

Oto główne zasadnicze punkty widzenia i sposoby ujęcia istoty gleby. Poglądy te nie są uszeregowane w czasie. I dziś jeszcze różni badacze prace swe prowadzą w myśl tego lub innego pojęcia zasadniczego. Pogłębiały się one stopniowo i, zaiste, napewno przypisujemy wiele poglądów współczesnych badaczom dawniejszym, usilnie wyluskując z ich dzieł myśli rzekomo niezrozumiane przez im współczesnych lub ich następców. Naprawdę myśli te wypowiedziane nie były a nieraz wypowiedziane być nie mogły, wobec nieznaności faktów znanych w chwili obecnej, które nam dziś same przez się wnioski odpowiednie nastęrczają. Nie można bowiem patrzeć na teorię poprzedników z punktu widzenia faktów poznanych dopiero po utworzeniu tych teoryj. Poglądy wyprzedzające rozwój nauki i doniosłe wnioski poprzedzające doświadczenia i badania zjawisk są możliwe ale rzadkie i należą do kategorii t. zw. przeczuć naukowych.

Jak pojmowano glebę jako *masę*? Tak, jak to
Gleba, jako masa. czynią dziś jeszcze ci, dla których gleba jest tylko zbiorem okruchów skalnych rozmaitej grubości, w których rozróżnić można rozmaite minerały i części składowe. Te cząsteczki mogą być rozmaitej wielkości od grubych kamieni i żwiru do drobnego piasku, pyłu piaskowego i t. zw. gliny. Mogą mieć pewną twardość właściwą minerałom, z których się składają, oraz różne własności fizyczne i chemiczne im właściwe. Prócz części mineralnych są i części organiczne, resztki zbutwiałych i przegniłych roślin i zwierząt.

Choćbyśmy jednak zbadać zdołali, zarówno pod względem morfologicznym jak i fizycznym, a także i chemicznym, wszystkie minerały oraz części próchnicowe wchodzące do

składu gleby; choćbyśmy zanalizowali i wodę i powietrze w glebie zawarte, określili wszystkie bakterje bytujące w glebie i przestudjowali sposób ich życia i rozmnażania się, to i tak nie będziemy mieli o glebie właściwego pojęcia i prawidłowego wyobrażenia. I oto, zebrawszy wszystkie nasze wiadomości o glebie i ugrupowawszy je jedynie z tego punktu widzenia, niewątpliwie zapoznaliśmy się dość nawet szczegółowo z poszczególnymi *częściami składowymi* gleby—o samej glebie nie wiedzieliśmy *nic*. Części składowe gleby — nie są jeszcze glebą. Oczywiście, wiadomości powyższe są dla nas niezbędne, jeśli chcemy glebę poznać, lecz są one niewystarczające i nie mogą być jedyne. Bo same fakty i wiedza faktyczna nie dają nam jeszcze jasnego pojęcia o glebie, dopiero sposób zgrupowania i ujęcia tych faktów wyświeśla nam jedną rzecz ciemną i nieodgadnioną.

Wspomniany pogląd na glebę pokutował w dziełach wielu uczonych, niemieckich zwłaszcza, a pokutuje po dziś dzień w podręcznikach, przy metodycznym „rozbijaniu“ nauki o glebie na rozdziały, przynajmniej w tych rozdziałach, gdzie jest mowa o częściach składowych gleby.

Zdawałoby się, cóż więcej można powiedzieć o glebie po rozpatrzeniu jej części składowych?

A jednak można i to wiele, tylko trzeba trochę zmienić punkt widzenia.

Te części składowe mogą być różnie umieszczone i ugrupowane. Częsteczki gleby mogą być ułożone ściślej lub luźniej, wobec czego i przestworków, to jest miejsce wolnych pomiędzy cząsteczkami, może być więcej lub mniej a zarazem mogą być one większe lub mniejsze. Te przestworki są zajęte bądź przez powietrze, bądź przez wodę i znów ich ilości, zależnie od ugrupowania cząsteczek, mogą być większe lub mniejsze.

To powietrze i woda są w ciągłym ruchu, ale ruch ten i jego szybkość, a więc przewiewność gleby i jej przepuszczalność, zależy od sposobu ułożenia cząsteczek, zaś krążenie wody i powietrza decyduje o reakcjach chemicznych zachodzących w glebie i to nie tylko ilościowo ale i jakościowo.

Oto cały szereg nowych zagadnień (prócz mnóstwa innych, których tu nie wymieniam) wyłania się nam na widownię z chwilą uważania gleby za środowisko, w którym zachodzą pewne procesy chemiczne (poznane niedostatecznie przy badaniach gleby jako masy), pewne zjawiska fizyczne i biologiczne, boć w tych przestworkach, zależnie od ich wielkości i ułożenia, żyją tak lub inaczej i mikroorganizmy, rozwijają się korzenie roślin i to w sposób rozmaity a jednocześnie i same drobnoustroje oraz rośliny oddziałują na części mineralne gleby.

Gleba, jako
środowisko.

Pogląd na glebę pogłębia się znacznie.

Gleba - masa przedstawiała się nam jako coś zupełnie niezmiennego, jako mieszanina rozmaitych ciał napozór nie mających pomiędzy sobą żadnego rozumowego związku.

Jako środowisko staje nam ona przed oczyma inaczej, a więc jako zmienna, o częściach składowych ściśle z sobą zespolonych i od siebie zależnych.

Widzimy jasno, że z tego samego materiału, zależnie od sposobu jego umieszczenia, może powstać dla roślin cały szereg różnych środowisk. Wnet umysłowi ludzkiemu narzuca się i następuje cały szereg doświadczeń dotyczących budowy gleby, spostrzeżeń polowych i porównań budowy gleb najrozmaitszych. Zaczynają się wyjaśniać fakty znane w praktyce a dla gleby-masy zagadkowe i niewytłomaczone: gleba zawiera mało części organicznych, a jednak dodany nawóz nie chce się rozkładać; zawiera zbyt mało pewnych składników pokarmowych, a jednak ich dodanie nie podnosi plonu i t. p., gdy tymczasem inna gleba, taka sama jako masa, zachowuje się wręcz przeciwnie.

Ten nowy punkt widzenia tłumaczy wszystkie fakty podobne z przedziwną prostotą. Obie gleby porównywane są identyczne jako masy, ale różne jako środowiska. W ten sposób i spostrzeżenia praktyków przesiane przez krytyczny umysł teoretyka dają nieraz cenny materiał do budowania nauki o glebie i służą za punkt wyjścia do dalszych badań nad glebą. Staje się jasne np., że obecność jakiegos składnika w glebie jako masie i to w ilości bardzo znacznej nie zawsze decyduje o jego udziale w reakcjach chemicznych gleby jako środowiska.

A jednak i ten pogląd, tak pogłębiony, nie może nam wystarczyć, nie tłumaczy nam bowiem całkowicie, czem jest gleba istotnie. Nie wyjaśnimy istoty gleby, nie pojmiemy jej dokładnie, nawet jako masy lub jako środowiska, jeśli niewiemy z czego i jak gleba powstała a więc czem ona jest, jako utwór *geofizyczny*.

Powierzchniowa warstwa skorupy ziemskiej, zanim została glebą, musiała być skałą, która, stopniowo się zmieniając, pod wpływem czynników atmosferycznych, przeobraziła się gruntownie, tworząc w rezultacie skałę macierzystą gleby, na której się rozwinęła ta ostatnia.

To przeobrażenie dokonało się pod przeważnym i przełożnym wpływem klimatu, który, różnie działając, wytworzył wiele gleb rozmaitych. Nie mniej jednak duże znaczenie, w wielu razach decydujące o tem czem ma być gleba, miewa tutaj i formacja geologiczna — a raczej sama natura wietrzejącej skały. Dwie skały różne, nawet w tych samych warunkach

kach klimatycznych dają nam najczęściej w rezultacie gleby rozmaite.

Przy tem ujęciu pojęcia „gleba“ pogląd na glebę pogłębia się znacznie. I jako masa i jako środowisko nie jest ona dziś tem, czem była dawniej, być może w przyszłości nie będzie tem, czem jest teraz. Zmienność jej zaznacza się jeszcze silniej. Ta zmienność ma pewien określony kierunek, być może pewne granice a raczej pewien kres, do którego, gdy dobieży, ustaje i ginie. Jest ona innego rodzaju i różni się znacznie od zmienności gleby, jako środowiska, pierwiej rozważanego, gdzie zmianom ulega gleba zależnie od pór roku, uprawy i t. p., ale niema żadnego określonego stałego kierunku, a jej fazy powtarzają się zazwyczaj perjodycznie a i nieperjodycznie powtarzać się mogą. Gleba, jako utwór geofizyczny, o ile się zmienia, to już do faz, które przeszła, nie powraca.

Mając do badań produkty krańcowe skałę macierzystą i glebę—wiemy, czem była gleba, zanim się stała glebą, oraz czem jest teraz, kiedy niema żadnego podobieństwa lub bardzo małe do skały macierzystej, a przed nami pozostaje do wyjaśnienia cała droga przemian, którą przebyła skała, przeobrażając się w glebę, zanim utworzyła się z niej dana masa gleby i dane środowisko. Zarazem rozumiemy, że nim kresu tego dobiegła, przedstawiała w etapach rozwojowych coraz to inne masy i coraz to inne środowiska.

Oto trzy główne fazy rozwoju nauki o glebie. Każda z nich częściowo swą rolę spełniła, częściowo spełnia ją dotąd.

Badacze, którzy widzieli lub widzą w glebie tylko masę, wypracowali i wystudjowali, a zarazem ulepszyli i ulepszają mineralogiczne, mechaniczne i chemiczne metody analiz gleby oraz opracowali własności fizyczne gleb. Gdyby gleboznawstwo na tem poprzestało, to, oczywiście, nie byłoby dorosło do znaczenia nauki samodzielnej, są to bowiem metody, za pomocą których można badać każdą skałę. To też tak pojęte, zdawało się być bądź częścią geologii, bądź częścią rolnictwa lub t. zw. chemji rolniczej.

Dopóki gleby badano na małej przestrzeni, w jakimś niewielkiem zamkniętem terytorjum, pogląd taki jako tako wystarczał i trwał dotąd, dopóki nie stał się jasny i wyraźny wpływ klimatu na powstawanie gleb i ich kształtowanie się. Zależność zasiągów geograficznych gleb od klimatu została wyjaśniona nie drogą porównań logicznych lecz drogą badań porównawczych utworów glebowych na wielkich przestrzeniach całego świata.

Wyrwawszy się z ogłupiającego deptaka utartych szablón i pozbywszy krótkowidztwa, myśl gleboznawcza zerwała się do lotu i okiem badawczem ogarnęła kręgi świata

Klimat i
geografja
gleb.

z krańca do krańca. A podstawy nowych pojęć jeły się kształtować przy badaniach bądź czarnoziemów, bądź indyjskiego reguru, bądź laterytu, bądź terytorjów pustynnych Azji i gleb słonych Ameryki. Zarazem stała się jasna zależność wietrzezenia nietylko od zewnętrznych czynników atmosferycznych lecz i czynników biologicznych, a że rozwój tych ostatnich zależy głównie od danych klimatycznych, a więc i klimat urósł do godności, jeśli nie jedyne, to w każdym razie jednego z najważniejszych czynników glebotwórczych.

Doniosłość tę gleboznawcy rosyjscy (*Dokuczajew, Sibircew, Glinka*) i amerykańcy (*Hilgard*) zrozumieli najwcześniej i wprowadzili prawo zależności typów gleboznawczych na kuli ziemskiej od pewnych określonych warunków przyrodzonych klimatycznych. I to był jeden z największych kroków na drodze rozwoju nauki o glebie.

A jednak i ten pogląd już nam przestał wystarczać. Wprawdzie nie daje się przewidzieć i zdaje się być mało prawdopodobna możność rozpatrywania gleby jeszcze inaczej aniżeli jako masy, jako środowiska lub jako utworu geofizycznego. Możliwe jednak jest pogłębienie tych pojęć, głównie w szczegółach. Węższe lub szersze pojmowanie istoty gleby jest możliwe w granicach każdego z pojęć pomienionych.

Był czas, kiedy całą wartość użytkową gleby przypisywano jej jednemu składnikowi—próchnicy („*matière noire*“ Grandeau). Niewątpliwie wielkim krokiem naprzód było wprowadzenie przez *Liebig'a* teorii mineralnej odżywiania roślin i postawienie prawa „minimum“, a jednak i ten pogląd jednocześnie doprowadził do zacieśnienia pojęć, widząc w składnikach pokarmowych mineralnych jedyną przyczynę urodzajności gleby. Każdy pogląd jednostronny, w szczególności zaś jeszcze utylitarny, zawsze zwięża i zacieśnia zakres naszego myślenia, bo z pośród mnóstwa czynników rozmaitych usiłuje zadowolić się jednym i stworzyć szablon, który mu się zdaje łatwiejszy i prostszy. Wadę tę mają wszystkie nauki, które jednocześnie służą za podstawę umiejętnościom stosowanym praktycznym. Są one narażone na odwracanie uwagi badacza od rozmaitych zagadnień, pozornie nie mających nic wspólnego z praktyką, a skierowywanie jej ku zagadnieniom, od których praktyka oczekuje rozwiązania pytań dotyczących opłacalności pewnych zabiegów. Zabiegi te nie wniosły nic do teoretycznego dorobku gleboznawczego i do rozwoju tej nauki nie przyczyniły się wcale, chyba tem jedynie, że dostarczyły pewnego materiału faktycznego badaniowego, który, w innej interpretacji i rozumieniu niż tego chce praktyka, dowodnie wykazuje niedostateczność takiego jednostronnego rozwiązywania zagadnień

Kierunki gleboznawcze.

gleboznawczych. Pod naciskiem potrzeb rolnictwa praktycznego teoria próbuje odpowiadać na zadawane mu pytania, stwarzając nowe kierunki i sposoby pojmowania gleby. Wnoszą one zawsze coś nowego do całokształtu pojęć starych, lecz ponieważ oczekuje się od nich zbyt wiele i wymaga się od nich rozwiązania wszystkich zagadnień dotąd niewyjaśnionych, więc z konieczności kończy się na rozczarowaniu i moda, którą one wytworzyły, przechodzi, ustępując miejsca teorii innej.

Niedawno takim modnym kierunkiem w gleboznawstwie były bakterje, od których, według zdania wielu praktyków, a nawet i niektórych teoretyków, zależeć miały wszystkie procesy w glebie zachodzące i jej własności, jednym słowem—wszystko. Owem wszystkim jest, oczywiście, urodzajność gleby, która według poglądów kilku badaczy amerykańskich zawisała jedynie od wydzielanych przez bakterje toksyn.

Przez czas pewien była w gleboznawstwie modna teoria zeolitów, które miały zawiadywać absorbcją i decydować o całym chemizmie gleby. Obecnie panuje bardziej doniosła moda na związki koloidalne w glebie zawarte. Dotychczas nauka o koloidach przyczyniła się do rozwoju gleboznawstwa niewiele, od niej jednak, zdaje się, należy oczekiwać i spodziewać się nieco więcej niż od teorii innych. Rozwój chemii i fizyki koloidów przyczyni się niewątpliwie do wyjaśnienia wielu zagadnień dotyczących zarówno chemizmu gleby, jak i zjawisk absorbcyjnych, które, zdaje się, zależą od stanu koloidalnego ciał w glebie zawartych.

Wszystkie wspomniane poglądy i teorie są ważne i ciekawe, a jednak, w porównaniu z zasadniczym sposobem zapatrywania się na glebę, jako całość, bardzo drobne. Naprzykład, ciekawe są doświadczenia teoretyczno - praktyczne wykonywane od pewnego czasu na polach doświadczalnych z nawozami sztucznymi takimi jak: mangan, sól kuchenna i t. p., które wprowadzają do gleby pierwiastki mające dla roślin znaczenie zaledwie drugo- lub trzeciorzędne.

Rolnik - praktyk dziwi się podniesieniu plonów przez składnik, którego roślina nie potrzebuje. Zagadnienie to jednak staje się naprawdę ciekawe, jeśli spojrzymy na nie z punktu widzenia gleby, jako środowiska. W tem środowisku panuje pewna równowaga chemiczna, fizyczna i biologiczna, która nie pozwala roślinie wyzyskać w sposób dostateczny zasobów pokarmowych gleby (składników dla roślin najważniejszych jak kwas fosforowy, potas, azot i t. p.). Nagle w reakcję wchodzi nowe ciało, bezpośrednio mało dla roślin przydatne, wytrąca ono z równowagi cały układ i sposób działania na się mas, środowisko się zmienia i to tak radykalnie, że roślina może korzystać z zasobów pokarmowych obecnie przez wpro-

wadzenie nowego ciała uruchomionych. Oto przykład, jak sposób ujęcia danych doświadczalnych wpływa na pogłębienie naszych pojęć gleboznawczych. Bez tego ujęcia wszystkie nowe teorie, teoryjki i próby doświadczalne, nawet wtedy jeśli rzucają pewne światło na jakąś kwestję, są w rezultacie przez swą jednostronność hamulcem rozwoju pojęć gleboznawczych.

Jednostronne jest nawet i pojęcie klimatu wprowadzone przez gleboznawców rosyjskich (*Dokuczajew, Sibircew*) i amerykańskich (*Hilgard*). Boć, że klimat jest jednym z głównych czynników glebotwórczych, na to zgoda — tu dwóch zdań być nie może. Wysunięcie tego czynnika na plan pierwszy było i jest ogromnym postępowaniem w nauce o glebie, ale pamiętać o tem należy, jak bardzo czynnik ten jest złożony. Bo, cóż to jest klimat? ¹⁾ Jest to rezultat bardzo ale to bardzo wielu czynników, wypadkowa wielu sił i zjawisk, od których jest on zależny w wysoki sposób i które należy dobrze przestudjować, jeśli chcemy naserjo poznać jego wpływ na gleby. A przytem nie jest to czynnik jedyny. Są gleby, które wbrew klimatowi mają cechy wręcz przeciwne niż te, które powstają pod jego działaniem. Zawdzięczają je one bądź swemu położeniu orograficznemu, bądź naturze skały, z której powstały, bądź wreszcie innym czynnikom, w każdym razie nie klimatowi.

To też pojęcie dzisiejsze, że gleba jest jedno-
Pojęcie typu cześnie i masą i środowiskiem i utworem geofi-
gleby. zycznym, należy pogłębić w tym sensie, że, wobec nieskończonej ilości czynników rozmaitych wpływających na kształtowanie się gleby, mamy do czynienia z bardzo wielką ilością środowisk i utworów geofizycznych, z których jedne zależą od pewnych właściwości gleby, jako masy, inne od pewnych właściwości gleby jako środowiska, inne od pewnych warunków klimatycznych. Pogłębieniem kwestji jest w danym przypadku odrzucenie wszelkich szablonów: fizycznych, chemicznych, bakterjologicznych, klimatycznych, geologicznych i t. p. Każdy z czynników kształtujących glebę może w warunkach sprzyjających uzyskać przewagę i odegrać rolę decydującą w powstaniu takiego a nie innego typu gleby. Z dnia na dzień coraz bardziej przyjmuje się i ugruntowuje w gleboznawstwie, niejednokrotnie wypowiedana przez autora niniejszego myśl podjęcia wszechstronnych badań indywiduów ²⁾

¹⁾ Ob. Pr. Enc. G. W. № 7—9, Klimat i czynniki pogody.

²⁾ Sławomir Miklaszewski: *Gleby Ziemi Polskich* r. 1906 i wyd. II r. 1912 str. 22 i dalej, i w innych publikacjach.

Hans Brehm. (*Boden und Pflanze von E. Russel. Dresden 1914*) Vorwort des deutschen Herausgebers na str. VIII: „Hervorzuheben ist immer wieder, das die Schwierigkeit aller Bodenprobleme darin begründet liegt, das

gleboznawczych, w celu ustalenia dla nich czynników decydujących o powstaniu każdego takiego indywiduum z osobna. Te osobniki gleboznawcze — to są typy gleb. Każdy typ to zupełnie inne środowisko, które badać należy najczęściej zupełnie innemi metodami. Dla każdego z nich musimy opracować inne metody aby procesy w nich zachodzące ująć i zrozumiale odtworzyć. Każdy typ jest pewną zamkniętą całością, pewnym odrębnym światem zjawisk. Przekonanie to, głoszone przez autora od lat kilkunastu, zaczyna pozyskiwać zwolenników i ugruntowywać się coraz bardziej. Mam nadzieję, że w etapie końcowym swego rozwoju doprowadzi nas ono, zapewne drogą długą i mozolną, ale pewną, do ujęcia istoty gleby przez poznanie istoty typów gleb.

Taki kierunek badań nad glebami jest prostszy niż się napozór wydaje. Pojęcie zbiorowe „gleba“, bardzo złożone i nieuchwytnie rozbija się na szereg pojęć (typy gleb), co prawda, też złożonych ale już zupełnie uchwytnych, i w nich, drogą eliminowania czynników mniej ważnych, dochodzi się do wyjaśnienia działania tych, które dany typ wytworzyły i ukształtowały. Przytem bada się ściśle każdy z czynników tam jeno, gdzie on przeważnie występuje, a więc jest do ujęcia łatwiejszy.

O ileż trudniej wytworzyć sobie pojęcie jasne o tem, czem jest gleba, na podstawie jednego tylko czynnika glebotwórczego, choćby nawet tak ważnego i decydującego, jakim jest niewątpliwie woda (wzięta za podstawę jednej z ostatnich klasyfikacyj gleb podanej przez wybitnego gleboznawcę rosyjskiego — *Glinkę*).

Woda, jako
podstawa
klasyfikacji.

Woda już w jednej i tej samej glebie zachowuje się różnie, a co dopiero mówić o glebach rozmaitych — o krańcowo różnych typach gleb. Zależnie od rodzaju gleby woda ta jest tak różna pod względem roli, jaką spełnia jej część jedna lub druga, że szeregowanie gleb na podstawie *ilości* wody nie wydaje mi się możliwe, choć w zasadzie jest to ponętne, bo mamy tu do czynienia bodaj z jedynym czynnikiem występującym we wszystkich glebach i dla wszystkich gleb ważnym.

Rozpatrzmy dla poznania następczących się tu trudności przykład następujący.

Gleba lössowa ma pewne własności dotyczące ruchów w niej wody, inaczej mówiąc, jest pewnem środowiskiem,

der Boden ein Individuum ist das also die für den Einzelfall gewonnenen Erfahrungen nicht ohne weiteres auf alle Böden erweitert werden dürfen. Wir haben hier also den Begriff des Zustandes, wie er z. B. in der Kolloidchemie eine so bestimmende Rolle spielt, auch in die Bodenkunde einzuführen, um dem Boden als einem in steter Weiterentwicklung begriffenen individuellen Komplex gerecht zu werden.

w którym woda krąży w pewien określony sposób. Ponieważ dzięki swej równoziarności, wielkiej jednorodności i stałości składu mechanicznego löss jest jednym z typów najstalszych i środowiskiem jednym z najmniej zmiennych, to, zdawałoby się bezwzględne ilości wody w nim zawarte mogłyby służyć za podstawę wyróżnienia chociażby odmian lössu. Otóż i tu sprawa nie jest tak prosta, jak się napozór wydaje. Weźmy jeno ten sam löss i pozwólmy mu osiąść w wodzie po uprzednim zmąceniu lub, jeszcze lepiej, zmyjmy go stopniowo prądem wody do miejsc niższych tak ostrożnie, aby jego skład mechaniczny nie uległ zmianie.

W rezultacie otrzymamy glebę lössową pozornie niby taką samą jak poprzednia. Różnica będzie polegać na tem, że utwór ten nie jest eoliczny lecz ułożony przez wodę. Otóż, jako gleby, oba te utwory będą się różniły bardzo silnie. Są to zupełnie inne typy gleb w warunkach jednej i tej samej wilgotności. Nawet przepuszczalność utworu ułożonego przez wodę będzie o wiele mniejsza, nie mówiąc o innych ruchach wody, które wysledzić i sprawdzić jest nam o wiele trudniej. W tych samych warunkach klimatycznych, położeniowych i przy tych samych ilościach wody otrzymywanych przez glebę pierwszą i drugą ta, która powstała drogą wodną, będzie mało przepuszczalna, ilowata, zimna, nieczynna i wymagać będzie drenowania, gdy gleba eoliczna, z której ona powstała, jest ciepła, czynna, przewiewna i dostatecznie sucha. A przecie w danym przypadku różnice są wywołane tylko sposobem powstania gleby (budową). Ilości wody nie nam tu nie wyjaśniają.

Tak więc zamiast, jak dawniej, mówić ciągle o glebie jako o czemś jednym, stałem i jednolitem, gleboznawstwo dzisiejsze skłania się do opracowań własności i zjawisk zachodzących nie w jakiejś jednej glebie idealnej i naprawdę nieistniejącej, jak to mimo woli robiono dotychczas, lecz do ścisłych danych doświadczalnych zdobytych podczas badań jednego i tego samego typu gleby, unikając warunków sztucznych, które by w laboratorium zmieniały dany typ gleby: i jako utwór geofizyczny i jako środowisko i nawet czasem jako masę. Dane otrzymane z badań takich zmienionych próbek, z takich „trupów“ typów gleb nie są przydatne do porównania ich nawet z danymi otrzymanymi z takich samych typów gleb ale jeszcze „żywych“ w polu, nie mówiąc już o niemożności zestawienia tych danych, o ile one są otrzymane z różnych typów gleb. Zestawiać można tylko dane pochodzące z badań jednakowych typów gleb ale niezmienionych, lecz znajdujących się w warunkach naturalnych normalnych, a dopiero wnioski z nich wyciągnięte można i należy zestawić z wnioskami otrzymanymi z badań typów gleb odmiennych.

Tym sposobem gleboznawstwo dzisiejsze powoli wchodzi na tory bliższego prawdy ujęcia pojęcia „gleby“ przez wyodrębnianie typów gleb, na podstawie ich cech niezmiennych i własności obecnie znanych, oraz ścisłego badania tych własności i cech drogą badań prowadzonych z osobna nad każdym z ustalonych typów gleb.



ROZDZIAŁ I.

Definicja gleby. Nauka o glebie.

Gleboznawstwo i jego stanowisko w naukach przyrodniczych. *Gleboznawstwo*¹⁾ czyli nauka o glebie ma na celu wszechstronne zbadanie, ujęcie i przedstawienie: genezy i powstawania gleb, ich rodzajów, składu, budowy, własności, przeobrażeń, a także sposobu ich występowania i rozmieszczenia geograficznego na powierzchni kuli ziemskiej.

Jest to samodzielna *czysta* wiedza przyrodnicza o wartości *czysto teoretycznej przede wszystkim*, o czym przeświadczenie jest jednym z nowszych wszechświatowych dorobków naukowych.

Wprawdzie gleboznawstwo ma bardzo daleko idące zastosowania praktyczne, co rozumiano już o wiele, wiele wcześniej, uwzględniając, przynajmniej częściowo, zresztą bez istotnego związku z teoretycznym całokształtem nauki o glebie, pewne zagadnienia gleboznawcze w wykładach rolnictwa, chemii rolniczej, geologii rolniczej, uprawy roli i roślin oraz meljoracyj rolnych, a wreszcie wprowadzając wykłady gleboznawstwa na wydziałach rolniczych i meljoracyjnych, ale to właśnie zasłaniało i bagatelizowało *istotne znaczenie teoretyczne* tej nauki, wobec czego katedry gleboznawstwa czysto teoretycznego nie było u nas aż do r. 1921²⁾.

Nielepiej rzecz się ma i zagranicą, to jest tam, skąd przywykliśmy zazwyczaj czerpać wiedzę i z nią liczyć się przeważnie, jeśli czasem nie jedynie. Mam tu na myśli głównie Niemcy, boć większość naszych uczonych uwzględniała

¹⁾ Franc. Pédologie; ang. Pedology; niemieck. Bodenkunde; rosyjsk. Почвовѣдѣніе; czeskie Pudoználství.

Gleba = łac. glaeba; franc. sol; włosk. suolo; rumuń. sol; ang. soil; czesk. puda; rosyj. почва.

²⁾ W roku 1921/22 powstała na Wydziale Filozoficznym Uniwersytetu Warszawskiego pierwsza u nas katedra gleboznawstwa teoretycznego.

naukę niemiecką nadmiernie, wobec nauki innych narodów, nawet francuskiej i angielskiej, nie mówiąc już o pozostałych.

W gleboznawstwie „lux venit eodem tempore et modo ex oriente et ex occidente”. W czasie prawie tym samym i z rozmachem jednakowym torują nowe drogi gleboznawstwu umiejętnemu Hilgard w Ameryce, Sibircew i inni z t. zw. Dokuczajewskiej szkoły w Rosji Europejskiej i Azjatyckiej. Świeży powiew płynie do wyprobowanej i doświadczonej w sprawach naukowych Europy jednocześnie ze wschodu i z zachodu.

Ta prawie jednoczesność i niezależna prawie identyczność poruszonych nowych zagadnień gleboznawczych jest godna zastanowienia. Podkreśla ona dobitnie charakter gleboznawstwa, jako nauki przyrodniczej czysto teoretycznej, nietylko bowiem czas jej powstania i rozwoju, jako nauki samodzielnej, przypadł na chwilę tak potężnego w czasach ostatnich postępu i rozkwitu podstawowych nauk przyrodniczych i był im podległy, ale i miejsca powstania nowych prądów gleboznawczych zależą całkowicie od warunków przyrodzonych terytoriów wspomnianych. Zarówno na Dalekim Zachodzie (Far West'cie)¹⁾, jak i w mało zaludnionych przestrzeniach Rosji Europejskiej, a później i Azjatyckiej stało się nieodzownem, choćby tylko dla celów czysto praktycznych osadniczych, ogarnięcie okiem badawczym i krytycznym całości kształtu przejawów oddziaływania sił przyrodzonych na powierzchnię skorupy ziemskiej, zamiast jedynie mozolnego przyglądania się i badania właściwości jednej jakiejś gleby na terytorjum tak nikłym, co do swej światowej rozciągłości, jakim są między graniczne pola doświadczalnego niemieckiego „agrikulturchemika”. Z siłą przemożną narzuciła się wówczas potrzeba, a raczej konieczność stworzenia gleboznawstwa, jako umiejętności, która, nie porzucając mozolnego i ciasnego, choć niewątpliwie pożytecznego „dłubania” fragmentów zjawisk zachodzących w glebie, bez ściślejszego ich związku z całością, wznosi potężne zręby nauki, mającej na celu badanie przejawów energii słonecznej w jej oddziaływaniu na całą powierzchnię kuli ziemskiej.

Pod wpływem tej energii słonecznej rodzi się z miazgi skalnej na całym naziomie naszego globu prawie organizm, nieledwie twór żywy, ruchliwy w swej zmienności zależnie od napięcia tej energii glebotwórczej.

Wpływ
energii sło-
necznej.

Intensywność tych zmian, a nawet i ich jakość zależy od wielkości insolacji (uśłonecznienia²⁾).

¹⁾ Hilgard prof. Uniw. w Berkeley — California. Zm. w r. 1916.

²⁾ Obacz: Pr. Enc. Gosp. Wiejsk. № 7 — 9.

To też powierzchnia skorupy ziemskiej dziwnie się różnicuje, przypominając poniekąd, jak gdyby kliszę fotograficzną, która w różnych miejscach rozmaicie silnie nasświetlona, utrwała się niejednakowo i daje obraz ściśle odpowiadający sile nasświetlenia, a więc ilościom zużytej energii słonecznej. Stąd płyną pewne prawidłowości w grupowym rozmieszczeniu geograficznym gleb rozmaitych występujących zazwyczaj grupami sobie pokrewnymi.

Snując dalej tę analogję (jak każda zresztą analogję jedynie ułatwiającą zrozumienie zjawisk gleboznawczych, a nie bezwzględnie słuszną), zda się zwrócić uwagę na większe różnicowanie powierzchni skorupy ziemskiej aniżeli światło—cieni jednej kliszy. Jest to fakt zrozumiały, boć każda skała powierzchniowa skorupy ziemskiej, to klisza *innej czułości*, zaś woda opadowa, a właściwiej roztwory krążące w glebach—skałach, to inny, conajmniej ilościowo, jeśli się tak wyrazić wolno, *utrwalacz* nasświetleń energii słonecznej. Gdyby ziemia była ściśle kulista, pozbawiona wyniosłości i wgłębień (kotlin) oraz jednolicie pokryta jednym rodzajem skały, to mielibyśmy bardzo prawidłowe pasy gleb, następujące z matematyczną dokładnością kolejno w swoich odmianach i własnościach od równika, aż do obu biegunów. Stąd mapa gleb jednorodnej powierzchni kuli ziemskiej wykonana barwnie, gdyby nie było gór i mórz, robiłaby wrażenie tęczy podwójnej sprzęgniętej barwą czerwoną na równiku. W rzeczywistości prócz różnorodności skał wychylających się na powierzchnię naszej planety, zmiany lokalne zarówno fizyczne (np. barwa, ziarnistość i t. p.), bądź topograficzne (np. biegun, równik, zwrotnik, wyniesienie nad poziom morza i t. p.), bądź też rzeźba miejscowości (np. wystawa, kąt pochylenia, równina, falistość, urwisko i t. p.) skorupy ziemskiej i ich wzajemne oddziaływanie klimatyczne wywołują splot warunków zwiększania się lub zmniejszania się ilości energii słonecznej, czynnej przy zamianie skał na powierzchni kuli ziemskiej w gleby i nieskończenie zwiększają jej różnorodność.

Dopiero świadomość faktów powyższych może być główną wytyczną tej młodej gałęzi nauk przyrodniczych. Tu dopiero urasta ona do godności teoretycznej samodzielnej nauki przyrodniczej.

Celem gleboznawstwa jest uchwycenie przejawów pulsującego pod wpływem energii słonecznej życia pokrywy
Definicja zewnętrznej naszej planety w każdym miejscu jej
 gleby. powierzchni oraz zobrazowania faz tych przeobrażeń
 skalnych. *Gleba* bowiem *jest niewątpliwie skałą*¹⁾, wprawdzie

¹⁾ Skałą nazywamy skupienie minerału lub minerałów występujące w skorupie ziemskiej na takiej przestrzeni lub w takiej ilości, że to ma znaczenie i geologiczne.

przeobrażoną, metamorficzną, niemniej jednak skałą powstającą z innych skał litosfery pod działaniem atmo, hydro, i biosfery wprawionych w ruch i pobudzonych do tego działania przez energję słoneczną. *Jednocześnie jest ona niemniej i środowiskiem, w którym i na którym żyją organizmy roślinne i zwierzęce.*

Czy może przeto zoo- lub fitogeograf lub zoo- czy fitoekolog mówić o swojej specjalności bez jednoczesnego uwzględnienia gleb badanych terytorjów; czyż może bez badania gleby rozwikłać przyczyny skupień i zbiorowisk roślinnych lub zwierzęcych? Czy godzi się antropologowi lub archeologowi, że nie wspomnę o geografii, mówić o dawnych rasach i ich rozwoju bez uwzględnienia gleby, warunkującej byt ludów i ich rozwój w czasach zamierzchłych zapewne o wiele silniej aniżeli obecnie? Czy może historyk zdać sobie jasno sprawę ze wszystkich ukształtowań politycznych lub ze zjawisk powstawań skupień ludzkich, nie biorąc zupełnie pod uwagę gleby i jej odmian, nprz. nie licząc się z faktem, że autochtoni osiadali na stałe zapewne zazwyczaj lub może przedewszystkiem na glebach nie zawsze (obecnie) najlepszych, lecz raczej (wówczas) najłatwiejszych do uprawy i wówczas już do uprawy zdatnych, a gleby często istotnie lepsze, ale na razie jeszcze niegotowe do uprawy (zamokre) lub wymagające więcej środków technicznych, zajmowali prawdopodobnie już o wiele później ci przybysze, którzy dla tych lub innych powodów przywędrowali do kraju już obsadzonego i skolonizowanego przez pierwszych.

Oto jak w nauce o glebie znajdują podstawę pewne zagadnienia z dziedzin przyrody martwej i żywej łącznie z zagadnieniami humanistycznymi badającymi do pewnego stopnia ekologję ludzką.

Motorem wprawiającym w ruch potężną maszynę tej kuźni glebotwórczej, tego naturalnego laboratorium przeobrażeń fizycznych, chemicznych i biologicznych, jakie widzimy w glebach, jest słońce. Warunki przyrodzone miejscowe — to komutator napięć energii słonecznej. Stopień zachmurzenia i zmienne ilości pary wodnej w powietrzu atmosferycznym — to ekrany przytłumiające i zmniejszające działanie naświetlenia (insolacji, usłonecznienia).

Oto przyczyny zmienności i ruchliwości gleb nie tylko jako środowisk, ale i jako utworów geofizycznych.

Cechuje je zmienność dwojakiego rodzaju.

Jedne zmiany, to potęgując się, to słabnąc, powtarzają się perjodycznie w okresach rocznych, a zależne od pór roku stanowią w jego ciągu zamknięty skończony powrotny cykl zmienności. Drugie zmiany nieperjodyczne i niepowrotne rozpoczynają się w samym początku przeobrażania się skały macierzystej w glebę i ustawicznie a ciągle postępują w pew-

Zastosowanie gleboznawstwa.

Zmienność gleb.

nym określonym kierunku przez cały czas „życia gleby“¹⁾. Trwają one zarówno podczas, jak gdyby, „dzieciństwa“ gleby, (gdy skała macierzysta pod wpływem czynników glebotwórczych i kształtujących glebę jeszcze niezupełnie zdążyła przeobrazić się w typ gleby właściwy danym warunkom przyrodzonym), jak i w okresie jej „dojrzałości“, (gdy gleba jest już typem skończonym), a niemniej w fazie jej „starzenia się“ aż do samego zaniku gleby, jako typu — jej, jak gdyby „śmierci“, (kiedy dzięki procesom geologicznym pogrzebana pod nowymi pokładami stanie się *glebą kopalną*, bądź rozwiana lub zmyta ulegnie zniszczeniu, bądź też wobec długotrwałej zmiany warunków klimatycznych przeobrazi się w glebę innego typu).

**Swoistość
przeobrażeń
gleby.**

To też choć te utwory geofizyczne są niewątpliwie *skalami* powstałymi lub powstającymi z *litosfery* zmienionej i zmienianej przez łączne działanie *atmo-, hydro- i biosfery*, a więc, jako zmetamorfizowana powierzchniowa część skorupy ziemskiej, mogłyby być rozważane w petrografii w dziale skał metamorficznych, lecz *swoistość* tego *przeobrażenia* — stawiając gleby na rubieży przyrody martwej i żywej, a jednocześnie, budując pomost pomiędzy minerałami a organizmami przez wytwarzanie jak-gdyby ich współżycia — daje w wyniku końcowym *skąły-srodowiska* — utwory wysoce charakterystyczne swą wspomnianą zmiennością i ruchliwą plastycznością, co już zbyt silnie odbiega od cech właściwych innym skałom metamorficznym.

Cechy gleb tak charakterystyczne jak zależność od klimatu, ścisły związek oraz oddziaływanie w nich wzajemne na siebie świata organizowanego i mineralnego, a także prawidłowość rozmieszczenia gleb na powierzchni kuli ziemskiej, czego nie widzimy w innych utworach geologicznych, zmuszają nas do wyodrębnienia i wydzielenia z nauki o skałach zagadnień dotyczących gleby w *osobną* (ideą przewodnią i metodami zbyt luźno związaną z geologią i petrografią) umiejętność, której zadaniem jest jednocześnie i uchwycenie ciągłych prze-

¹⁾ Stykające się stale bezpośrednio powietrze, woda i ląd działają na siebie wzajem, dzięki nieustannemu ogrzewaniu naszej planety przez słońce. Czy będziemy się zapatrywać na to ogrzewanie, jako na bezpośredni dopływ energii ze słońca, czy też mieć je będziemy za energię promienistą, to nie stanowi istoty rzeczy. Bądź jak bądź, powierzchnia kuli ziemskiej ogrzewa się i między jej częściami składowymi (powietrzem, wodą a lądem) zachodzi cały szereg, wywołanych przez to „ciepło“ zjawisk, przeobrażeń, zmian i wymian, których całokształt można nazwać *życiem naszej planety*. Dodajmy do tego działalność świata roślinnego i zwierzęcego, biorąc jednocześnie pod uwagę jedynie przeobrażenia tylko powierzchniowych stałych warstw skorupy ziemskiej, wówczas rezultatem tej działalności energii słonecznej będzie „*życie gleby*“, którego intensywność musi zależeć od ilości energii otrzymanej przez ziemię od słońca.

mian tego ruchliwego środowiska, czyli, krótko mówiąc, zobrażowanie „życia gleby“.

Skąły-gleby w przeciwieństwie do skał innych mogą służyć roślinom za siedlisko. Siedliska te, zależnie od rodzajów gleby, bywają gorsze lub lepsze i są dla bytowania, wzrostu i rozwoju tych lub innych roślin zgoła różnymi środowiskami niezmiernie, w porównaniu do skał innych, ruchliwymi i zmiennymi pod wpływem czynników wewnętrznych i zewnętrznych.

Świat organizowany, w zespole z innymi siłami natury, powoduje powstawanie gleby, a gleba, współdziałając z temiż siłami, dopomaga do tworzenia się świata organizowanego.

Takiego ścisłego związku i zespolenia między przyrodą żywą i martwą nie możemy zauważyć w innych utworach, stanowiących części skorupy ziemskiej.

To gleby głównie przyczyniają się do krążenia w przyrodzie bezwodnika kwasu węglowego i azotu drogą wiązania i uwalniania się tych składników, biorąc udział w światowej wymianie materji w stopniu o wiele większym niż inne części litosfery.

Zatem gleba jest to ogniwo ściśle łączące i zespalające z sobą przyrodę żywą i martwą, świat mineralny ze światem zwierzęcym; — to teren współżycia utworów organizowanych i nieorganizowanych; — to środowisko ciągłych a najróżnorodniejszych procesów: fizycznych, chemicznych i biologicznych, we wzajemnem na siebie bardzo silnem oddziaływaniu, często decydującem tak o tym lub innym kierunku procesów pomienionych, jak i o sile ich napięcia i szybkości przebiegu. Nprz., w naszym klimacie w *zimie* przeważają w glebie procesy *fizyczne*, wczesną *wiosną* i późną *jesienią* procesy *chemiczne*, w porze późno-wiosennej, *letniej* i wczesno-jesiennej (w okresie wegetacyjnym) procesy *biologiczne*.

Teoretyczne ujęcie i uzmysłowienie sobie tych środowisk jest zgoła niełatwe i zawile. Im bardziej je poznajemy, tem więcej poglądy na nie zyskują na głębokości a, coraz bardziej dalekie od niedawno jeszcze przemożnie panujących wyobrażeń o glebie, jako o *masie* stałej w swych własnościach fizycznych i chemicznych, zmuszają nas do przyznania za Ciceronem, że chociaż: „Nihil est hominis menti veritatis luce dulcius“, sed „Quanto diutius considero tanto mihi res videtur obscurior“¹⁾.

Trudność (badania) i „mroki“ odkrywanych w „słodkiem“ świetle prawdy głębi zagadnień gleboznawczych polegają na

¹⁾ „Niema nic miłszego dla umysłu ludzkiego od światła prawdy“ lecz „Im dłużej rozważam, tem mi się rzecz widzi mroczniejszą“ (tem bardziej zda mi się spostrzegać coraz mroczniejsze dale jej przepastnej głębi).

niemożności fragmentaryzacji, lecz na konieczności badania tych tak zawitych i skomplikowanych środowisk „in toto“, co daje się narazie uskutecznić jedynie pośrednio przy pomocy roślin, reagujących na całość zespołu zjawisk i właściwości tego środowiska. One jedne odzwierciedlają nam w wypadkowej plonu, czem jest gleba, jako środowisko dla bytującej w niej rośliny, i są do pewnego stopnia jego miarą, bo od tego zależy zachowanie się poszczególnych roślin w tych siedliskach mniej lub więcej dla się dogodnych lub niedogodnych. To też o całokształcie procesów zachodzących w tem środowisku sądzić możemy jedynie z zachowania się w nich roślin¹⁾.

Stąd bierze początek związek gleboznawstwa z rolnictwem, którego celem jest wytworzenie najlepszych i najtańszych warunków produkcji roślin a więc osiągnięcie maximum wydajności gleb przy minimum nakładu.

Usiłowanie wykrycia tych korzystnych warunków hodowli roślin uprawnych i napotykanie przy tem trudności, niemniej od innych względów, doprowadziły do przeświadczenia o konieczności i czysto teoretycznego badania gleb, jako środowisk, bez jednoczesnego doraźnego uganiania się za celem praktycznym, bowiem środowiska glebowe są istną kopalnią zjawisk fizycznych, chemicznych i biologicznych zbadanych niedostatecznie.

Z drugiej strony, względy powyżej przytoczone zmuszają gleboznawstwo czysto teoretyczne do sięgania po fakty i w dziedzinie rolnictwa umiejętnego a nawet praktycznego, wymagają przytem pewnej ich znajomości.

Badacze teoretyczni, uganiający się za celem praktycznym i usiłujący rozwiązać zagadnienia urodzajności gleby drogą badania jej własności fizycznych i chemicznych lub drogą przeprowadzenia doświadczeń wazonowych wegetacyjnych, nie dali nam obrazu *gleby — warsztatu rolnego*. Przeoczekali oni zawsze genezę tego ciała naturalnego i tego środowiska, jakim jest gleba, i to było przyczyną główną ich niepowodzeń.

Istotnie gleba — to nadzwyczaj złożony kompleks ciał i związków: mineralnych, organicznych i organomineralnych.

1) Na glebę — prażródło większości dóbr doczesnych — zwracał rolnik z umiłowaniem swe oczy z dawien dawna.

Dziś dzięki doświadczeniom przeżyć wojennych rwą się doń nawet pełne pożądania chciwe oczy wszelakiego rodzaju spekulantów. Zwraca się na nią obecnie powszechna uwaga. Warsztat rolny — żywiciel ludzkości jest źródłem tej uwagi, — nie gleba sama w oderwaniu od tego, co wytwarza.

Może też właśnie dlatego z *rolników*, nawet z posiadających wykształcenie teoretyczne, mało który zdaje sobie sprawę z *istoty gleby, jako warsztatu rolnego*.

Nie stanowią one mieszaniny czysto przypadkowej, lecz ścisła prawidłowość rządzi występowaniem ich łącznego współistnienia. Tylko badając genezę gleby, to jest cały w jego ciągłości szereg zmian pierwotnych skał glebotwórczych przeobrażających się stopniowo w glebę pod wpływem czynników glebotwórczych i kształtujących glebę, możemy dojść do ujęcia i poznania ich cech i własności. Wówczas dopiero uwydatni się ich wzajemny przyczynowy związek, a więc morfologii gleby z własnościami oraz jej stosunek do roślin uprawnych nadających jej tę lub inną wartość, jako warsztatowi rolnemu.

Stosunek tedy gleboznawstwa do rolnictwa, jest tego samego rodzaju co geologii do górnictwa, chemji do technologii chemicznej, działu elektryczności w fizyce do elektrotechniki i t. p.

Stosunek geologii do gleboznawstwa jest najzupełniej wyraźny. Procesy czysto geologiczne są abiotyczne — procesy gleboznawcze biotyczne, t. j. odbywają się ze współdziałaniem i w obecności biosfery.

Stosunek
do geologii.

Przy procesach glebotwórczych powstawanie nowych cech i własności skały przeobrażanej nabieranych przez nią pod wpływem abiotycznego wietrzenia czysto mineralnego (t. j. ciepła, powietrza i wody) odznacza się stałością i dążeniem w jednym i tym samym kierunku, niezależnie od długości trwania samego procesu (w jednych i tych samych warunkach termodynamicznych). Czynniki biologiczne (świat roślinny i zwierzęcy) zmienia cyklicznie skład gleby i jej własności niezależnie od stałości warunków termodynamicznych. Dają się tu wyróżnić dwie fazy zjawisk biologicznych: *tworzenie się materji organicznej i jej rozkład a więc organizowanie związków mineralnych i mineralizacja organicznych.*

Zasadniczem, podstawowem prawem gleboznawstwa, jego główną podwaliną, jest prawo dostosowania się typów glebotwórczych ¹⁾ kuli ziemskiej do pewnych określonych warunków przyrodzonych (głównie klimatycznych). Gleboznawstwo ma za zadanie nietylko znalezienie przyczynowego związku i zależności między zjawiskami zachodzącymi w glebie, lecz i przyczynowego związku tych własności z całokształtem warunków zewnętrznych i wewnętrznych powstawania i kształtowania się gleb, a więc znalezienie odpowiedzi, dlaczego w jednym miejscu znajdujemy jedną glebę a w drugim drugą.

Związek
morfologii gleb
z genetyką.

¹⁾ Typ glebotwórczy jest to całokształt warunków przyrodzonych i procesów geofizycznych, które prowadzą do kształtowania pewnej grupy gleb w pewnym określonym kierunku, nadając jej określone jej tylko właściwe cechy niezmiennie wyodrębniające ją z pośród gleb innych, a więc powodując powstanie typu gleby.

Oto zadanie nauki o glebie, rozumianej jako skała-środowisko a powstałej z litosfery przez łączne działanie na tę ostatnią atmo- hydro- i biosfery.

Powyższa definicja gleby obejmuje zarówno **Pojemność definicji gleb.** *gleby dziewicze dzikie* nietknięte przez uprawę — od urodzajnego czarnoziemiu, włącznie do nędznego, jako gleba, śniegu podbiegunowego, zlečka przysnutego pyłem i umożliwiającego życie lichej roślinności niższego rzędu liszajom i mchom — jak i *gleby uprawne*: czy to polowe — *role* — czy też ręcznie uprawne *ogrodowe*, a nawet *gleby sztuczne*, bądź *częściowo* (sztuczne) nprz. gleby narazie silnie zmienione głęboką regulówką lub orką parową, bądź też *gleby całkowicie sztuczne*, fałszywe, mozolnie układane przez człowieka: *gleby wiszących ogrodów, szklarniowe, inspektowe, doniczkowe, wazonowe* (do doświadczeń) i t. p.

Wszystkie gleby przytoczone mają jedną cechę wspólną: są one rezultatem wzajemnego na się oddziaływania tych samych środowisk glebotwórczych: *litosfery, atmosfery, hydrosfery i biosfery*, pobudzanych przez energję słoneczną.

ROZDZIAŁ II.

Środowiska glebotwórcze.

I. Środowiska skalne. (Litosfera).

a) Skąły glebotwórcze.

Tylko warstwy powierzchniowe skorupy ziemskiej, wynurające się na światło dzienne, biorą udział w powstawaniu gleb, bo tylko na powierzchni może być mowa o bezpośrednio nie oddziaływaniu powietrza, wody oraz organizmów roślinnych i zwierzęcych, to też w przeciwieństwie do geologa, pilnie badającego litosferę w całej dostępnej mu miąższości, gleboznawca ogranicza się do wychylających się warstw powierzchniowych i sięga o wiele płycej.

Głębokość
gleby.

Zazwyczaj wystarcza mu warstwa paró lub kilkometrowa a czasem nawet jeszcze płytsza ¹⁾.

Oczywiście tedy, nie wszystkie skąły tworzące skorupę ziemską są *skąłami glebotwórczemi*, lecz tylko wyłónione na powierzchnię w zależności bądź od procesów górotwórczych, bądź innych przyczyn geologicznych.

Skąły gle-
botwórcze.

Petrograf bada sposoby powstawania, właściwości i przemiany wszystkich dostępnych mu skął, składających litosferę; gleboznawca — tylko przeobrażenia skął stanowiących przedmiot jego wszechstronnych badań i rozważań, a więc utworów (gleb) będących swoiście zmetamorfizowanymi skąłami glebo-

¹⁾ Właściwie do gleby należą warstwy skorupy ziemskiej aż do końcowej granicy oddziaływania na nie przesiąkającej wody opadowej atmosferycznej, a więc ich grubość zbiorowa jest w istocie bardzo różna, w każdym jednak razie bardzo znikoma w porównaniu z grubością znanej geologom powłoki ziemskiej, bo ograniczona naziemem skorupy ziemskiej i poziomem wód gruntowych.

twórczymi. Skała nie będąca glebą lub nie mająca warunków zostania glebą, musi być pominięta w nauce gleboznawstwa.

To też gleboznawca zapożycza z geologii, petrografii i mineralogii wiadomości dotyczące *jedynie glebotwórczych formacji*, skał i minerałów.

Wszystkie formacje geologiczne mogą być glebotwórcze, aby tylko odpowiednie skały wynurzały się na powierzchnię skorupy ziemskiej. Niewątpliwie też istniały gleby i w starszych okresach geologicznych. Znamy gleby kopalne pogrzebane i przywalone późniejszymi warstwami geologicznymi.

Zasługuje na uwagę wiek geologiczny gleb obecnie nam dostępnych. Z punktu widzenia geologicznego gleby Europy środkowej i północnej są naogół młode. Powstały one niedawno z młodych skał pochodzenia lodowcowego dotychczas mało stosunkowo zmienionych.

Bardziej charakterystyczne są własności gleb geologicznie starych znanych z okolic podzwrotnikowych.

Jakim zmianom one podlegać mogły, widać to na wylugowanych, pozbawionych składników pokarmowych laterytach nprz. indyjskich, w przeciwstawieniu do wybitnie bogatych młodych wulkanicznych gleb Jawy, Sumatry i Kamerunu, choć i pierwsze i drugie mogły powstać ze skał zupełnie podobnych.

Zmiany zachodzące normalnie w glebach w okresie stu-letnim są bardzo nikłe i nie dające się zauważyć.

Trzeba też bardzo długiego czasu lub warunków wyjątkowych, aby gleby typowe raz ukształtowane mogły się przeobrazić w inne typy gleb.

Sposób powstawania skał glebotwórczych zarówno, jak i przyczyny ich występowania i rozmieszczenia na powierzchni skorupy ziemskiej, należą do geologii, do niej też zaliczyć wypadnie przeobrażanie się skał wietrzejących bez udziału świata roślinnego i zwierzęcego. Rozmieszczenie typów gleb, które, nawiasem mówiąc, nie pokrywa się w całej rozciągłości z rozmieszczeniem skał glebotwórczych¹⁾ naziomu skorupy ziemskiej, oraz przeobrażenia tych skał przy udziale biosfery należą całkowicie do gleboznawstwa (nauki o glebie).

Słowem, utwory geologiczne, jakimi są skały glebotwórcze, należy uznać za surogat skał macierzystych dla powstających z nich gleb.

Gleboznawcy rosyjscy uważają za utwory macierzyste dla gleb tylko skały pierwotne, stąd też nazywają *glebami* jedynie utwory powstałe ze zwiętrzenia skał pierwotnych,

¹⁾ Typy gleb nie zawsze odpowiadają tym samym skałom glebotwórczym.

wyróżniając z nich pod nazwą „nanosów“ gleby powstałe z produktów wietrzenia geologicznego skał pierwotnych¹⁾. Autor niniejszego nie idzie za tym podziałem. Zarówno „gleby“ w znaczeniu rosyjskiem jak i „nanosy“ zalicza do gleb wogóle a wszelkie zwietrzałe geologicznie skały glebotwórcze niezależnie od ich pochodzenia uważa za skały macierzyste dla gleb z nich powstałych.

Ważniejsze skały glebotwórcze należą do grup: 1) skał wybuchowych; 2) łupków; 3) łożysk i glin; 4) wapieni i dolomitów wraz z marglami; 5) konglomeratów, piaskowców, piasków i żwirów oraz 6) utworów próchnicowych.

Po charakterystykę skał glebotwórczych autor, ograniczając się do uwag koniecznych, odsyła czytelnika do geologii i petrografii, których znajomość obowiązuje gleboznawcę.

W skałach wybuchowych ma znaczenie dla gleboznawstwa stosunek zawartej w nich krzemionki do alkaliów i ziem alkalicznych. Zasobne w krzemionkę zawierają najczęściej więcej alkaliów, uboższe w krzemionkę obfitują w wapń i magnez.

Te ostatnie wietrzeją naogół łatwiej od pierwszych; grubokrystaliczne łatwiej od drobnokrystalicznych; ziarniste łatwiej od porfiryicznych a najtrudniej bezpostaciowe szkła wulkaniczne. Popioły wulkaniczne wietrzeją łatwiej od skałitych.

Łupki i skały metamorficzne (przeobrażone), wychodząc na powierzchnię skorupy ziemskiej na dużych przestrzeniach, mają dla gleboznawstwa wielkie znaczenie. Warstwowane mogą być zbyt suche, mając upad zbliżony do pionowego, lub za mokre i zabagnione w razie poziomego ułożenia warstw. Mróz kruszy je nader silnie. Dają początek glebom bardzo różnym.

Łożyska przedstawiają całą skalę przejść do glin (iłów).

Łupki łożyskowe bardziej zbite, twarde, wybitnie łupkowej budowy i ły łupkowe miększe ale niewątpliwie łupkowe, choć bardziej zbliżone do glin, rozpadają się, wietrzejąc, na razie na luźną pozbawioną związku masę (np. łożyska fliszowe karpaccie) trudną do uprawy a potem przeobrażają się w zwięzłą glebę ilastą nadającą się dla świerku, buku i jodły. ły, dzięki swej znacznej pojemności względem wody, łatwo się zabagniają. Gliny, przez swą plastyczność i pojemność wodną, tworzą w położeniu płaskim gleby nieużyte: wiecznie zimne i mokre. Lepsze są gliny obfitujące w żelazo i zabarwione najczęściej na czerwono.

Wapień i dolomity należą do skał formacji rozmaitych. Żaden inny rodzaj nie daje takich wahań co do dobroci powstającej zeń gleby, jak

Skały wy-
buchowe.

Łupki i ska-
ły meta-
morficzne.

Gliny (ły)-
łożyska.

Wapień
i dolomity.

¹⁾ Nprz. utworów lodowcowych, aluwjalnych i t. p.



wapienie. Rozpadają się one na rumowiska i na drobny miał, dając gleby o charakterze najczęściej gliniastym (zresztą zależy to od ich zanieczyszczeń). Wietrzeją szczelinowo, wobec czego woda w nich się nie zbiera i częstokroć, o ile płytkie, są zbyt suche.

Zdolomityzowane wapienie i dolomity zachowują się jak wapienie. Czyste wietrzeją trudniej od wapieni, też szczelinowo i dają płytkie liche gleby. Niektóre bardziej bogate w glinę mogą dawać niezłe gleby, tworząc z powstającym piaskiem dolomitowym utwory piaszczysto-gliniaste barwy jasnej żółtawej.

**Margle.
Konglomeraty.**

Marglami nazywamy bądź wapienie zanieczyszczone piaskiem, gliną i t. p., bądź wogóle utwory będące mieszaniną piasku, gliny i węglanu wapniowego.

Konglomeraty składają się z grubych złomków skał spojonych lepiszczem (spoidłem). Wraz ze zmniejszaniem się okrucich skalnych zaliczane bywają do piaskowców. Różnią się pomiędzy sobą postacią i różnorodnością materiału okrucowego, jego ilością w stosunku do lepiszcza i rodzajem tego ostatniego. Spoidło wietrzeje szybciej aniżeli cząstki przezeń zlepione.

Żwiry należą też do konglomeratów pozbawionych jeno lepiszcza.

Piaskowce

Piaskowce dają gleby różnej wartości zależnie od ich składu mineralogicznego (kwarc, skałen, mika, glaukonit i t. p.) oraz od natury ich spoidła: *gliniaste* wietrzeją łatwo i tworzą gleby zależnie od ilości lepiszcza gliniaste lub piaszczyste, głębokie i zdadne do uprawy (nprz. pstre piaskowce); *marglowe*, z lepiszczem wapienno-gliniastem dają gleby jasne, głębokie, urodzajne; *wapienne*, mało rozpowszechnione tworzą gleby liche; *krzemionkowe* wietrzeją bardzo trudno w gleby małej wartości i t. d.

Piaski

Piaski tak się mają do piaskowców, jak żwiry do konglomeratów t. j. brak im lepiszcza. Wietrzeją podobnie do każdej skały już rozkruszonej o takim samym składzie mineralogicznym. Są to najczęściej skały formacyj młodszych. Jako gleby są one naogół ubogie, bo zbyt suche. Piaski zawierające płytką wodę gruntową są nieco lepsze.

**Popioły
i piaski wulkaniczne.**

Popioły i piaski wulkaniczne różnią się pomiędzy sobą grubością ziarn. Popioły spojone wtórnie tworzą tufy *wulkaniczne*. Wietrzeją szybko i głęboko, dając gleby średnio a często bardzo dobre. Piaski wulkaniczne obtopione na powierzchni wietrzeją trudno, tworząc gleby małej wartości: suche i luźne.

Na specjalną uwagę zasługują *utwory dyluwjalne i aluwjalne* zarówno ze względu na swoisty sposób ich występowania i zajmowany obszar¹⁾, jak i na ich jakby przygotowanie przez lodowce i wody lodowcowe do ułatwionego przeobrażenia się w gleby podczas procesów glebotwórczych. Wymagać one będą rozpatrzenia przy omawianiu czynników glebotwórczych, tam też będą scharakteryzowane.

Utwory
dyluwjalne
i aluwjalne.

Prócz wymienionych skał glebotwórczych wspomnieć należy i o *torfach* t. j. skałach pochodzenia biologicznego, które, występując na powierzchni skorupy ziemskiej, w pewnych warunkach wilgotnościowych też podlegają procesom glebotwórczym, dając początek glebom próchnicznym t. zw. *murszom*.

Torfy.

b) Minerale glebotwórcze.

Liczba głównych minerałów *skatowórczych* jest nieznaczna (waha się bowiem od 30 — 60), a ponieważ nie wszystkie skały wyłaniają się na powierzchnię skorupy ziemskiej, więc minerałów *glebotwórczych* powinno być jeszcze mniej. Sprawa to jednak bardziej zawiła niż się napozór wydaje.

Bowiem skutkiem ciągłego przeobrażania się minerałów różnorodności składu skorupy ziemskiej wciąż wzrasta; zagrzebane szczątki organizmów roślinnych i zwierzęcych dostarczają pokładom ziemi nowych związków; wreszcie przenoszenie się okruszków skalnych dokonywane za pomocą wody i innych czynników oraz zespalanie się ich w skały nowe wytwarza bardzo rozmaite ich mieszaniny, wobec czego stykają się bezpośrednio takie minerały, które w pokładach pierwotnych nigdy z sobą nie sąsiadowały. Równocześnie przeobrażanie się minerałów, w ten sposób związanych, czyni możliwym łączenie się substancyj przedtem odosobnionych a tem samem powstawanie minerałów. Oczywiście, w skorupie ziemskiej znajdujemy stale *zespolenia takich pierwiastków, które tworzą związki najtrudniej rozpuszczalne*. Wiele minerałów powstaje z roztworów wodnych na mocy prawa, wedle którego wydzielające się związki są w danych warunkach najtrudniej rozpuszczalne. *Powstałe tą drogą minerały opierają się następnie najenergiczniej rozpuszczającemu działaniu wody i roztworów wodnych*. W glebie głównym czynnikiem wietrzenia jest woda i roztwory wodne, wobec czego uwaga powyższa ma przy badaniach gleb pierwszorzędne znaczenie. Poza tem *minerały wykazują rozmaite stopnie rozpuszczalności* a nawet jedna

¹⁾ W samej tylko Europie: Alpy, Pireneje, Karpaty i t. d. i całą Europę północną pokrywają utwory lodowcowe, których kraniec południowy przypada na Anglię, Belgię południową, Góry środkowo-niemieckie, Sudety, Karpaty. Zajmują one więcej niż trzy piąte powierzchni Rosji. Niemniej znaczne przestrzenie utworów lodowcowych widzimy w Azji i Ameryce Północnej.

i ta sama substancja rozpuszcza się w mierze niejednakowej, zależnie od swej budowy molekularnej: *odmiany bezpostaciowe wogóle przechodzą do roztworu łatwiej niż krystaliczne*. Krzemiany bezwodne rozpuszczają się bardzo trudno, najtrudniej zaś przechodzi do roztworu kwarc, dla którego nie zdołano otrzymać żadnej liczby, krótraby rozpuszczalność jego wyrażała, a który w największej ilości występuje w glebach naszych.

Rozczyn, zawierający taką ilość substancji, jaka się w nim może rozpuścić, jest względem niej roztworem nasyconym, może jednak znów działać rozpuszczająco na inne substancje. Taki nasycony roztwór złożony zawiera każdej pojedynczej substancji wogóle mniej niżby jej zawierał, gdyby znajdowała się ona w roztworze sama jedna. Stąd, roztwór nasycony, stykając się z ciałami nowymi, częściowo je rozpuszcza, częściowo zaś wydziela ciała w nim zawarte. Roztwory nasycone, zarówno proste jak złożone, oziębiając się, wydzielają z siebie pewien osad.

Różnorodność ciał rozpuszczalnych, wchodzących do składu gleby, i szybkie w niej zmiany temperatury mają przeło dla wzbogacenia składu mineralogicznego gleby bardzo wielkie znaczenie. Roztwory węglanów sodu i potasu w zetknięciu z wodami wapiennymi dają osad węglanu wapnia. Gdy roztwory krzemianu potasu i sodu spotykają się z wodami, posiadającymi dwutlenek węgla lub dwuwęglany, muszą ulegnąć rozkładowi, którego skutkiem wydziela się krzemionka a powstają węglany.

Minerały, obecne w glebie, mogą też wywołać osad a to przez powolne działanie na zwilżające je roztwory. Nprz. z rozczyńców, zawierających krzemionkę lub sole żelazowe, *kalcyt* strąca *krzemionkę*, względnie *wodorotlenek żelazowy*. Powstawanie minerałów w glebie może też być wywołane pod wpływem tlenu atmosferycznego i za sprawą organizmów żyjących lub ich szczątków. Nprz. z rozpuszczonego w wodzie FeCO_3 — węglanu żelazowego, wydzielającego się, jako syderyt, może powstać pod wpływem tlenu atmosferycznego limonit $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Na powstawanie wapieni i utworów wapiennych słodkowodnych w rodzaju *tufu wapiennego* i *trawertynu* lub *t. zw. wapna łąkowego* wpływają słodkowodne algi i mchy¹⁾, pobierając z wody zawierającej rozpuszczony kwaśny węglan wapniowy czynnik rozpuszczający — bezwodnik kwasu węglowego, aby uzyskać węgiel niezbędny do ich życia. Rozpuszczalny kwaśny węglan wapniowy $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$ przeobraża się w nierozpuszczalny obojętny węglan wapniowy — CaCO_3 , tworząc osad. Osad ten „zamurowuje je żywcem”, tak że wkrótce zamierają, jeśli nie mają nieograniczonej możności wierzchołkowego wyrastania, przyczem końcowe wypustki stale wyrastają nawet wtedy, gdy części dolne dawno już obumarły. Tą drogą pokłady takich tufów wapiennych osiągają znaczną miąższość. Powstawanie rudy żelaznej łąkowej, darniowej a także odmian ortsztajnu Senft przypisuje też działaniu chemicznemu roślin. Kwasy organiczne, wydzielane przez rośliny, wyciągają tlenek żelaza z sąsiedniego płasku i dają z nim związki, osiadające w postaci powłoki. Część organiczna tej ostatniej rozkłada się stopniowo na kwas węglowy i wodę, a wodorotle-

¹⁾ Mchy (Hypnum, Eucladium, Trichostomum); Chara, Algi (Oscillariae jak Leptotrix, Hypheotrix Naegeli) oraz Diatomeae (rodzaje Synedra).

nek żelazowy pozostaje i wytwarza warstewki. Przykłady powyższe wskazują na możliwość powstawania w glebach ciał mineralnych a więc i minerałów niewyliczanych zazwyczaj w rzędzie minerałów skałotwórczych.

Ze wszystkich minerałów glebotwórczych tylko jeden kwarc jest związkiem nierozkładającym się lecz stałym w zwykłych warunkach temperatury i ciśnienia panujących na powierzchni ziemi. Podlega on jedynie rozdrobieniu mechanicznemu.

Kwarc
i inne mi-
nerały.

Wszystkie inne minerały glebotwórcze są rozkładne, nie-stałe w zwykłych warunkach temperatury i ciśnienia, to też podlegają głębokim zmianom chemicznym pod wpływem czynników wietrzenia.

2. Środowisko powietrzne. (Atmosfera).

Atmosfera jest środowiskiem glebotwórczym, nad którym człowiek niema żadnej mocy, na którą żadnego wpływu nie może wywierać.

Powietrze atmosferyczne składa się głównie z mieszaniny tlenu (21% v.), azotu (78,06% v.) i argonu (0,94% v.).

Analizy składu procentowego bardzo wielu próbek powietrza wykazały niezmierną stałość stosunku % ilości azotu i tlenu. Różnice nie przekraczają granic możliwych błędów analizy. Wobec licznych zjawisk

Skład pro-
centowy azotu
i tlenu.

wiązania tlenu przez oddychanie zwierząt, procesy spalania, utleniania się związków i skał i tym podobnych obniżających ogólną ilość tlenu, a jednocześnie wydzielania tlenu przez rośliny a więc wzbogacających węń atmosferę, stałość ilościowego składu powietrza może się wydać dziwną i nieoczekiwaną. Tłumaczy ją jednak istnienie w atmosferze potężnych prądów, które ją przecinają, wciąż poruszają i sprzyjają doskonałemu wymieszaniu wszystkich jej części. Otoczka gazowa skorupy ziemskiej jest tak potężna, że, mając gęstość taką, jaką widzimy na powierzchni ziemi, posiadałaby grubość dochodzącą do 8000 metrów, w rzeczywistości zaś zapewne osiąga 300 kilometrów. To też

Stość ilości
tlenu.

procesy pochłaniające tlen, nawet bez jego zwracania przez procesy tlen wydzielające, zdołałyby po 1000 latach zubożyć powietrze zaledwie o $\frac{1}{300}$ tlenu w nim zawartego, co dzisiejsze metody i środki analityczne z trudnością mogłyby wykryć.

Znamy znaczenie tlenu i azotu dla roślinności a pośrednio i dla gleby. Jakie znaczenie ma argon dotychczas nie wiadomo. To też narazie musimy go uwzględnić narówni z azotem, wobec czego skład powietrza wyrazi się, jako 20,93% Vol. = 23,28% na wagę tlenu i 79,04% Vol. = 76,67% na wagę azotu (wraz z argonem).

Ilości CO_2 . Prócz powyższych gazów atmosfera zawiera *bezwodnik kwasu węglowego* (CO_2) w przeciętnej ilości 0,03% Vol. = 0,05% na wagę, której drobne wahania są częste, większe nieznane.

Na wahania ilości CO_2 w powietrzu mają wpływ:

1. Duże powierzchnie wodne, zmniejszające jego zawartość wskutek rozpuszczalności CO_2 w wodzie (0,03% Vol.);
2. Duże płaszczyny lądowe, powiększające jego zawartość (0,032—0,033% Vol.);
3. Gleba, nad samą powierzchnią której znajdujemy więcej CO_2 , dzięki wydzielaniu go przez glebę;
4. Umiarkowane opady atmosferyczne zwiększające ilości CO_2 przez wypychanie go z przetworków gleby;
5. Długotrwałe opady atmosferyczne, zmniejszające ilość CO_2 drogą rozpuszczania się jego w wodzie i ługowania przez nią wgląd ziemi;
6. Bujna roślinność, powodująca zmniejszenie się ilości CO_2 w otaczającym ją powietrzu w porównaniu z powietrzem nad ugorem, dzięki asymilacji przez rośliny. Naogół są to jednak różnice bardzo drobne.
7. Pora nocna, kiedy powietrze jest nieco bogatsze w CO_2 , aniżeli we dnie.

Najstalszą częścią składową atmosfery jest *azot*

Drobne jego ilości są wiązane przez świat roślinny a również wydzielane przez procesy gnicia materii organicznej.

Zużycie tlenu jest większe zarówno podczas butwienia szczątków organicznych jak i podczas wszystkich innych procesów utleniania, czemu się przeciwstawia wydzielanie wolnego tlenu przez rośliny. Oba procesy *Zużycie tlenu powietrza.* powyższe niejako się równoważą. I utlenianie się (wietrzenie) związków, nprz. siarki, idzie najczęściej równorzędnie z redukcją związków tlenowych i ich kosztem. Tylko utlenianie się związków żelazowych narusza nieco bilans tlenu ale bez widocznego rezultatu.

Najbardziej ruchliwy jest *bezwodnik kwasu węglowego*.

Jego wiązanie charakteryzuje procesy wietrzenia skał krzemianowych, gdzie woda zawierająca *Zużycie CO_2* CO_2 , ługuje ze skał alkalja i ziemie alkaliczne, tworząc następnie potężne złoża wapieni i dolomitów.

Niemniej znacznych ilości CO_2 pozbawia atmosferę proces powstawania węgla i torfu.

Zubożeniu atmosfery w *bezwodnik kwasu węglowego* przeciwdziałają procesy chemiczne, zachodzące w głębszych warstwach skorupy ziemskiej czy to drogą wydzielania CO_2 , ze źródeł nim przesyconych, czy też przez działalność wulkaniczną.

Regulatorem CO_2 w atmosferze jest ocean bowiem jego woda zawiera więcej CO_2 w dwuwęglanach aniżeli to odpo-

wiada zwykłej absorbcji wody. Zmiany ciśnienia atmosferycznego nad morzem wywołują uwalnianie się CO_2 (z dwuwęglanów) i jego pochłanianie (przez węglany obojętne).

Asymilacja przez rośliny wiąże część CO_2 powietrza ale równoważy się przez jego wydzielanie podczas butwienia.

Rośliny chlorofilowe, wiążąc bezwodnik kwasu węglowego, wydzielają tlen. Obumarłe rośliny, butwiejąc, wydzielają CO_2 i wiążą tlen. Między asymilacją roślin chlorofilowych i działalnością organizmów pozbawionych chlorofilu panuje równowaga, boć butwienie polega na działalności życiowej organizmów niższych.

Pozatem powietrze zawiera nieznaczne ilości kwasów azotawego i azotowego najczęściej związanych z amoniakiem a także, i to w ilości nieco większej, węglanu amonowego. Dają się one oznaczyć rozpuszczone w opadach atmosferycznych.

Powietrze zawiera do 0,002—0,005 gr. w 100 litrach.

Powstający podczas cichych wyładowań elektrycznych N_2O_4 daje z wodą kwasy azotawy i azotowy.

Amoniak atmosferyczny pochodzi z gleby, bowiem

wszystkie gleby dobrze przewietrzzone zawierają węglan amonowy $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$ ¹⁾ woda morska zawiera około 0,4 mgr. amoniaku w jednym litrze, a więc w morzu zawiera się nieskończenie więcej amoniaku niż w atmosferze. Posiadając pewną prężność, amoniak może się ulatniać do atmosfery.

HNO_2
 HNO_3
 NH_3 i
 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

Na pytanie, skąd się bierze amoniak w morzu, Schlösing daje nie zupełnie przekonujące wyjaśnienie następujące, polegające na rozkładzie azotanów zanoszonych przez rzeki w znacznej ilości do morza.

1. Absorbcja amoniaku przez rośliny (wprost z powietrza lub za pośrednictwem gleby);
- 2) przemiana na materję białkową;
- 3) rozkład a w znacznej mierze i nityfikacja tych materjy po śmierci roślin;
- 4) odpływ azotanów z rzekami do morza;
- 5) powrót do postaci amoniaku w łonie wód morskich;
- 6) powrót amoniaku z morza do atmosfery.

Bądź jak bądź woda morska zawiera niezapreczenie znaczne zapasy amoniaku, które nie pozostają bez wpływu na jego ilość w atmosferze.

Stąd wniosek nie bez znaczenia dla statyki chemicznej istot żyjących a więc i procesów glebotwórczych, że morze jest wspólnym zbiornikiem wody, bezwodnika kwasu węglowego i amoniaku krążących na powierzchni kuli ziemskiej.

¹⁾ Według Schlösinga wszystkie związki amoniaku z bezwodnikiem kwasu węglowego posiadają pewną prężność. Zachowują się one tak samo jak amoniak, nakształt gazów.

Ozon
i dwutlenek
wodoru.

Dokładniejsze badania wykazują, w atmosferze ozon i dwutlenek wodoru ¹⁾. Levy podaje ilość ozonu od 0,3—2 mgr. na każde 100 litrów powietrza.

Zimą jest go najwięcej, latem najmniej, wiosną i jesienią ilość średnia. Zawiera go tylko powietrze wsi, powietrze miejskie najczęściej ozonu nie zawiera wcale. Znaczenie i wartość tego środka tak silnie utleniającego trudno jest ująć w jakieś liczby. Według Müntz'a w atmosferze znajdują się pary *alkoholu*. Müntz i Aubin znaleźli w powietrzu normalnem małe ilości *palnych węglowodorów*, które, jak podają, nie mogą nigdy nagromadzić się w atmosferze w większej ilości, gdyż muszą ulegać spaleniu pod wpływem wyładowań elektrycznych. Obok gazów, z których się składa atmosfera, spotykamy w niej także *ciała stałe* w postaci delikatnego pyłu, zarówno mineralnego, jak i organicznego pochodzenia.

Alkohol
węglowo-
dory i ciała
stałe.

Przyczyną ich znajdowania się w powietrzu są:

1) Wiatry i trąby powietrzne; 2) fale morskie rozbryzgujące i rozpylające sole wody morskiej podczas rozbijania się o brzegi; 3) wybuchy wulkaniczne i 4) dym fabryczny i wszelki inny, który w wielkich miastach i gęsto zaludnionych okolicach przemysłowych jest źródłem znacznych ilości kurzu powietrznego. Cząstki mineralne nie mają wielkiego znaczenia, dostarczają bowiem ziemi, opadając znikomo małej ilości materiału. Tylko sole morskie na wybrzeżach występujące w ilości znaczniejszej po burzy pokrywają nieraz rośliny np. nad morzem Adrjatyckiem kryształkami soli często grubości milimetrowej. Dzieje się to jednak tylko w pobliżu brzegu. Dalej od brzegu powietrze zawiera mało soli kuchennej, a jednak prawdopodobnie jest głównym dostarczycielem chlorków glebie.

Prócz cząstek mineralnych w powietrzu znajdują się zarodniki drobnoustrojów, a także pyłki kwiatowe. Wszystkie części stałe atmosfery wedle przypuszczeń meteorologów sprzyjają skraplaniu się wody w powietrzu przesyconem parą wodną. Każda cząsteczka ma być punktem wyjścia dla kuleczki mgły. Gdy braknie cząstek stałych powietrze pozostaje w stanie przesyconienia parą wodną. Według Aitkena najmniejsza liczba cząsteczek stałych w jednym centymetrze sześciennym powietrza wynosi ponad 200, częstokroć jednak przynosi wiele dziesiątków tysięcy.

Powietrze lesne składem swoim mało się różni od innych części atmosfery. Zarówno ilość tlenu, jak i bezwodnika kwasu węglowego nie wykazuje poważniejszych różnic.

¹⁾ Schöne utrzymuje, że właściwie atmosfera zawiera tylko dwutlenek wodoru. Ponieważ utleniająca działalność ozonu i dwutlenku wodoru, jest taka sama, rozróżnienie staje się niezmiernie trudne. Przyjęto mówić o ozonie w powietrzu i tu też tak sprawę tę podaje.

Zwracano uwagę częstokroć na znaczną zawartość ozonu w powietrzu leśnym. Niedokładność istniejących metod nie pozwala na orzeczenie, czy istotnie w lesie powietrze zawiera ozonu więcej niż na polu.

Niewątpliwie jednak powietrze leśne zawiera mniej kurzu i mniej bakterji.

Widzimy z tego krótkiego przeglądu części składowych atmosfery, że są one stałe i prawie niezmiennie dla całej kuli ziemskiej, w każdym razie stałsze od składników wszystkich innych środowisk glebotwórczych. Niemniej jednak oddziaływanie atmosfery jako środowiska glebotwórczego jest bardzo rozmaite a to dla nadzwyczajnej zmienności zjawisk t. zw. meteorologicznych a w szczególności klimatycznych¹⁾, będących bodaj że najpotężniejszymi czynnikami powstawania gleb i jeszcze bardziej ich kształtowania. Te czynniki i sposób ich oddziaływania rozpatrzymy w miarę potrzeby dalej w miejscu dla nich właściwym.

Zjawiska
meteorologiczne.

Atmosfera styka się bezpośrednio z litosferą a nawet w nią przenika, tworząc w glebach specjalną atmosferę glebową t. j. powietrze gleby, o którym mówić będziemy później przy charakterystyce gleby, jako masy.

3. Środowisko wodne. (Hydrosfera).

Wszystka woda, we wszelkich jej stanach skupienia i postaciach, znajdująca się na kuli ziemskiej a wzięta w całej swej masie, nazywa się hydrosferą.

Należy do niej zarówno para wodna, jak i woda - ciecz i woda - lód. Może występować, jako wilgoć powietrzna, mgła, deszcz, woda gruntowa, rzeki, jeziora i morza, śnieg, grad, lód, lodowiec i t. p.

Nie pod każdą postacią jest ona jednako ważna dla gleboznawcy. Jako wilgoć powietrza, obchodzi go ona o tyle, o ile jej znaczniejsza lub bardziej znikoma ilość zwiększa lub zmniejsza parowanie wody z gleby lub z pokrywających tę ostatnią roślin.

To samo da się powiedzieć o mgle.

Ilość pary wodnej w atmosferze podlega nader znacznym wahaniom, bowiem woda zarówno w stanie ciekłym jak i stałym (lód) paruje już w temperaturze zwykłej, zaś ilość pary wodnej mogącej utrzymać się w powie-

Para wodna.

¹⁾ Nie tu miejsce na rozpatrywanie zjawisk klimatycznych i meteorologicznych. Kto się chce z nimi szczegółowo zapoznać musi się zwrócić w tym celu do pracy prof. K. Szulca: Klimat i czynniki pogody. (Pr. Enc. Gosp. Wiejsk. № 7—9).

Wilgotność
względna,
bezwzględna
i stopień
niedosycenia.

trzu zależy od temperatury. Wilgotność powietrza wyrażona w milimetrach bez względu na temperaturę nazywa się *wilgotnością bezwzględną*; wyrażona w % zupełnego nasycenia powietrza parą wodną bez uwzględnienia temperatury *wilgotnością względną*; ilość wody wyrażona w milimetrach niezbędna do dosycenia powietrza parą wodną zwie się *stopniem niedosycenia*.

Stopień niedosycenia powietrza parą wodną lepiej charakteryzuje parowanie aniżeli wilgotność względna. Niech naprz. wilgotność względna wynosi w temperaturach 10°, 20° i 30° po 50%. Wówczas powietrze jest w połowie nasyczone wodą. Może ono jednak utrzymać jeszcze:

w t°	10°	20°	30°
------	-----	-----	-----

4,8 m/m, 8,7 m/m, 15,3 m/m, wobec czego parowanie będzie przy innych tych samych warunkach prawie dwukrotne w t° = 20° i prawie trzykrotne w t° = 30°, w stosunku do t° = 10°.

Oczywiście, wpływ ilości pary wodnej w powietrzu na vegetację i wysychanie gleby zarysowuje się i unaczniwia w ten sposób o wiele jaśniej aniżeli drogą oznaczenia wilgotności względnej.

Rzeki, jeziora i morza mają znaczenie jako tereny powstawania skał glebotwórczych, z których po ich wynurzeniu się na powierzchnię, tworzą się gleby rozmaite, oraz jako zbiorniki zasobowo — przyjmujące dla wody parującej i dopływowej.

Działalność rzek, jezior i mórz jest zarazem niszcząca i budująca skały glebotwórcze.

Deszcz, śnieg, grad, lód i lodowiec należy zaliczyć do pierwszorzędných czynników glebotwórczych o charakterze niszcząco - budującym. Wszak większość skał dla naszych gleb macierzystych zawdzięcza swe pochodzenie lodowcom.

Nie charakteryzuję bliżej rozmaitych form występowania hydrosfery, są one dostatecznie znane z geografji i geologii, zresztą w miarę potrzeby zapoznawac się z niemi będziemy przy rozważaniu procesów powstawania i kształtowania się gleby. Należy jednak podkreślić dla gleby już utworzonej niezmiernie znaczenie wody opadowej atmosferycznej. Ona jest źródłem wody glebowej i od jej dopływu i ruchów zależy większość procesów zachodzących w glebie.

W chwili padania na glebę mało się różni od wody destylowanej, zawiera bowiem tylko nieznaczne znikome ilości

ciał stałych i gazowych znajdujących się na drodze przebywanej przez nią w atmosferze, bądź zagarniętych mechanicznie, bądź rozpuszczonych w stosunku odpowiadającym ich ciśnieniu parcjalnemu. W pewnych jednak przypadkach i tych znikomych zanieczyszczeń lekceważyć nie należy.

Ciała zawarte
w wodzie
opadowej.

4. Świat roślinny i zwierzęcy. (Biosfera).

Gleba i jej powierzchnia są siedliskiem żywych organizmów zarówno zwierzęcych, jak i roślinnych. Wszystkie rośliny wywierają wpływ na gleby, to też w dalszym ciągu będziemy o nich mówili w miarę potrzeby szczegółowej, rola zwierząt jest bardziej ograniczona, a więc nie powrócimy już do tego tematu, co skłania do bardziej wyczerpującego jej na tem miejscu przedstawienia.

a) Świat zwierzęcy.

Z kręgowców ssaków najenergiczniejszą działalność rozwijają *Rodentia* — gryzonie i *Insectivora* — owadożerne a więc: susły (*Spermophilus*), świstaki (*Arctomys*), ślepce^o (*Spalax*), żające ziemie (*Alactaga*), a także: chomiki, krety, sorki, myszy, nornice i t. p. Z bezkręgowych mają znaczenie: pierwotniaki (ameby), robaki (nematody i dżdżownice), mięczaki, krocionogi (*Scolopendra*, *Julus*, *Geophilus*), skorupiaki (kraby), owady i ich larwy.

Grzebiąca i kopiąca praca mechaniczna gryzoniów jest olbrzymia i może być porównana w swej doniosłości jedynie do regulówki dokonanej przez człowieka. Sprzyja ona spulchnieniu ziemi, a więc zarazem powiększeniu jej przepuszczalności i przewodności. W miejscowościach masowego¹⁾ występowania tych zwierząt na stepach widzimy kopce wysokie od 0,25 do 0,75 metra i posiadające średnicę podstawy od 1,5 do 4 metrów. Zgodnie z opisem prof. Muszkietowa łączna objętość ziemi wyrzuconej dosięga na 1 wiorstę kwadratową od 15 do 24 tysięcy m³.

Gryzonie
i owadożerne.

¹⁾ Dawniej na stepach nprz. rosyjskich było tych gryzoniów o wiele więcej, dziś wytępiono je znacznie. W gub. Jekaterynosławskiej dziś jeszcze można widzieć nieruszone pługiem powierzchnie stepu lub stare odłogi całe faliste od rozrzuconych kopczyków tych zwierzątek. Jeszcze w r. 1883 dostarczono zarządowi ziemskiemu powiatu Nowomoskiewskiego przeszło 760 tysięcy w r. 1884 wytępiono na jednej wiorście kwadratowej 12 tysięcy susłów. Prof. Wernadskij opisuje step dziewiczcy i odłogowy (gub. Jekaterynosławska) w 0,1 a nawet w połowie zajęty przez kopczyki. Na 1 wiorstę kwadratową (wiorsta mierzy piętnaście czternastych kilometra) przypadało co najmniej 15.000 kopców, o objętości zbiorowej z górą 1.600 m³. Step kałmucki gub. Astrachańskiej zamieszkują miliony susłów (prof. Muszkietow).

W miejscowościach o słonem podglebiu powstają wówczas na stepie niezliczone słone plamy zmieniające charakter samej gleby.

Gdzie niema stepów tam praca kretów i nornic góruje nad działalnością o wiele mniej rozpowszechnionego chomika. Nory gryzoniów kopiących, zasypane w głębszych poziomach przez wypłukaną deszczem próchniczną warstwę gleby a występujące podczas kopania na badaniach jako charakterystyczne ciemne plamy okrągłe, owalne lub podłużne (zależnie od kierunku przekroju) na tle jaśniejszego podglebia i podłoża, cechują morfologicznie profile czarnoziemów.

Wije, chrząszcze *terrestris* i larw *Sciara*, polegającą na rozdrabnianiu listowia, obumarłych części roślin drzewiastych i trawiastych.

Müller znajdował w lasach duńskich miękką, mączystą próchnicę roślinną, powstałą z torfu rozdrobnionego przez chrząszcze lub inne owady (Insectenmull). Na zalewanych przez przypływ wybrzeżach Madagaskaru Keller widział kraby zakopujące w swych norach liście oberwane przez nie z poblizkich drzew, na które w tym celu się wdrapują. Dzięki takiej działalności tych skorupiaków gleba wzbogaca się w próchnicę. Harlé przytacza działalność mięczaków (Helicidae) drążących otwory w skałach wapiennych. Podobnie działa Pupa, *Dalium*. Grimm przypisuje ozimej gąsienicy motyla *Agrotis exclamationis* rolę podobną do działalności dżdżownicy. Wysocki wspomina o spotykanych w czarnoziemach chodnikach chrząszcza *Lettrus cephalotes*, os, pszczoł i o pionowych kryjówkach tarantuli.

Mrówki. Z owadów mających znaczenie dla gleby najwięcej uwagi poświęcono badaniu działalności mrówek (w Rosji, Bukowinie, Brazylii, Australji, Afryce i na Madagaskarze). Gordiadin opisuje je w okolicach m. Krasnouińska nad brzegiem rzeki Ufy. Równinę pokrywają tysiące mrowisk¹⁾ (*Lasius niger*, *L. flavus*, *Formica fusca*), które są łatwe do rozkopania zarówno jak i powierzchniowe warstwy gleby dzięki licznym chodnikom wydrążonym przez mrówki. Na kopce naziemne mrówki używają ziemi powierzchniowych poziomów gleby, od których się też ona niczem nie różni, prócz budowy (zatraciła swą gruboziarnistość). Część podziemna mrowiska składa się z gliny brunatno-czarnej. *Lasius niger* i *L. flavus* zamieszkują przeważnie suche łąki miejscowości północnych lecz czasem osiedlają się na mokrych łąkach. Tenże autor obserwował je na mokrych glebach słonych. Na czarnoziemach mrówki rzadko budują mrowiska stożkowe. Przeważają

¹⁾ Niekiedy z górą 20.000 na klmtr².

formy drążące galerje i chodniki w samej ziemi (nprz. *Myrmecocystus*). Na glebach kasztanowych te ostatnie występują jeszcze powszechniej. Wysocki przypisuje mrówkom najwydatniejszą działalność drążącą z pośród wszystkich drugorzędnych zwierząt ryjących i kopiących. Gordiejew i Dimo, opisując mrówki (*Tetramonium caespitum* L i *Myrmecocystus cursor* Fous. var. *Caspicus* Rusky) w powiatach Kamyszyńskim i Carycyńskim, obliczają, że po każdym deszczu owady te wyrzucają na powierzchnię ziemi 1,3% ziemi, w której się osiedliły. Dokonywając tylko 10 takich czynności na rok, przemieszają one w lat 8—10 całą powierzchnną część gleby. Mrówki podzwrotnikowe pracują jeszcze intensywniej. W Brazylii w okolicach Rio Sinos Ihering obserwował na wielkich przestrzeniach piaski pokryte naniesioną przez mrówki (*Atta cephalotes*) gliną czerwoną i to warstwą grubości około 10 cmtr.

Działalność dżdżownic (*Lumbricus terrestris*) Dżdżownice. w procesach glebotwórczych jest może najpowszechniej znana dzięki zwróceniu na nie uwagi (w r. 1837) przez sławnego Darwina. Jego zdaniem mają one większe znaczenie dla historii ziemi niżby się to zdawało napozór. W krainach wilgotnych dżdżownice są bardzo liczne i nader silne w stosunku do swej wielkości. W wielu miejscowościach Anglii na każdym akrze powierzchni przechodzi przez ich przewód pokarmowy 10 tonn ziemi, a więc w ciągu niewielu lat przetwarzają one całą powierzchnną warstwę gleby. Praca dżdżownic sprzyja wietrzeniu i chemicznemu rozkładowi materji nieorganicznej i znacznie przyspiesza rozkład organicznej. Udział dżdżownic w procesach glebotwórczych, nieco może przesadzony przez Darwina, w pewnych miejscowościach i warunkach jest niewątpliwie doniosły, co stwierdzają i prace Hensena, Müllera, Wollny'ego, Henry'ego, Brehma i innych.

Według Hensena gleba piaskowa przerobiona przez dżdżownice traciła na wadze podczas jej wyżarzania mniej aniżeli wydaliny robaka.

Gleba piaskowa traci wyżarzona	1,44%
Odchody żyjącej w niej dżdżownicy	
wzięte z powierzchni	3,33%
" " z chodników	4,36—5,00%
" " z przewodu pokarmowego dżdżown.	5,6%

Świadczy to głównie o nagromadzeniu się materji organicznej w odchodach.

Ten sam badacz hodował 2 dżdżownice w naczyniu (średnicy 1,5 stopy) napełnione półtora stopową warstwą piasku,

pokrytego liśćmi. Wkrótce liście znalazły się w piasku na głębokości 3 cali w chodnikach dżdżownic, a po 6 tygodniach powierzchnię piasku pokryła warstwa odchodów grubości około 1 centymetra.

Niewątpliwie tedy dżdżownice sprzyjają powstawaniu próchnicy, zbierając szczątki roślinne i przyspieszając ich przemianę.

Doświadczenie Wollny'ego z glebami zamieszkałymi przez dżdżownice w ciągu 6 miesięcy i takimi samymi glebami pozbawionymi tych robaków wykazały w pierwszych obecność większych ilości (CO₂) dwutlenku węgla aniżeli w drugich, a mianowicie: 1000 V. (objęt.) powietrza gleby zawierało CO₂.

	Doświadczenie I.		Doświadczenie II.	
	Gl. z dżdż.	Gl. bez dżdż.	Gl. z dżdż.	Gl. bez dżdż.
A. Od 7—16 Listop. (średnio z 8 doświad.)	5,43	3,88	8,04	3,08
B. Od 9—28 Listop. (średnio z 9 doświad.)	3,07	2,52	5,61	1,90

Inne doświadczenia tego badacza stwierdziły zwiększenie się pod wpływem dżdżownic rozpuszczalności w wodzie związków mineralnych gleby i zmiany w związkach azotowych gleby.

	Azot pod postacią		Ogółem	Składniki mineralne rozpuszcz. w wodzie.		
	HN ₃	HNO ₃				
A. Gleba z dżdżownic.	0,01647	0,02204	0,03851	0,00500	0,08672	0,05405
„ bez „	0,00285	0,02966	0,03251		0,03267	
B. Gleba z dżdżownic.	0,00147	0,01648	0,01795	0,00160	0,15338	0,11776
„ bez „	0,00494	0,01141	0,01635		0,03562	

Z doświadczeń Wollny'ego nad zmianą własności fizycznych gleby zamieszkałej przez dżdżownice wynika obniżenie się pojemności gleby względem wody z 48,13% do 28,69% i zwiększenie się 2,5 krotne pojemności powietrznej (wskutek przyrostu objętości gleby i zbiorowej objętości przestworków o 27,5%), a więc przepuszczalności i przewiewności.

Powyższe zmiany fizycznych i chemicznych własności gleb, sprzyjając prawidłowemu rozwojowi roślin, podnoszą znaczenie urodzajność gleby, co stwierdzono doświadczalnie.

Göthe badał ilość dżdżownic w glebach okolic Rüdeshaimu. Zależnie od gleby chodniki robaków zagłębiają się od 1,5 do 3,2 metra. Na glebach bogatych wynawożonych znajdował na 1 mtr.² do 12 robaków, w miejscach suchych o glebie lekkiej 2—3. Liczba chodników nie zależy od liczby robaków: 2—3 robaki tworzą w glebie lekkiej łatwo przepuszczalnej 16 chodników, w glebie wilgotnej w pobliżu

kup kompostowych — 46; w dwu innych miejscach na tej samej powierzchni zauważono 37 i 59 chodników.

Wysocki podaje tablicę dotyczącą ilości chodników wielkich dżdżownic *Dendrobaena (Allobophora) mariupoliensis* w glebach czarnoziemnych Wielkiego-Anadolu. Znalazł on na 1 mtr.²:

Dżdżownice
wielkie.

Na głębokości	Chodniki wyraźne w ilości:	Z nich z wolnym otworem:	Z przechodzącymi przez nie korzeniami:
1 metr.	525	100	80
2 "	400	150	90
3 "	350	170	75
4 "	320	150	50
5 "	240	110	35
6 "	160	60	15
7 "	130	30	5
8 "	110	15	1

Dendrobaena mariupoliensis nie wyrzuca odchodów na powierzchnię ziemi lecz pozostawia je głównie w najbardziej powierzchniowym poziomie gleby, gdzie żyją w wielkiej ilości i inne dżdżownice (*Allobophora Gordjejeffi, rossa, foetida*). Drażą one płytkie chodniki, mające na końcu rozszerzenia, miejsca następczego wykwitania i osadzania się węglanu wapniowego.

Henry ocenia działalność wielkich dżdżownic w ciągu 10 miesięcy na 250 kilogramów szczątków organicznych zniszczonych na jednym hektarze gleby, co wynosi około 0,1 rocznego przyrostu martwej materji organicznej. Biorąc jeszcze pod uwagę i działalność innych drobnych bezkręgowych, wypadnie liczbę powyższą podnieść do 0,2 lub nawet 0,25.

Duserre znalazł w 1 kilogramie gleby i takiej samej ilości odchodów dżdżownic:

	Gleba.	Odchody.
N ogólnego	2,94 gr.	2,52 gr.
N w postaci NH ₃	2,38 "	3,90 "
" " HNO ₃	0,71 "	3,80 "
P ₂ O ₅ rozpuszcz. w HNO ₃	2,56 "	2,51 "
z tego " w 2% kwasie cytrynowym	28,5 %	34,66 %
K ₂ O całkowitego	21,26 gr.	21,06 gr.
z tego rozpuszczalnego w 2% kwasie cytrynowym	1,66 %	1,20 %
CaO rozpuszcz. w HNO ₃	11,43 gr.	11,80 gr.
CaCO ₃	4,46 "	6,79 "

Tablica powyższa stwierdza wpływ dżdżownic na zwiększanie się rozpuszczalności i przyswajalności dla roślin związków azotowych, fosforowych i wapiennych.

O wiele większe zmiany w glebie powodują dżdżownice, w krajach wilgotnych i ciepłych, zwłaszcza podzwrotnikowych, dorastające olbrzymich rozmiarów. Na południu Francji odchody dżdżownic tworzą kupki wielkości dwu lub nawet trzech cali. W Indjach Wschodnich odchody tych robaków długich na 60 do 70 centymetrów dochodzą 0,05 klgr. wagi. W Afryce Zachodniej w dorzeczu rzeki Nigru (kraj Jurubasów) półmetrowa warstwa gleby całkowicie podziurawionej przez chodniki i nory dżdżownic przechodzi przez Jurawód pokarmowy tych robaków według obliczeń Milsona w ciągu nie całych lat 25. Olbrzymia dżdżownica madagaskarska *Geophagus Darwini* grubości 2 cmtrów a długości 1 metra wciąga do swych nor wielkie ilości liści, gałązek, całych roślin i łyka ogromne ilości ziemi.

Wedle mniemania opisującego ją Kellera może ona w ciągu lat 50 przerobić ilości ziemi odpowiadające nieprzerwanej warstwie usypanej na wysokości 1 metra. Jeden tylko osobnik w przeciągu pół godziny wycisnął z siebie 100 gramów wilgotnej ziemi; suche grudki odchodów tego robaka wyrzuconych na jednym miejscu dochodzą czasem do wagi 300 gramów.

b) Świat roślinny.

Jakkolwiek jednak działalność glebotwórcza zwierząt w pewnych miejscowościach i warunkach odbija się silnie na kształtowaniu się gleby, w bilansie ogólnym światowym nie da się ono porównać z oddziaływaniem roślin zarówno dla jego intensywności jak i powszechności. Gdy dla powstawania pokładów geologicznych większe znaczenie ma fauna morska aniżeli flora morska, to jednak na wietrzenie i rzeźbę miejscowości silniej wpływa roślinność aniżeli świat zwierzęcy naziemny. Rzeźba terenów miejscowości pokrytych roślinnością odznacza się miększymi zarysami od plastyki terenów pozbawionych roślinności, co najwyraźniej występuje w krajach górzystych. Roślinność przejawia bardzo dobitnie wyrażoną zdolność przystosowywania się do warunków bytowania, to też na kuli ziemskiej widzimy mało miejscowości zupełnie jej pozbawionych. I ona jednak podlega ogólnemu prawu ciężącemu na rozwoju organizmów i widocznemu nietylko w łącznym ciągu dawnych okresów geologicznych ale i dzisiaj.

Czas rozkwitu jakiegś jednej grupy organizmów jest porą upadku i zaniku drugiej oraz początkiem rozwoju trzeciej.

Stąd prawo empiryczne: epoka rozkwitu jakiegobądź gałęzi świata organizowanego jest zwiastunem jej upadku.

Jak zobaczymy później, stosuje się to i do kolejnego po sobie następstwa rozmaitych zbiorowisk roślinnych, działających glebotwórczo.

Zgodnie ze stopniem wilgotności i ciepła roślinność ziemiska grupuje się pasami koncentrycznymi zgadzającymi się z równoleżnikami tylko w przybliżeniu. U koła polarnego leży pas tundur — bezleśne stopy polarne o ziemi zmarzniętej; w miejscowościach wilgotnych przeważa tundra *mchowa*, w suchszych — *liszajowa*. Dalej ku południowi ciągnie się pas lasów krajów umiarkowanych. Jeszcze dalej, bądź na północ, bądź na południe od zwrotnika Raka występuje pas stepów i pustyń (Sahara, Pustynia Libijska, Arabska, Mezopotamja, Iran, Step Kirgiskie i południowo rosyjskie, Mongolia, Gobi, pustynie i stepy Stanów Zjednoczonych).

Pasy koncentryczne roślinności.

U równika leży pas lasów zwrotnikowych. Dalej na południe znów pas stepów i pustyń Afryki południowej, Australji i Ameryki południowej. Stąd wniosek widomy zależności ogólnego ugrupowania roślin od warunków klimatycznych: pasom klimatycznym odpowiadają pasy roślinne. Nprz. palmy rosną w pasie zwrotnikowym i to głównie w miejscowościach wilgotniejszych a więc w ilościach największych na Archipelagu malajskim (200 gatunków) i na równinach Amazonki (180 gatunków). Afryka zwrotnikowa ma najmniej palm: wybrzeża zachodnie 17 gatunków, wschodnie 11. Flora pasa zwrotnikowego odznacza się olbrzymią ilością odmian. Według Englera z 3617 rodzajów dwuliściennych znanych w pasie gorącym, 93 $\frac{1}{2}$ %, należy jedynie lub przeważnie (tylko 20%, przekracza ramy pasa zwrotnikowego) do szerokości zwrotnikowych a tylko 6 $\frac{1}{2}$ %, stanowi właściwość szerokości wyższych. Óbfitość roślinności drzewiastej z liściem nieopadającym i brak roślin jednoletnich jest wybitną cechą charakterystyczną roślinności zwrotnikowej. W granicach średnich szerokości geograficznych, panuje flora wprawdzie bogata w osobniki, lecz zato uboższa w gatunki; liczba roślin wiecznie-zielonych maleje; jednoletnie są podstawową częścią roślinności, przyczem w szerokościach jeszcze wyższych flora ubożeje łącznie z odsetkiem roślin jednoletnich. Nprz. w Paryżu (49° szer. pn.) liczba jednoletnich wynosi 45%, całej roślinności, w Chrystjanji (59,6° szer. pn.) — 30%, w Listadzie (61,4° szer. pn.) — 26%. Zachodzi tu bezpośredni związek z krótkością okresu wegetacyjnego w szerokościach wyższych.

Zależność od klimatu.

Pochodzenie stepów i pustyń tłumaczy brak wilgoci i częściowo zawartość soli w glebie.

Drugi czynnik — *gleba* ma mniejszy (bardziej lokalny) wpływ na rozszedlenie roślin aniżeli klimat. Własności (przeważnie wodne) gleby grupują roślinność terytorjów klimatycznych w *formacje*: torfowiska, halofity, zaroślowe (skrub) i t. p. Każda formacja, zmieniając odmiany i rodziny, zachowuje we wszystkich pasach i we wszystkich krainach o różnej wilgotności właściwe im różnice biologiczne.

Wreszcie i *przeszłość geologiczna* wyciska swoje piętno na roślinności ziemi. Flora każdej miejscowości posiada przedstawicielki różnych gatunków, rodzajów, rodzin, klas, działów. Im większe było odosobnienie (izolacja) danej miejscowości w przeszłości, tem więcej zawiera ona odmian endemicznych. Oczywiście, tem samem przestrzeń zajęta przez rośliny endemiczne rozszerza się wraz z powiększeniem jednostki klasyfikacyjnej. Większość gatunków a więc najmniejszych jednostek klasyfikacyjnych zajmuje $\frac{1}{130}$ — $\frac{1}{170}$ powierzchni lądu. Lecz i tu są możebne wahania bardzo szerokie. *Campanula excisa* rośnie tylko na Simplonie, gdy 18 gatunków roślin kosmopolitycznych, jak nprz. *Capsella bursa pastoris*, *Stellaria media*, *Solanum nigrum*, lebioda — *Chenopodium album*, mietlica — *Poa annua*, *Brunella vulgaris* i t. p. mają zasięg około $\frac{1}{2}$ powierzchni ziemi, zaś około 200 odmian występuje każda na $\frac{1}{3}$ lądowej powierzchni kuli ziemskiej.

Flora gór powstaje z wyspecjalizowanych form roślin przyległej niziny nprz. flora górska Abisynji, Kamerunu, Kilimandżaro i t. p.

W Europie, Azji i Ameryce północnej w epoce lodowcowej roślinność arktyczna zawędrowała wraz z lodowcami daleko na południe a następnie z podwyższeniem się temperatury zanikła wyparta przez inną roślinność szerokości geograficznych średnich, zachowując się tylko w górach. Flora górska Alp obejmuje około 700 gatunków, z których 92 leżą w pasie arktycznym dokoła bieguna, zaś 138 spotyka się tylko w oddzielnych terytorjach arktycznych, włączając w to i wyżynę Skandynawską. $\frac{2}{3}$ roślin alpejskich znajdujemy w Karpatach, więcej niż połowę w Pirenejach, $\frac{1}{4}$ na Ałtaju, $\frac{1}{6}$ na Kaukazie.

Z tego krótkiego przeglądu widać jasno nierównomierność glebotwórczego oddziaływania świata roślinnego na skały w różnych miejscach litosfery, wobec różnic ilościowych i jakościowych pokrywającej je szaty roślinnej.

Najwybitniej różnią się pomiędzy sobą wpływy roślinności *drzewiastej* i *trawiastej*.

Bądź jak bądź ~~świat~~ roślinna jest czynnikiem glebotwórczym powszechniejszym i ważniejszym aniżeli świat zwierzęcy.

To samo można powiedzieć i o (mikroorganizmach) drobnoustrojach. Według Omeljańskiego „mikroby w głównej swej masie należą do typu najtypowszych kosmopolitów, rozsianych po całej powierzchni ziemi, i on jednak zaznacza, „że czynniki geograficzne i klimatyczne nie pozostają bez wpływu na ich zasięgi“. Wpływ przytoczonych czynników na rozwój mikroobów i intensywność ich czynności nie ulega żadnej wątpliwości. Chodzi tu tylko o jakościowy skład mikroflory.

Pytanie powyższe jest bardzo niełatwe do rozwiązania wobec braku odpowiednich metod (nprz. metody Remy'ego lub Hiltnera nie wystarczają). Może z ich opracowaniem da się odróżnić mikroflora bielicy od mikroflory rędziny, czarnoziemiu lub laterytu. Dotychczas próba Papy Kalantaria, usiłującego znaleźć różnice pomiędzy mikroorganizmami czarnoziemiu a innych gleb, nie dała pożądanego wyniku. Można to zrobić nie tylko ilościowo ale i jakościowo dla krajów polarnych i zwrotnikowych. Porównanie krain leżących pod szerokościami geograficznymi bardziej zbliżonymi narazie zawodzi.

Pewne różnice dają się jednak zauważyć i w glebach leżących w pobliżu siebie. Nprz. w glebach zawierających duże ilości „kwaśnej“ próchnicy zmniejsza się ilość bakteryj a zwiększa ilość pleśni. Wiele gleb błotnych zawiera mało bakteryj. Nitryfikacja nprz. jest w glebach błotnych zabamowana, to też zawierają one więcej amoniaku od bielicy.

Co do ilości i rozmieszczenia mikroobów w glebie to dają się tu ustalić zasady następujące:

Ilości i rozmieszczenie bakteryj w glebie.

1) Gleby zasobne w materje organiczne mają bardzo bogatą mikroflorę. W jednym gramie gleby z głębokości 20 centr. znajdowano (Miquel) od 700,000 do 900,000 mikroorganizmów. Koch daje liczby podobne.

2) Gleby nigdy nie uprawiane są mniej zasobne w drobnoustroje od 16 do 152 tysięcy w jednym gramie (Maggiora).

3) Liczba drobnoustrojów zmniejsza się z głębokością.

4) Główna masa drobnoustrojów zamieszkuje powierzchnie poziome gleby a potem już na niewielkiej głębokości następuje nagłe przejście do warstw b. ubogich w mikroorganizmy (Fränkel).

5) W glebach leśnych i łąkowych żyją drobnoustroje bardzo różnorodne, w glebach winnic i ornyc różnorodność jest mniejsza (Fülles).

Oto kilka tablic.

(Fülles).

Ziemia leśna	{ na powierzchni	zawiera	600,000
	{ w głębi		128,000
Ziemia łąkowa	{ na powierzchni	"	1,400,000
	{ w głębi	"	134,000
Ziemia orma	{ na powierzchni	"	1,500,000
	{ w głębi	"	330,000

(Fränkel).

I.

(Nieruszana gleba okolic Potsdamu).

Liczba bakterij w 1 cmtr.³

Głębokość gleby.	24 kwiet.	27 maja	12 czerw.	9 lipca	14 sierp.	4 wrześ.	2 paźdz.	3 listop.	16 marca
Powierzchnia	—	150,000	110,000	—	300,000	95,000	130,000	55,000	80,000
1/2 metra	70,000	200,000	90,000	—	240,000	65,000	100,000	75,000	85,000
3/4 "	25,000	—	—	—	40,200	3,000	—	8,000	—
1 metr	1,000	2,000	2,000	4,300	80,000	600	40,000	7,000	3,000
1,5 metra	200	15,000	2,000	400	500	700	600	200	300
2 metry	—	2,000	600	300	400	—	700	100	200
2,5 metra	250	500	700	—	100	—	150	—	150
3 metry	—	3,000	100	—	—	150	—	1,500	100
3,5 metra	—	—	800	—	—	100	1,400	50	700
4 metry	—	—	150	300	—	—	600	—	—

(Fränkel).

II.

(Gleby różnych miejsc Berlina).

	20 lipca	26 lipca	7 sierp.	8 sierp.	1 listop.	6 kwiet.	11 listop.
Powierzchnia	8,000	350,000	160,000	—	300,000	—	—
0,5 metra.	6,500	50,000	40,000	—	—	—	—
1 metr	45,000	800	10,000	35,000	1,000	100,000	80,000
1,5 metra	3,500	—	—	50,000	2,000	180,000	20,000
2 metry	—	750	6,000	15,000	3,600	65,000	48,000
2,5 metra	—	—	—	20,000	300	70,000	650
3 metry	—	—	800	500	1,000	81,000	600
3,5 metra	—	—	—	150	750	—	3,000
4 metry	—	—	—	—	—	—	900

(Reimers).

Gleba na powierzchni pola		zawiera	2,564,800	zarod. w 1 cm. ³
" 2 metrach głębi. (głina)		"	23,000	" 1 "
" 3,5 " (żwir)		"	6,170	" 1 "
" 4,5 " (piasek)		"	1,580	" 1 "
" 6 " (piaskowiec)		"	0	" 1 "

Podczas badań perijodycznych zauważono nagłe zjawianie się pewnych bakterij w olbrzymich ilościach i także nagłe ich znikanie na korzyść innych osobników lub też mieszaniny bakterij.

Na głębokości 1 metra czasem spotyka się jeszcze duże ilości grzybków pleśniowych, organizmy drożdżowe bardzo rzadko.

Działalność mikroorganizmów w glebie nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśniona w szczegółach, niemniej jednak wiemy z pewnością, że tak ważny dla kształtowania się gleby rozkład materji organicznej odbywa się pod ich przemożnym wpływem.

Prócz wymienionych przedstawicieli biosfery na gleby uprawne wywiera swój wpływ jeszcze jeden jej przedstawiciel: człowiek. Jest to działalność ciągła i uporczywa, jej skutki bywają nieraz bardzo doniosłe i rozmaite a jednak uprawy rolne nie są w stanie zmienić zasadniczo typu gleby, choć zacierają w nim zawsze pewne cechy typowe właściwe glebom dzikim. Przemożnym czynnikiem glebotwórczym staje się człowiek tylko tam, gdzie stwarza gleby sztuczne, nprz. wazonowe, inspektowe, gleby wiszących ogrodów i t. p., t. j. w warunkach nienaturalnych.

Zasiąg oddziaływania człowieka na glebę nie dorównywa swem rozpowszechnieniem zasiągowi świata roślinnego.

Człowiek i
jego wpływ.

ROZDZIAŁ III.

Czynniki i zjawiska glebotwórcze.

Wzajemne oddziaływanie stykających się z sobą (rozpa-
trzonych) środowisk glebotwórczych, przy którym litosfera
atmosfera, hydrosfera i biosfera przenikają jedna w drugą,
powoduje cały szereg procesów dynamicznych zależnych
w swym przebiegu od temperatury i ciśnienia mało różniących
się od tychże warunków na powierzchni skorupy ziemskiej.

Wskutek tych zjawisk wietrzeniowych skały
powierzchniowe lite przeobrażają się w rumowiska,
zbiorowisko luźnych cząsteczek — *skale macierzystą*
gleby, na której i w której osiedlają się organizmy
z początku niższe, a potem i wyższe, przekształcając ją, łącznie
z czynnikami wietrzenia czysto mineralnego, *w glebę*.

Elementy biosfery — organizmy działają na mniejszej
głębokości powierzchniowych warstw litosfery aniżeli elementy
atmo- i hydrosferyczne, stąd też pod glebą właściwą możemy
zazwyczaj wyróżnić skalę dla niej macierzystą, chociaż rozgrani-
czenie tych dwu utworów związanych z sobą genetycznie jest
nieraz niezmiernie trudne.

Związek genetyczny pomiędzy glebą (w ścisłejszem słowa
tego znaczeniu), a jej skalą macierzystą, przekazującą częś-
ciowo a czasem nawet całkowicie, wiele ze swych cech i właś-
ciwości glebom z niej powstałym, polega na ewolucji
wzmacniającej lub osłabiającej własności i znamiona tej ostat-
niej, to też zmusza do łącznego rozpatrywania procesów gle-
botwórczych z procesami powstawania ich skał macierzystych
w rozmiarach nieodzownych do uchwycenia związku pomie-
nionego.

Wszystkie czynniki wietrzenia zarówno czysto
mineralnego jak i glebotwórczego dadzą się podzielić
na *energetyczne* i *materiałne*. Energetyczne nie
zmieniają natury chemicznej wietrzejącej skały,

Czynniki
wietrzenia
energetyczne
i materiałne.

materiałne zmieniają ją nieraz bardzo silnie. Do czynników energetycznych wietrzenia należą: zmiany temperatury (inaczej wietrzenie termiczne), wpływ siły ciężkości, a także siła motoryczna wody, wiatru oraz świata roślinnego i zwierzęcego. Do czynników materiałnych — woda, tlen, dwutlenek węgla oraz działanie biologiczne świata roślinnego i zwierzęcego.

I. Zmiany temperatury.

Pierwszym pionierem wietrzenia są zmiany temperatury. Małe przewodnictwo cieplne skał¹⁾ i minerałów rozszerzających²⁾ się pod wpływem ogrzewających promieni słonecznych i kurczących się wskutek promieniowania ciepła nabytego powoduje napięcia, często wystarczające do przewyciężenia oporu spójności skały, a więc jej pękanie i rozsypywanie się. Pojemność cieplna skał i minerałów jest bardzo mała, różna dla rozmaitych skał i minerałów. Waha się ona mniej więcej od 0,1627 do 0,2372. To też podczas lata w dzień skały mogą się ogrzewać na pustyniach do 60° — 70°; zaś w zimie w nocy w chłodnych pustyniach wyżyn mogą się ochładzać do 20° — 25°, a nawet 35° — 40° poniżej zera. W pustyni Atakamie wahania temperatury powietrza wynoszą latem od +5 do +55°C, zimą od -12° do +37°C. Oczywiście, wahania temperatur rozgrzewających się i stygnących skał są o wiele większe.

Zmiany temperatury.

Stopień nagrzewania się skał zależy: a) od ich pojemności cieplnej, b) od ich przewodnictwa, c) od barwy (ciemne rozgrzewają się silniej od jasnych, jednobarwne pękają inaczej aniżeli różnobarwne), d) od ilości ciepła insolacji zużytej na ogrzanie skały (część ciepła może pochłonać parowanie wody zawartej w porach skały lub pokrywa roślinna), e) od ogólnej ilości ciepła insolacji (uśłonecznienia³⁾).

- 1) Szary marmur drobnoziarnisty — 3,48.
 Biały marmur gruboziarnisty — 2,78.
 Gips — 0,33 — 0,52.
 Miedź metaliczna — 69,0

- 2) Granit — 0,00002680 cala na 1 stopę na każdą +t° = 1°C.
 Marmur — 0,00003140 " " " "
 Piaskowiec — 0,00005295 " " " "

3) Zależy ona w wysokim stopniu od położenia względem stron świata i od wystawy. Wiązka promieni o natężeniu I, mająca przekrój A, trafiając na jakiegokolwiek pole na ziemi prostopadle, ogarnia obszar A i dostarcza mu AI jednostek ciepła w sekundzie. Jeżeli jednak ta sama wiązka pada pod kątem α (liczonym między promieniem a prostopadłą do powierzchni), to

ogarnia ona wtedy obszar większy $\frac{A}{\cos \alpha}$. Każda jednostka pola otrzymuje wówczas tylko IA: $\frac{A}{\cos \alpha} = I \cos \alpha$.

Rozgrzanie może być bardzo silne. Świadczy o tem postać znajdujących na pustyniach odpryskujących cząstek skał kształtu skorupki.

Kruszenie się skał. Sieckenberger, ogrzewając na kąpieli piaskowej trzy otoczaki krzemienia z pustyni do temperatury 60°C, zauważył pęknięcie jednej z nich na dwie części. Ogrzane w dalszym ciągu do temperatury 80°C wszystkie otoczaki rozsypały się na skorupki odpowiadające swem wygięciem powierzchni otoczków, ogrzane do 100°C — rozpadły się na złomki jeszcze drobniejsze mające postać płytek, a przypominające ostrze noża bardzo cienkie i ostre. Były one podobne do złomków krzemienia służących za narzędzia domowe i myśliwskie człowiekowi paleolitycznemu.

Pęknięcie i rozsypywanie się skał pod wpływem zmian temperatury zależy prócz od amplitudy jej wahań i od natury samej skały.

Skały jednorodne, rozszerzając się równomierniej¹⁾, kruszeją trudniej, skały różnorodne złożone z różnych minerałów owiele łatwiej²⁾ i to tem łatwiej im bardziej są gruboziarniste. Skały twarde ściśle wietrzeją nieraz łatwiej od miękkich, bardziej luźnych, w których rozszerzone cząsteczki łatwiej się mogą usunąć, wobec czego nie powstają napięcia dostatecznie silne do przezwyciężenia spójności skały. Nprz. u nas miękka kreda chełmska wietrzeje zazwyczaj tylko do 40—50 cmtr., gdy twarde piaskowce tryjasowe widzimy zazwyczaj zwietrzały do kilku metrów. Wietrzenie termiczne przebiega w różnych miejscowościach kuli ziemskiej z siłą niejednakową. Najbardziej widoczne jest ono w klimatach kontynentalnych zwłaszcza w pustyniach i półpustyniach i na wysokich górach, gdzie amplituda wahań temperatury dnia i nocy bywa bardzo znaczna. W klimatach wilgotnych zmiany temperatury dnia i nocy są bardzo nikłe, to też i wietrzenie termiczne z natury rzeczy musi być o wiele słabsze, jest też i mniej widoczne, na co zresztą wpływa jeszcze i wietrzenie chemiczne zacierające ślady wietrzenia mechanicznego. Energiczne wietrzenie

Amplituda wahań temperatury.

chemiczne maskuje kruszenie się mechaniczne skał i w bardzo wilgotnych krajach zwrotnikowych. Maximum temperatury oznaczonej na powierzchni ziemi pod zwrotnikami wynosi 84,6°C., gdy temperatura deszczu zwrotnikowego nie przenosi 23°C. Olbrzymia amplituda wartości 60°C musi wywierać swój wpływ. Jest on jednak niewidoczny, wobec potężnych skutków wietrzenia chemicznego. Dienne wahania temperatury mogą osiągać od

¹⁾ Współczynnik rozszerzalności jeden dla całej skały.

²⁾ Różne współczynniki rozszerzalności dla każdego poszczególnego minerału i niejednakowa spójność.

1 — 2 metrów głębokości, roczne 20 metrów ze znacznymi wahaniami (od 11—27 mtr.) zależnie od natury skały. Skruszała skała staje się łatwiej dostępna dla chemicznego działania powietrza i wody oraz dla światła roślinnego i zwierzęcego.

Wszystkie skały bez wyjątku ulegają kruszeniu pod wpływem wahań termicznych niezależnie od ich petrograficznego i mineralogicznego charakteru. Różnice ich składu petrograficznego¹⁾ wpływają jedynie na szybkość tego procesu.

Rumowiska skalne powstałe jedynie drogą wietrzenia termicznego bez współdziałania wody mają następujące cechy charakterystyczne: a) ich cząsteczki są zawsze ostrokańciste; b) nie są one nigdy sortowane lecz mają cząsteczki pyłowe pomieszane jak bądź z grubym żwirem i wielkimi okruchami; c) skład petrograficzny nie różni się od składu skały dla nich macierzystej, z której powstały i d) są one genetycznie związane ze skałą podścielającą.

Rumowisko skalne produkt wietrzenia termicznego może pozostać — in situ t. j. na miejscu swego powstania tylko wówczas, gdy nie leży na pochyłości. W przeciwnym razie jego cząstki staczają się z szybkością zależną od stopnia pochyłości i pod wpływem uderzeń i tarcia tych spadających okruchów następuje jeszcze większe

Cechy
rumowisk.

ich rozdrobnienie i skupienie u podnóża skał i stoków górskich pod postacią *osypisk*. Skała uwolniona od przykrycia rumowiskiem wietrzeje wówczas o wiele szybciej. Zależnie od kąta pochyłości następuje sortowanie materiału osypisk. Im większe kamienie i bloki tem się odtoczą dalej ku podnóżu osypiska wskutek inercji. Na szczycie wietrzejącej skały pozostają cząsteczki średniej wielkości. Najdrobniejszy pył wzbity w powietrze przez uderzenia padających kamieni długo buja zawieszony w powietrzu. Wiatry roznoszą go nieraz na bardzo wielkie odległości, jako materiał utworów eolicznych (wiatrowych).

Osypiska.

Osypiska nie są związane genetycznie ze skałą, na której leżą, nawet gdyby z podobnej powstały. Brak w nich stopniowego przejścia od rumowiska do skały litej, a przytem okruchy leżą nieprawidłowo nie na miejscu swego kruszenia.

2. Woda.

Woda wywołuje zjawiska wietrzenia dwój-
kiego rodzaju: fizyczne i chemiczne. Oba zachodzą
jednocześnie.

Woda jako
czynnik
wietrzenia.

¹⁾ Nprz. skały, których minerały mają różny współczynnik rozszerzalności w kierunkach różnych osi symetrii wietrzeją szybciej od skał złożonych z minerałów o jednakowym współczynniku rozszerzalności wzdłuż wszystkich osi symetrii.

a) Działalność wody, jako cieczy.

1) *Mechaniczna działalność wody.*

Mechaniczna działalność wody jest zarazem niszcząca i budująca. Gdyby taran uderza ona pod postacią **Fala morska.** fali morskiej w ściany skalistych brzegów morskich, burzy je i rozбивa, krusząc na bloki i cząstki wielkości rozmaitej. Idzie fala za falą, bijąc w skałę z siłą coraz to nową, miażdżąc i rozcierając większe okruchy, a odbita, cofając się, porywa i unosi rozdrobniony materiał skalny, sortując go wedle wielkości. Im on drobniejszy, tem go odnosi dalej, im większy, tem bliżej brzegu go pozostawia. To sortowanie nie zależy od ciężaru gatunkowego okruchów skalnych, lecz od stosunku objętości ciał do ich powierzchni¹⁾. Zaściela ono pasami dno morza u jego brzegu rumowiskiem skalnym, którego okruchy są stopniowo tem drobniejsze, im dalej leżą od brzegu. Na to rumowisko opadają trupy zwierzęce fauny przybrzeżnej, a ich pancerze, osłony i części stałe, zawierające wapno i fosforany lub znaczne ilości krzemionki, w warunkach temu sprzyjających, pod ciśnieniem cementują okruchy skalne, tworząc skały osadowe wapienne lub marglowe, różniące się wielkością i składem mineralogicznym zanieczyszczeń mineralnych. O ile, dzięki procesom górotwórczym, te wapienie lub margle wynurzają się na powierzchnię i dadzą początek glebom, to każdy z pasów przeobraża się, wietrzejąc, w inną skałę macierzystą gleby zależnie od swych domieszek mineralnych.

Podobnie niszcząco, choć nie tak widocznie, **Deszcz.** działa na skały i cząstki gleb uderzenie kropeł deszczu. Można je porównać do uderzenia małego młoteczka, które wzięte pojedynczo jest w swych skutkach nie do zauważenia, lecz wielokrotnie powtarzane rozdrabnia skały.

Wystarczy wyobrazić sobie powierzchnię zbiorową ładu, na którą padają deszcze, ilość kropeł padających na tę powierzchnię i czas trwania pór deszczowych w dzisiejszym i dawniejszych okresach geologicznych, aby lepiej docenić znaczenie wietrzeńciewego tego zjawiska aniżeli to się robi dotychczas. Przytem skały lepiej nasiąkają wodą w nie uderzającą aniżeli spokojnie po nich płynącą. Woda deszczowa częściowo wsiąka, częściowo paruje, częściowo zaś spływa po pochyłościach,

¹⁾ Da się to ująć w dwie formuły: $V : v = R^3 : r^3$ i $S : s = R^2 : r^2$. Objętości dwu kul mają się do siebie, jak sześciangy z ich promieni, zaś ich powierzchnie, jak kwadraty z ich promieni. Załóżmy $R = 2r = 2$, wówczas $V : v = R^3 : r^3 = 8 : 1$ zaś $S : s = R^2 : r^2 = 4 : 1$ inaczej mówiąc: ze zmniejszeniem dwukrotnem promienia kuli jej objętość zmniejszy się 8 razy, a powierzchnia tylko 4. Ponieważ wówczas $V = 8v$, więc powierzchnia S jest 2 razy mniejsza od powierzchni $8s$.

porywając na podobieństwo odbitej fali morskiej cząsteczki okruchów skalnych lub gleb, sortując je i układając rozsortowane pasami według wielkości tem dalej od miejsca zmywania, im są one drobniejsze. Stosunek ilościowy wody wsiąkającej, parującej i spływającej zależy od warunków klimatycznych okolicy, od budowy skał powierzchniowych i od plastyki powierzchni. Od tego też zależy intensywność pracy wody, żłobiącej wyrwy i parowy, wypłukującej lub spłukującej cząstki skały i osadzającej je w miejscach płaskich niżej położonych. Ze skał ulegających tej niszczącej działalności wody, powstają skały nowe pochodne, na których również w razie ich ustalenia rozwijają się gleby. Utwory takie zwą się **Deluwjum** *deluwjalnemi* lub *koluwjalnemi* w przeciwstawieniu do skał wypłukanych *eluwjalnych*¹⁾. Osady deluwjalne różnią się od aluwjalnych swem nagromadzeniem nie w korytach rzecznych, jak aluwjum, lecz na stokach i w kotlinach przez wody, rozplywające się w drobnych strugach, nieposiadające określonego koryta. Stoki, zbocza, brzegi kotlin, dolin lub podnóża pochyłości pokrywa zazwyczaj warstwa deluwjum.

Prócz spłukiwania daje się nieraz zauważyć i zjawisko spełzania plastycznych i napółciekłych, wskutek przepelnienia ich wodą, utworów gliniastych lub ziarnistych.

Osady deluwjalne wyrównywiają powierzchnię, zapełniając kotliny i równając tarasy.

Niszcząca erozyjna działalność wody spływającej zaznacza się najdobitniej tworzeniem **Wąwozy** *wąwozów*. Początkowo tworzą się bruzdy — rynny odpływowe wód deszczowych i śniegowych, które stopniowo pogłębiają się, rozszerzają i wydłużają. Wąwozy zmniejszają powierzchnię powstawania gleby, niszcząc znaczne masy gleby uprawnej, powodują powstawanie na swych stokach „niedokształconej“ gleby, powiększają ilości nieużytków. W łózysku wąwozu osadza się część materiału spłukanego pod postacią deluwjum, część druga tego materiału bywa uniesiona do rzeki. Osady mogą przy ujściu wąwozu do doliny pokryć lub zamulić inne gleby leżące w tej dolinie.

Zasługuje na uwagę drenująca, osuszająca działalność wąwozów. Niemi odpływa woda zaskórna lub opadowa atmosferyczna wsiąkająca w glebę. Przez nie zwiększa się powierzchnia parowania wody i obniża się poziom wód gruntowych. Powsta-

¹⁾ Deluo — zmywam, spłukuję; colluo — zmywam do jednego miejsca (nprz. w miejscach kotlinowych); eluo — wymywam, wypłukuję; alluo — dopłukuję, przypłukuję.

waniu wąwozów sprzyja: a) miękka lub luźna budowa skały słabo opierająca się rozmywającemu działaniu wody; b) zjawiska klimatyczne: wody wiosenne, ulewy letnie, deszcze perjodyczne po posuchach i inne; c) trzebież lasów i krzaków, oranie stoków, pasanie bydła na stokach wzgórz i t. p. Typy wąwozów są zmienne i rozmaite. W budowie bruzdy—wyrwy wąwozowej daje się wyróżnić: 1) powierzchnia zbierająca wodę; 2) pogłębiające się łożysko młodego wąwozu; 3) teren największego wypłukiwania o stromych ścianach; 4) starsza część wąwozu pomiędzy wysokimi zadarnionami nie stromymi zboczami bez wyraźnych oznak wypłukiwania; 5) zniżające się zanikające zbocza pokryte deluwjum i darnią, zaniezione przy ujściu materiałem zmywanym. Wąwozy wydłużają się w kierunku przeciwnym prądowi spływającej wody. Przyrost roczny ich długości dochodzi do czterech, pięciu metrów a nawet 10 i 15, czasem nawet 40 — 60 metrów. Wiele z nich nprz. w Sandomierskiem osiąga długość kilku kilometrów a nawet znacznie więcej.

Aluwjum. Woda atmosferyczna, płynąc już jako rzeka, rozmywa brzegi podczas wylewów i wogóle wysokiego stanu wód. Może ona wówczas unosić i większe niż zazwyczaj cząsteczki skalne wypłukane z brzegów lub uniesione do niej przez wody deluwjalne. Występując z brzegów podczas wylewów, pozostawia ona przynajmniej część uniesionego materiału pod postacią namulów, zwanych piaskami rzeczno-nami lub madami, zależnie od swej grubo- lub drobnodziarnistości. Powtarzające się wylewy układają muł warstewkę na warstewce, tworząc warstwowane skały *aluwjalne* rzeczne. O ile rozmącony piasek i muł rzeczny lub deluwjalny dostanie się do jeziora, wówczas opada na dno, tworząc aluwjum jeziorowe także warstwowane, w którym w każdej serji widzimy ciągłe przejścia od warstewek grubszych ku drobniejszym, spowodowane szybszym osiadaniem w wodzie cząstek o wymiarach większych.

Poziomo warstwowane aluwja rzeczne cechuje zazwyczaj brak najdrobniejszych cząstek gliniastych (łatwiej unoszonych jako zawiesina z powrotem do rzeki)¹⁾ i bardzo znaczna dokładność sortowania cząstek piaszczystych lub pyłowych w poszczególnych warstewkach wielce stąd jednorodnych i jednolitych.

Charakter warstewek aluwjum jeziorowego jest nieco inny. Każda poszczególna warstewka składa się z materiału ułożo-

¹⁾ Sławomir Miklaszewski. Mady powiślańskie w okolicach Karczewa i Otwocka Wielkiego. Rok I — zes. 4. Spr. Tow. Nauk. Warsz. r. 1908.

nego w niej w pewnym ścisłym porządku: 1) najgrubszy najniżej, potem stopniowo coraz drobniejszy aż do najdrobniejszego leżącego najwyżej. To też każda warstwa styka się swym materiałem najgrubszym z najdrobniejszym warstwy pod nią leżącej.

Zarówno aluwja rzeczne, jak i aluwja jeziorowe mogą być skałą macierzystą glebotwórczą. Mają one wielkie znaczenie, ponieważ gleby na nich powstające należą do najżyźniejszych.

Niszcząca działalność wody wsiąkającej zaznacza się wypłukiwaniem grot i korytarzy podziemnych w skałach wapiennych, głównie gipsowych, powodując t. zw. zjawiska karstowe, polegające bądź na częściowym odwodnieniu powierzchni ziemi, bądź na powstawaniu lejkowatych lub miskowatych zagłębień spowodowanych zapadaniem się warstw powierzchniowych w miejsca puste, pozostałe po wypłukanych skałach. Zjawisko to jest natury chemicznej.

Woda wsiąkająca..

2) Chemiczna działalność wody.

Woda rozkłada chemicznie większość skał powierzchniowych i łąguje powstające stąd produkty wietrzenia. Sposób tego wietrzenia zależy od charakteru chemicznego skały.

Bez względu na wielką różnorodność wszystkich części składowych skał glebotwórczych, ich charakter chemiczny daje się sprowadzić do kilku typów zasadniczych. Z nich główne są: A — wolny kwas krzemowy — kwarc, B — krzemiany; C — glinokrzemiany i D — węglany. Wszystkie inne typy naturalnych związków mineralnych mają dla skał macierzystych gleby znaczenie podrzędne, bądź niejasne, lub też są produktami wietrzenia związków głównych zasadniczych. Należą do nich: E — siarczany i fosforany, ilościowo w skałach macierzystych mało rozpowszechnione; F — związki tytanu (bardzo rozpowszechnione w glebach i ich skałach macierzystych, lecz

Zasadniczy skład chemiczny skał glebotwórczych.

1) Cząsteczki minerałów (c. wł. = σ) osiadają w wodzie zgodnie z formułą Stokes'a:
$$v = \frac{2ga^2(\sigma - \rho)}{9\eta}$$
, gdzie v jest szybkością ciała spadającego (w cieczy lub powietrzu); a — jego promień (przyjmując kulistą postać ciała); ρ — gęstość środowiska i η — współczynnik jego lepkości (spójności). [Trans. Camb. Phil. Soc. 9, 8, 1851.]

Wartości liczbowe dla temperatury 16°C wynoszą: $g = 981$, $\sigma = 2,5$, $\rho = 1$, $\eta = 0,011$ wobec czego: $v = a^2 \times 29430$, lub $a = \frac{\sqrt{v}}{171}$ cm.

Formuła zgadza się dość dobrze z rzeczywistością. Odchylenia pochodzą bądź z niedostatecznej kulistości cząsteczek, bądź skutek powstawania prądów konwekcyjnych spowodowanych różnicami temperatur.

o znaczeniu dotychczas niewyjaśnionem) i G — gliny (bardzo ważne ale pochodne wietrzeniowe skał pierwotnych).

Z grup powyższych tylko pierwsza grupa A, **Kwarc** (związek trwały). a więc jeden tylko *kwarc jest związkiem trwałym* w zwykłych warunkach temperatury i ciśnienia panujących na powierzchni ziemi, to też nie podlega on żadnym zmianom prócz rozdrobnieniu mechanicznemu. *Wszystkie inne części składowe skał* podlegają zmianom pod wpływem czynników wietrzenia materialnego (wody, tlenu i dwutlenku węgla), a więc są *nietrwałe*. Woda jest najistotniejszym czynnikiem wietrzenia skał, bo w jej nieobecności nie działają na związki mineralne skał, ani tlen ani dwutlenek węgla, stąd też musimy łącznie rozpatrywać ich czynniki wietrzeniowe.

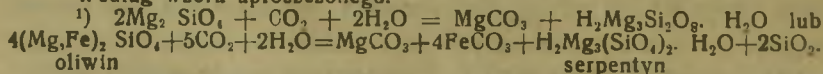
Grupa B zawiera *krzemiany* t. j. sole kwasów meta- i ortokrzemowego lub ich mieszaniny izomorficzne, głównie sole wapniowe (Ca), magnezowe (Mg), żelazowe (Fe⁺⁺⁺), żelazawe (Fe⁺⁺), manganowe (Mn), potasowe (K), sodowe (Na) i wiele innych znaczenia podrzędniejszego dla gleb.

Przebieg ich wietrzenia pod łącznym wpływem wody, tlenu i CO₂ jest zasadniczo zawsze jednaki. ¹⁾

Najłatwiej wietrzeją krzemiany żelazowe, które swe żelazo utlenione pod wpływem tlenu powietrza, wydzielają pod postacią wolnego tlenku żelazowego i wskutek znacznego przytem zwiększenia objętości, powodują kruszenie się materiału skalnego. Następnie dwutlenek węgla wypiera z krzemianów kwas krzemowy, łącząc się z jego zasadami. Powstają węglany i wolny kwas krzemowy jako bezpostaciowe wodorotlenki krzemionki.

Powstający przytem nietrwały węglan żelazowy wnet się rozkłada na wolny dwutlenek węgla i wodorotlenek żelazowy. Mangan krzemianów wydziela się, jako wolny tlenek manganowy. Zawarte w krzemianach pod postacią nikłych domieszek siarka (S), fosfor (P) i chlor (Cl) przeobrażają się przy-

Według wzoru uproszczonego:

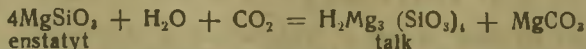


oliwin

serpentyń

Krzemionka narazie wydziela się pod postacią wodną, którą traci dopiero potem a FeCO₃ pod wpływem wody i tlenu powietrza przeobraża się w wodorotlenek żelazowy.

Bezglinowe amfibole i pyrokseny rozkładają się według wzoru uproszczonego:



enstatyt

talk

I talk i serpentyń mogą się dalej rozkładać, dając wodną krzemionkę i węglan magnezu.

tem w kwas siarkowy (zaraz zobojętniany przez uwalniane wskutek wietrzenia zasady) chlorki i fosforany.

Słowem w wyniku ostatecznym wietrzenia powstają:

- a) bezpostaciowy wodny kwas krzemowy,
- b) wolny wodorotlenek żelazowy,
- c) wolny tlenek żelazowy i manganowy,
- d) węglany wapniowy i magnezowy,
- e) węglany alkaliów,
- f) siarczany wapnia i magnezu,
- g) siarczany alkaliów,
- h) fosforany wapnia i magnezu,
- i) chlorki wapnia, magnezu i alkaliów.

Grupa C. Najważniejsza i najliczniejsza jest grupa *glinokrzemianów* — t. j. soli najczęściej K,

Na, Ca, Mg, Fe, Mn, złożonego kwasu glinokrzemowego i ich mieszanin izomorficznych. Ich wietrzenie w warunkach temperatury i ciśnienia panujących na powierzchni ziemi polega na wyparciu (przez wodę i CO₂) z glinokrzemianu uwodnionego (zhydratyzowanego) kwasu glinokrzemowego pod postacią kaolinu, na wydzieleniu części (również następnie uwodnianego) kwasu krzemowego i powstaniu węglanów kosztem zasady glinokrzemianu (obacz: formuła na str. 60).

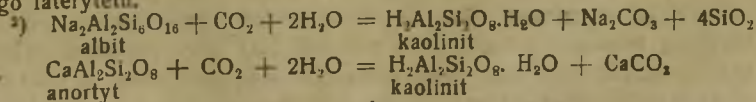
Wietrzenie
glinokrzemianów.

I podczas wietrzenia glinokrzemianów powstają z zawartych w nich domieszek siarczany, chlorki, fosforany, tlenki żelazowe i manganowe i wodorotlenki żelazowe, to też w wyniku końcowym wietrzenia na powierzchni ziemi glinokrzemianów otrzymamy: ¹⁾

- a) wolny wodny kwas glinokrzemowy, czyli kaolin,
- b) bezpostaciowy wodzian kwasu krzemowego,
- c) wolny wodorotlenek żelazowy,
- d) wolne tlenki żelazowe i manganowe,
- e) węglany wapniowe i magnezowe,
- f) węglany alkaliów,
- g) siarczany wapniowe i magnezowe,
- h) siarczany alkaliów,
- i) fosforany wapniowe i magnezowe,
- j) chlorki wapnia, magnezu i alkaliów.

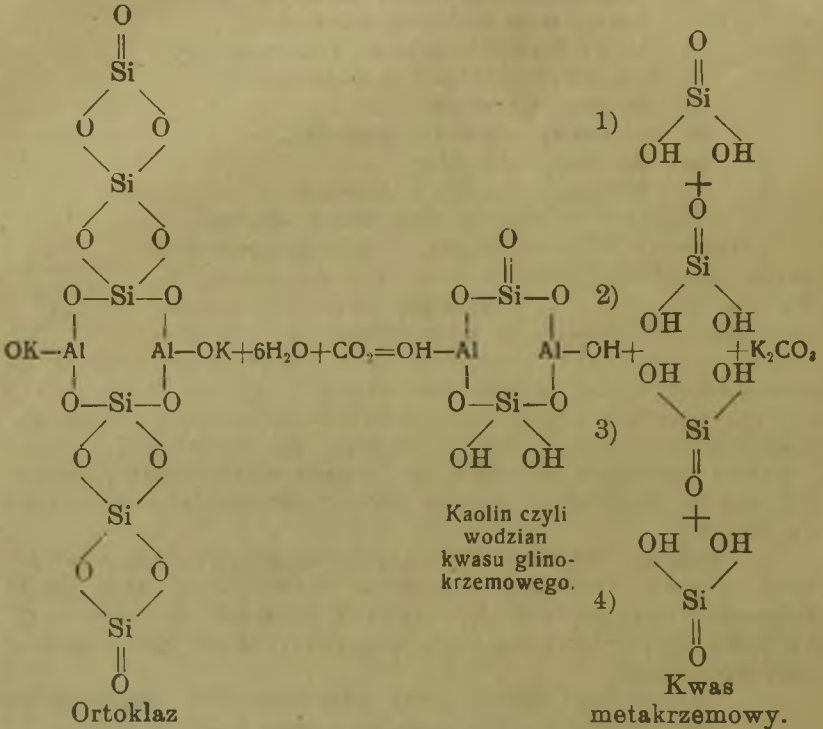
Charakter tego wietrzenia uwidoczniła podana niżej formuła rozkładu skalenia: ²⁾

¹⁾ NB. narazie dla uogólnienia, nie biorąc pod uwagę podzwrotnikowego laterytu.



Jestto tak zwana kaolinizacja skaleni.

$\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16} + 6\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{CO}_3 + 4\text{SiO(OH)}_2$
 ortoklaz kaolin kwas metakrzemowy,
 lub wchodząc w budowę związków:



Trzy grupy związków (A, B i C), których główny charakter wietrzenia podaliśmy powyżej, w rozmaitych kombinacjach tworzą pierwotne zasadnicze skały składające główną masę litosfery. Wszystkie inne skały litosfery osadowe lub klastyczne należy uważać za ich pochodne, bowiem powstały z produktów wietrzenia pierwszych.

Cały komplet skał pierwotnych w roli tworzenia skał macierzystych gleby da się rozbić na dwie kategorie: (ob. na str. 29) na skały kwaśne t. j. zawierające od 65—75% kwasu krzemowego, a więc i wolny kwarc, oraz na skały zasadowe t. j. zawierające 40—65% kwasu krzemowego a więc pozbawione wolnego kwarcu.

Stąd wynikają różnice końcowych produktów ich wietrzenia, bowiem kwarc (ob. na str. 58) nie podlega wietrzeniu chemicznemu jeno rozdrobnieniu mechanicznemu. Oto zestawienie tych produktów:

I. Ze skał kwaśnych powstają:

- a) kwarc,
- b) kaolin,
- c) bezpostaciowy kwas krzemowy, ✓
- d) tlenki żelazowe i manganowe, ✓
- e) wodorotlenki żelazowe,
- f) węglany wapniowe i magnezowe,
- g) węglany alkalicznych,
- h) siarczany wapniowy i magnezowy,
- i) siarczany alkalicznych,
- j) fosforany wapniowy i magnezowy,
- k) chlorki wapnia, magnezu i alkalicznych.

II. Ze skał zasadowych:

kwarcu niema,

- a) kaolin,
- b) bezpostaciowy kwas krzemowy,
- c) tlenki żelazowe i manganowe,
- d) wodorotlenki żelazowe,
- e) węglany wapniowe i magnezowe,
- f) węglany alkalicznych,
- g) siarczany wapniowy i magnezowy,
- h) siarczany alkalicznych.
- i) fosforany wapniowy i magnezowy,
- j) chlorki wapnia, magnezu i alkalicznych.

Nie wszystkie wymienione produkty wietrzenia mogą się utrzymać w rumowisku skalnym. Woda opadowa zawierająca tylko tlen i CO_2 przesiąka ciągle z powierzchni w głąb skały.

Ten stały przypływ coraz to nowych ilości wody wraz z nowymi ilościami tlenu i bezwodnika kwasu węglowego zapobiega ustaniu procesów wietrzenia, co bez tego musiałyby nastąpić niechybnie. Jednocześnie woda łączy produkty wietrzenia lecz z siłą niejednakową wobec ich rozmaitej rozpuszczalności. Najłatwiej ulegają wypłukaniu chlorki wapnia, magnezu i alkalicznych, również łatwo siarczany alkalicznych i ich węglany. Ich obecność w wodzie łączącej znakomicie zwiększa rozpuszczalność względnie trudno rozpuszczającego się gipsu. To też zarówno łatwo rozpuszczalny siarczan magnezu jak i gips nie mogą się oprzeć działaniu wody łączącej ich ze zwiędzłego rumowiska skalnego.

Nieco trwalsze są węglany i fosforany wapnia i magnezu nierozpuszczalne w wodzie czystej. Woda zawierająca dwutlenek węgla łączy węglany (naprz. CaCO_3) ziem alkalicznych pod postacią łatwo rozpuszczalnych t. z. dwuwęglanów czyli kwaśnych węglanów, naprz. $[\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2]$ a częściowo i fosforany bardziej rozpuszczalne w wodzie zasobnej w dwutlenek węgla. Częściowo

Ługowanie
soli rozpuszczalnych.

ługuje ona i galaretowaty, wodny koloidalny kwas krzemowy nieco rozpuszczalny w wodzie szczególnie w zawierającej węglany alkaliów ale czynie to bardzo nieznacznie, wobec nietrwałości tych związków przechodzących pod wpływem rozpuszczonych w wodzie soli lub nawet wahań temperatury w bezpostaciowy nierozpuszczalny proszek kwasu krzemowego. Wodorotlenki żelazowe oraz tlenki żelazowe i manganowe są zupełnie nierozpuszczalne w wodzie w warunkach wietrzenia abiotycznego¹⁾. Kaolin nie rozpuszcza się ani w wodzie czystej, ani też w wodzie zawierającej CO₂. Jako końcowy produkt rozkładu glinokrzemianów odznacza się on trwałością niezmierną w warunkach, prócz warunków powstawania laterytu, termodynamicznych powierzchniowych warstw skorupy ziemskiej, o ile w niej nie zachodzą procesy biologiczne. Że kwarc się nie rozkłada, o tem mówiliśmy już poprzednio.

Końcowe produkty wietrzenia skał kwaśnych.

Zgodnie z powyższem, z zasadniczych skał krystalicznych, po ostatecznem ich zwietrzeniu pod wpływem czynników mineralnych abiotycznych w warunkach termodynamicznych powierzchni ziemi, mogą powstać następujące trwałe końcowe produkty wietrzenia:

I. — ze skał kwaśnych:

- a) kwarc,
- b) kaolin,
- c) kwas krzemowy bezpostaciowy (krzemionka),
- d) tlenki żelazowe i manganowe,
- e) wodorotlenki żelazowe,
- f) fosforany wapniowe i magnezowe.

II. — ze skał zasadowych:

- a) kaolin,
- b) kwas krzemowy bezpostaciowy (krzemionka),¹⁾
- c) tlenki żelazowe i manganowe,
- d) wodorotlenki żelazowe,
- e) fosforany wapniowe i magnezowe.

Związkom tym, choć w ilościach niewielkich lecz za to stale towarzyszą tlenki tytanowe, których losy i przemiany nie są nam znane dostatecznie.

W tych końcowych, niezmiernie rzadkich w skorupie ziemskiej, stadjach rozkładu, wietrzenie ustaje, jako już zupełnie skończone, dokonane, bo już wszystkie części składowe skały wietrzejącej są trwałe, w danych warunkach nierozkładne. Zazwyczaj w skale macierzystej gleby widzimy obok trwałych produktów wietrzenia i okruchy niezmięnionej skały krystalicznej, okruchy wyluźnionej z niej minerałów, a także nietrwałe i ruchliwe produkty wietrzenia, rozpuszczalne w wodzie, najczęściej węglan wapniowy, rzadziej siarczan

1) Bez współdziałania światła roślinnego i zwierzęcego.

wapniowy jeszcze rzadziej siarczan magnezu, chlorki alkalojów i ziem alkalicznych oraz węglany alkalojów.

Wietrzenie energetyczne i materialne przebiegają jednocześnie prawie wszędzie. Wyjątek stanowić mogą jedynie bardzo wysokie góry i bezdeszczowe pustynie, gdzie panuje samo kruszenie mechaniczne skał. Jedno wspomaga drugie. Rozdrabnianie mechaniczne okruchów skalnych zwiększa powierzchnię wietrzenia materialnego (chemicznego), to ostatnie zaś, rozluźniając spójność, zmniejsza oporność skały na wpływy energetyczne. Zresztą wietrzenie energetyczne ustaje dość szybko, bądź dochodząc kresu rozdrobnienia okruchów skalnych, przy którym powstanie w złomku rozmaicie rozgrzanych dwu warstw jest nie do pomyślenia, lub też drobne jednorodne okruchy poszczególnych minerałów wyluznione ze zwartej skały nie wykażą dostatecznych napięć, aby mogły one spowodować pęknięcie, wobec braku w poszczególnym okrusku minerału różnic współczynników rozszerzalności, jakie widzimy w niejednorodnych złomkach skalnych.

Współrzędność wietrzenia energetycznego i materialnego

O ile można o tem sądzić z badań dotychczasowych, kresem rozdrobnienia mechanicznego jest średnica ziarna $\pm 0,01$ mm. Nie może się ono rozpaść i pod wpływem uderzenia spowodowanego stoczeniem się lub upadkiem, bo z łatwością za lada podmuchem wiatru unosi się w powietrzu.

Wielkości kresowe rozdrobnienia.

Intensywność wietrzenia materialnego wzrasta szybciej aniżeli intensywność rozdrabniania, bowiem miarą pierwszego jest wzrost powierzchni zbiorowej okruchów i ziarn, miarą drugiego—zmniejszenie się przeciętnych średnic miazgi skalnej. To też kres drobnosci okruchów skalnych i minerałów (prócz kwarcu) mogących istnieć w rumowisku, a nierozłożonych przez wietrzenie chemiczne leży powyżej kresu możliwości rozdrobnienia mechanicznego (t. j. $\pm 0,01$ m/m. i odpowiada mniej więcej wymiarowi $\pm 0,25$ m/m., który przekracza nader rzadko¹⁾). Stąd też skład mineralogiczny i chemiczny rumowiska skalnego nie jest jednolity i jednakowy. Czastki o średnicy powyżej 3 m/m. zazwyczaj niczem się nie różnią od litej skały macierzystej. Są to bądź okruchy skalne, bądź minerały wyluznione z gruboziarnistych skał krystalicznych. Czastki o średnicy od 3 m/m. do 0,25 m/m., składają się ze złomków minerałów skał krystalicznych z coraz większą przewagą kwarcu w miarę zmniejszania ich wymiarów: przeszło 90%, w ziarnach o średnicy 0,5—0,25 m/m.

²⁾ Bardziej rozdrobnione bywają czasem niektóre miki i żelaziak tytanowy.

Okruchy, których średnica waha się od 0,25 m/m. do 0,01 m/m., są prawie bez wyjątku ¹⁾ ziarnami krystalicznego kwarcu.

Cząsteczki pyłowe o średnicy od 0,01 do 0,001 m/m. składają się głównie z krzemionki i częściowo z wodnego bezpostaciowego kwasu krzemowego, wydzielonych, jako produkt wietrzenia glinokrzemianów i krzemianów pod działaniem wody i dwutlenku węgla. Najdrobniejsze cząsteczki, których średnica nie osiąga 0,001 m/m. mają skład chemiczny najbardziej złożony. Frakcja powyższa składa się z kaolinu, wodorotlenku żelazowego, z tlenków żelazowego i manganowego, z fosforanu wapniowego i nieznacznych ilości krzemionki ²⁾.

Zależność
składu mine-
ralogicznego
od drobnosci.

Z zestawienia produktów wietrzenia skał krystalicznych kwaśnych i zasadowych możemy wyciągnąć wniosek potwierdzony przez obserwację, że zwietrzałe rumowiska skalne z nich powstające i *pozostające in situ*, t. j. tam gdzie się utworzyły, muszą się różnić znacznie. Skały kwaśne zawierające tak trudno wietrzejący kwarc, przeobrażają się w tych samych warunkach wietrzenia w utwory, bardziej gruboziarniste: piaski, piaski gliniaste lub gliny piaszczyste; skały zasadowe w tych samych warunkach stają się drobnoziarniste o charakterze bardziej gliniastym.

Rumowisko
in situ.

W utworach powstałych ze zwietrzenia zarówno skał kwaśnych, jak i zasadowych będą podlegać abiotycznemu wietrzeniu mineralnemu tylko cząsteczki o średnicy większej od 0,25 m/m., oczywiście, o ile zawierają one jeszcze będą nierozłożone krzemiany i glinokrzemiany. Cząsteczki drobniejsze, jako złożone ze związków trwałych, nierozkładnych pozostają bez zmiany.

Po rozłożeniu w skałach krystalicznych ostatnich krzemianów i glinokrzemianów przeobrażają się one w warunkach termodynamicznych panujących na powierzchni ziemi w masę chemicznie martwą. Nie ulegnie ona zmianom, chyba wywołanym procesami sortowania mechanicznego, lub pod wpływem

²⁾ Ziarna średnicy od 0,25 — 0,1 m/m. zawierają czasem pewne ilości blaszek miki i żelaziaka tytanowego nie dochodzące jednak do 1%.

³⁾ Sądząc z danych w pracach; Laufera i Wahnschaffego. *Untersuch. des Bodens d. Umgeg. Berlin. Abh. z. geolog. Spezialkarte von Prens. B. III, H2, Teal'a. Neues Jahrb. f. Min. 1889, II. 442.* O rutyli i cyrkonie w glinach; Hutchings. *Geolog. Magaz. (3), 8, 1891; Ziemięczyńskiego. Kaolinitowyja obrazowania jużnoj Rossii. 1896 i Glinki. Petrograf, charakter Noworżewskich i Wielikołuskich poczw. Zap. Nowo-Aleks. Instit. S. Ch. i Lesow. t. XI, wyp. 2. 1898* oraz K woprosu o wodnych alumosilikatach i glinach. Tam że 1892. — we frakcji najdrobniejszej znajdują się nieraz i granaty, blendy, muskowił, ortoklaz, a nawet rutil, turmalin, cyrkon i t. p. Trzy ostatnie pochodzą zapewne z drobnutkich wrostków wietrzejących skał i minerałów glebotwórczych.

zjawisk metamorficznych spowodowanych zmianą warunków termodynamicznych innych, niż rządzące na powierzchni ziemi, lub też, co się zdarza najczęściej, pod wpływem procesów biologicznych, które jako bardzo ważne dla życia gleby rozpatrzymy nieco dalej.

Grupa D. Węglany. Skąły węglanowe przeobrażają się pod wpływem wietrzenia w rozmaite skąły macierzyste gleb bardzo ciekawych z punktu widzenia gleboznawczego.

Skąły węglanowe.

Skąły węglanowe krystaliczne mają dla nas znaczenie podrzędne miejscowe, skąły węglanowe osadowe są glebotwórczo ważniejsze. Ich własności wiążą się ze sposobem ich powstawania. Podstawowym materiałem służącym do ich budowy są węglany wapnia i magnezu—jedne z produktów końcowych wietrzenia zasadniczych skąły krystalicznych glinokrzemianowych i krzemianowych, a także i wapieni krystalicznych. Ługowane przez opady atmosferyczne pod postacią dwuwęglanów, z wodą rzeczną dopływają do mórz i oceanów, gdzie pobierane przez organizmy morskie, służą do budowy ich szkieletów i pancerzy tworzących po śmierci tych zwierząt potężne nieraz warstwy skąły osadowych. Wynurzone z głębi morza wskutek procesów geologicznych wietrzeją, dając początek skąłom macierzystym przyszłych gleb. Skąły węglanowe zawierają prócz przeważnych ilości węglanów wapnia i magnezu, produkty pochodzenia biologicznego, a więc i związki fosforu i siarki. Fosfor występuje zazwyczaj pod postacią bądź równomiernie rozsiągniętych w miąższu skąły mikroskopijnych kryształów lub bezpostaciowych skupień fosforanu wapniowego, bądź też pod postacią złóż fosforytowych.

Domieszki P. S. i okruchów skalnych.

Siarka wkropiona podobnie pod postacią mikroskopijnych kryształków markazytu i pirytu, tworzy czasami dendryty lub druzi. Prócz związków powyższych skąły węglanowe zawierają zazwyczaj produkty wietrzenia skąły krzemianowych, bądź przyniesione przez rzeki, bądź przez niszczącą skąły nadbrzeżne odbitą falę morską, a więc okruchy i związki rozmaitej wielkości i różnego składu chemicznego. Obok domieszki grubszych piasków kwarcowych lub krzemianowych, widzimy drobniejsze cząsteczki kwarcowe lub bezpostaciowe krzemionkowe i najdrobniejsze cząstki kaolinu, tlenku manganowego i żelazowego oraz wodorotlenku żelazowego. Prócz kwarcu i krzemienki pochodzenia mineralnego niektóre wapienie obfitują w krzemionkowe pancerze radjolaryj okrzemków pochodzenia, oczywiście, organicznego.

Kwarc, krzemionka, okrzemki

Innymi słowy każda skąła węglanowa zawiera mniejsze lub większe ilości piasku kwarcowego, bądź krzemianowego, bądź materiałów gliniastych, nieco mniejsze ilości kwasu krzemo-

wego bezwodnego i wodnego, pochodzącego z osłon organizmów morskich, i wreszcie piryt, markazyt i nierozpuszczalne fosforany.

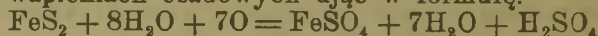
Ze związków wymienionych wietrzeją najbardziej węglany ługowane przez wodę zawierającą dwutlenek węgla i w słabym stopniu fosforany. Utleniają się piryty i markazyty oraz rozkłada się piasek krzemianowy i glinokrzemianowy. Wszystkie inne domieszki: kaolin, kwarcowy piasek i pył a także tlenki żelazowe nie wietrzeją, jak to już wiemy, bo są to związki trwałe w panujących warunkach termodynamicznych wietrzenia na powierzchni ziemi.

Wietrzenie tedy zuboża wapienie osadowe przedewszystkiem w węglan wapniowy, przeobrażając je w miękkie rumowisko. Wobec mniejszej rozpuszczalności węglanu magnezowego następuje t. zw. *dolomityzowanie*¹⁾ *wapieni*, skała wietrzeje wówczas oporniej, ale w końcu i dolomit zostaje wypłukany z ramowiska skalnego. Podobnie tylko wolniej wzbogaca się (względnie) skała w nierozpuszczalne fosforany. Zmienia się stopniowo ilościowy stosunek rozpuszczalnych węglanów do nierozpuszczalnych i nie wietrzących domieszek — piaskowego kwarcu, krzemionki lub cząstek gliniastych, to też skała przeobraża się stopniowo w *margiel*: piaszczysty, pyłowy lub gliniasty, a nawet w razie dalszego wylugowania węglanów w margłowe piaski lub gliny.

Margle.

Wietrzenie pirytu i markazytu.

Proces wietrzenia pirytu i markazytu da się w wapieniach osadowych ująć w formułę:



Powstający kwas siarkowy tworzy zaraz łatwo rozpuszczalny w wodzie MgSO_4 i CaSO_4 łatwiej rozpuszczalny od CaCO_3 , co przyspiesza proces wietrzenia wapieni. Wolny kwas siarkowy rozpuszcza też i kaolin, tworząc z siarczanami alkaliów ałuny, spotykane nieraz w końcowych produktach wietrzenia wapieni.

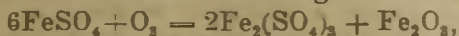
¹⁾ Dolomit, jestto podwójny węglan magnezu i wapnia — $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. ($\text{CaCO}_3 : \text{MgCO}_3 = 1 : 1$) trudniej rozpuszczalny od CaCO_3 i MgCO_3 .

W warunkach normalnych przeciętnych w 10.000 częściach wody nie zawierającej CO_2 rozpuszcza się.

- 1) CaCO_3 10 cz.
- 2) MgCO_3 13,1 cz.
- 3) FeCO_3 7,2 "
- 4) MnCO_3 4—5 cz.
- 5) CaSO_4 (anhydryt) 20 "
- 6) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (gips) 25 "

NB. rozpuszczalność CaCO_3 zależy od tego czy występuje on jako kalcyt czy aragonit. Sole 3 i 4 są nietrwałe i pod wpływem tlenu powietrza przechodzą w wodorotlenki żelaza naprz. w limonit i w pyroluzyt. Sole 5 i 6 rozpuszczają się łatwiej w obecności NaCl i Na_2SO_4 . Obecność CO_2 nie wzmacnia ich (5 i 6) rozpuszczalności.

Natomiast siarczan żelazawy, jako ciało nietrwałe, utlenia się szybko do siarczanu żelazowego:



uwalniając część żelaza pod postacią wolnego tlenku żelazowego.

Siarczan żelazowy także nietrwały przeobraża się w wodorotlenek żelazowy i wolny kwas siarkowy. Stąd produkt wietrzenia wapieni osadowych wzbogaca się w tlenki i wodorotlenki żelazowe, przeobrażając się w utwory marglowe zawierające gips oraz znaczne ilości tlenków i wodorotlenków żelazowych.

Jak widzimy, skała macierzysta gleby powstająca skutek wietrzenia węglanowych skał osadowych nie różni się zasadniczo swym składem od składu zwietrzałych skał krystalicznych krzemianowych i glino-krzemianowych. Zawsze i niezmiennie powstaje utwór zawierający, jako końcowy rezultat wietrzenia: a) kwarc, b) bezpostaciowy kwas krzemowy, c) kaolin oraz d) tlenki żelazowe i manganowe. O ile zaś wietrzenie nie dobiegło do końca, to mogą jeszcze pozostać: e) okruchy osadowej skały węglanowej, f) piasek krzemianowy, g) fosforany wapnia i magnezu, h) siarczan wapniowy i i) węglan wapniowy. W razie utrudnionego ługowania związków rozpuszczalnych mogą pozostać i j) sole łatwo rozpuszczalne.

Rezultat wietrzenia skał węglanowych.

Grupa G. Wietrzenie *glin* ma znaczenie glebotwórcze z racji ich znacznego rozpowszechnienia. Jedne z nich powstały w takich epokach geologicznych, kiedy zjawiska biotyczne nie istniały lub nie mogły wywrzeć na ich powstawanie wyraźnego wpływu, inne powstały wówczas, gdy czynniki biotyczne działały intensywnie na powierzchnię skorupy ziemskiej. Prócz najdoskonalej sortowanych glin morskich i oceanicznych mamy gorzej sortowane gliny pochodzenia aluwialnego i deluwialnego (najnieodkładniej sortowane).

Wietrzenie glin.

Udział organizmów w powstawaniu pewnej części glin wzbogaca te utwory w związki rozpatrywane już w analogicznych skałach węglanowych, a więc w fosforany i siarczki żelaza. Nie brak też w nich i związków organicznych. Dzięki procesom wietrzenia piryty i markazyt, jak i w skałach wapiennych (ob. na str. 66), przeobrażają się w kwas siarkowy, tlenek i wodorotlenek żelazowy. Wobec braku zasad neutralizujących, kwas siarkowy działa na kaolin o wiele silniej. Zwiększenie objętości kaolinu namakającego i jej zmniejszanie schnącego powoduje pęknięcia i powstawanie szczelin ułatwiających przesiąkanie wody i dostęp powietrza.

W wyniku końcowym takiego wietrzenia otrzymujemy gliny żelaziste zawierające w razie niedostatecznego ich ługowania kryształy aluminów i siarczanu żelaza.

Gliny powstałe abiotycznie są zazwyczaj mocno zmienione wskutek procesów metamorficznych, jakim podległy przed swem obnażeniem i wychyleniem się na powierzchnię ziemi. Ciśnienie w głębi ziemi przeobraziło je w łupki gliniaste z przejściami aż do łupków mikowych i chlorytowych. Podczas ich wietrzenia odbywają się równocześnie dwa procesy: proces ich rozkruszania i uwalniania części gliniastych niezdolnych do dalszego rozkładu chemicznego oraz równorzędnie zwykły rozkład mik i chlorytów dających w wyniku zwykłe produkty wietrzenia chemicznego glinokrzemianów.

Wietrzenie piaskowców. Jako piaski zcementowane utworzone z rozkruszonych skał krystalicznych pierwotnych, piaskowce drobnoziarniste, wietrząc, powracają jedynie do swego stanu pierwotnego przed ich zementowaniem. Ich drobne cząstki piasku i pyłu to kwarc niezdolny do przeobrażeń. Wietrzenie piaskowców gruboziarnistych, zlepieńców i druzgotów nie różni się od wietrzenia skał litych krzemianowych, glinokrzemianowych, i węglanowych mających podobny skład mineralogiczny.

Zestawiając abiotyczny przebieg wietrzenia skał rozmaitych, widzimy niezależnie od natury wietrzącej skały zawsze jeden i ten sam nieodzowny skład produktów wietrzenia:

A) Okruchy skały i jej minerałów skałotwórczych + kwarc, jako cząsteczki o średnicy $> 0,25$ m/m;

B) W ziarnach o średnicy $< 0,25$ m/m: a) kwarc, b) bezpostaciowa krzemionka bezwodna i wodna, c) kaolin, d) tlenki żelazowe i manganowe, e) wodorotlenki żelazowe.

C) Wrazie niecałkowitego wylugowania będą tam jeszcze: produkty wietrzenia trudno rozpuszczalne w wodzie: a) węglany wapnia i magnezu, b) siarczan wapnia i c) fosforany wapnia i magnezu. Zaś w warunkach utrudnionego ługowania związków rozpuszczalnych ze skały, będącej jeszcze w stadium wietrzenia będziemy mogli wykryć w niej i

D) produkty wietrzenia łatwo rozpuszczalne w wodzie: a) chlorki ziem alkalicznych, b) chlorki alkalicznych, c) siarczany magnezu i alkalicznych oraz d) alumin i siarczan żelaza.

b) Lód.—Lodowiec.

Czynnikiem silnie kruszącym jest również woda marznąca w spękaniach i szczelinach skalnych. W stanie stałym, jako lód, ma ona większą objętość aniżeli w ciekłym, to też rozsadza skały z wielką siłą,

Woda
marznąca.

nader szybko przeobrażając je w rumowisko, nawet i w naszych warunkach klimatycznych, nie mówiąc już o krajach arktycznych ¹⁾).

Największe jednak znaczenie ma dla gleboznawcy niszcząca i budująca działalność wody pod stałą postacią mas śniegu i lodu zwanych *lodowcem*. Utwory lodowcowe pokrywają ogromne płaty lądu Eurazji i Ameryki północnej ²⁾. One też dały początek większości naszych gleb. Lodowiec.

Charakter utworów lodowcowych i ich własności tłumaczy się sposobem ich powstania pod łącznym wpływem działalności lodu, wody topniejącego lodowca i powietrza.

Miejsce występowania lodowca, jako śniegu przeobrażonego w granicach linii wiecznych śniegów, jest najzupełniej wyraźne. Są to okolice podbiegunowe i wysokie góry niezależnie od szerokości geograficznej, nie wyłączając równika. Oczywiście, wielkość lodowców, ich rozpowszechnienie a nawet rozmieszczenie mogło być, lub nawet wiemy, że było, inne w pewnych epokach geologicznych. Lodowce górskie nie mają dla gleb wielkiego znaczenia i ustępują pod tym względem lodowcowi lądowemu. Taki lodowiec w epokę lodowcową pokrywał nasze ziemie całunem lodowym, względnie jego jezory, jak pług orały i wżerały się w skały wychylające się u nas na światło dzienne, nasuwając się kilkakrotnie stopniowo z północy (z Fenoskandji) na południe i dochodząc w swoich wędrowkach aż do Karpat, gdzie nieraz spotykały się z lodowcami miejscowymi Karpackimi.

W przyczynę powstania takiego lądolodu wchodzić nie będziemy, odsyłając ciekawych do geologii, gdyż nie tłumaczą nam one procesów glebotwórczych. Natomiast podkreślimy w działalności lodowca to, co nam objaśnia właściwości lodowcowych skał glebotwórczych. Wielkie masy lodu, staczające się a właściwie spływające, jako pewnego rodzaju plastyczna masa lodowo-śniegowa, z gór lub pod własnym uciskiem swych niezmiernie grubych warstw wyżej leżących, i rozpluwając się na boki, miazdzą swym ciężarem skały, po których się przesuwają.

Powstająca stąd miazga skalna wmarza w dno lodowca, tworząc t. zw. morenę denną i nabiera Morena
denna. wraz z lodowcem ruchu postępowego. Okruchy skalne przygnięcione ciężarem lodowca do powierzchni skały, po której się przesuwają, kruszą ją, żłobiąc, szlifując, wygładzając nierówności a jednocześnie same się polerują, obtaczają i rysują.

¹⁾ Tarr. American. Geologist. 1897, XIX., Davison. Geolog. Magaz. 1889. Kerr. American Journ. of. Sc. 345 i dalej XXI. 1881.

²⁾ Według obliczeń Penck'a powierzchnia lodowca północno-europejskiego wynosiła ± 5750 tys. klm. ², zaś północno-amerykańskiego ± 7200 tys. klm. ².

Cały ten materiał moreny dennej jest niesortowany lecz przemieszany jakbądź. Padające na boki i środek lodowca, odłamki skał tworzą tak zwaną *morenę boczną i środkową*, występujące później, jako zniesione w jedno miejsce składy kamieni, ¹⁾ tworzące na wzgórzach lodowcowych nieużytki.

**Morena
boczna
i środkowa.**

Przesuwając się po skałach rozmaitych, lodowiec miesza z sobą i łączy materiał skalny genetycznie bardzo różny i najzupełniej przygodny zarówno pod względem składu chemicznego i mineralnego, jak i składu mechanicznego. To też obok okruchów skał wybuchowych, widzimy w utworach lodowcowych i złomki wapieni, piaskowców, domieszkę glin formacyj starszych i t. p. Piaskowe i pyłowe cząstki wietrzejących skał nie pokrytych lodem unosi wiatr i osadza na lodowcu pod postacią *pyłu lodowcowego*. Z czasem ten pył lodowcowy, pogrążając się w lód, dosięga dna lodowca, tam też sortują go wody podlodowcowe (powstające wskutek topienia się lodu pod ciśnieniem). Po wypłukaniu najdrobniejszych cząsteczek, pozostaje napół sortowany piasek, jako część składowa moreny dennej.

**Pył lodow-
cowy.**

W rozwoju lodowca należy rozróżnić trzy fazy: nasuwanie się lodowca, stanie lodowca i cofanie się lodowca. Jeśli lodu przybywa więcej aniżeli topnieje wówczas lodowiec posuwa się naprzód, *idzie*, miążdząc skały i niosąc wmarzniętą miążgę skalną. Jeśli wskutek wahań klimatycznych lub zawędrowania w cieplejsze strony tyle topnieje lodu, ile go przybywa, wówczas lodowiec *stoi*. Niemniej przeto coraz to nowe ilości lodu dochodzą do linii jego zupełnego topienia się a z nim razem do porzuconego materiału morenowego przybywają coraz to nowe ilości miążgi skalnej, tworząc z czasem łańcuchy pagórkowatych usypisk lodowcowych, ciągnących się festonowymi linjami nieraz na znacznej przestrzeni.

**Nasuwanie
się lodowca,
stanie,
cofanie się.**

Są to moreny *końcowe*, lub krańcowe, bowiem powstają na końcach lub krańcach lodowca. Masy wód topniejącego lodowca, stojącego, nie mogą pozostać bez wpływu na nagromadzoną miążgę skalną. To też moreny końcowe są najczęściej mocno wypłukane i składają się zazwyczaj z materiałów grubych: kamieni, zajmujących nader często stanowisko najwyższe, żwirów i grubych piasków. Nawet najmniej rozsortowane zawierają liczne gniazda żwirowe i t. zw. „blockpackung”i składy kamieni. Materiał drobniejszy wody topniejącego lodowca unoszą dalej, wyrównywając i wyglądając pierwotną rzeźbę miejscowości sortowanymi piaskami, wobec czego powstają t. zw. piaski *sandrowe*, a w kotlinach

**Moreny
końcowe.**

¹⁾ Zwane przez Niemców „blockpackung”.

bardziej odległych, osadzając najdrobniejszy miał pod postacią ustających się w wodzie warstwowanych glin przerabianych zazwyczaj na cegłę, dreny i dachówkę, jako dobry materiał ceramiczny.

Sandr.

Gdy lodu przybywa mniej aniżeli topnieje, wówczas lodowiec cofa się, tworząc typowy *krajobraz lodowcowy moreny dennej* cechujący głównie nasze pojezierza. Są to okolice faliste, pagórkowate o wzgórzach zaokrąglonych bochenkowato, otoczonych rynnami odpływowymi dawnych wód lodowcowych będących obecnie łąkami smużnemi, częstokroć mniej lub więcej storfiałemi, lub dolinami rzeczek, bądź strumyków polodowcowych, na które, jak paciorki na nitkę, są nanizane liczne jeziora lodowcowe, leżące w kotlinach rynien odpływowych. W kotlinach bezodpływowych powstają także jeziora o poziomach wód bardzo różnych, nawet o ile leżą bardzo blisko siebie. Wzgórzka pojezierz, składają się z materiału nie sortowanego. Wody cofającego się lodowca nie były ani tak obfite, jak wody lodowca stojącego, ani też ich działalność tak długotrwała, to też ich sortująca działalność, której produkty wypełniają głównie rynny odpływowe, ma znaczenie podrzędne niecharakterystyczne dla sortowanych utworów lodowcowych.

Krajobraz
moreny
dennej.

Ziemie nasze przechodziły dwa zlodowacenia mające znaczenie glebotwórcze. Pierwsze, które sięgało aż po Karpaty, drugie mniej więcej górnego biegu Warty, rzeki Liswarty, gór Kielecko-Sandomierskich, okolic Dębina, Włodawy i t. d. na wschód. Wobec tego dzielą utwory lodowcowe na: 1) dolną glinę lodowcową, marglową, inaczej dolny margiel lodowcowy, występującą jako skała o zabarwieniu szarym lub szarawo-brunatnym zasobną w kamienie

Gliny dolne
i górne.

2) osady między lodowcowe — piaski warstwowane, czasem piaski żwirowe, piaski torfiaste, torfy i łył pokryte piaskiem.

3) górną glinę lodowcową lub margiel lodowcowy, barwy żółtawej, słomkowej lub brunatnawej, która bywa pokryta t. zw. piaskiem pokrywowym (Decksand) lub gliną pokrywową (Deckton). (morena zlodowacenia II.)

Obie moreny widać wyraźnie w przekrojach wzdłuż Niemna koło Grodna i Kowna. Pod Warszawą daje się też wyróżnić glina górna i dolna lecz ich warstwy przejściowe nie są wyraźne. Wogóle odróżnienie gliny dolnej od górnej jest niełatwe w wielu miejscowościach naszego kraju, a nieraz i zupełnie niemożliwe. Dawniej zbardzo u nas dowierzano różnicom barw. Tymczasem, co autorowi niniejszego jest doskonale znane z badań, glina dolna w tych miejscowościach, gdzie górnej niema wcale, ma barwę czerwonawo-brunatną niczem nie różniącą się od barwy gliny niewątpliwie górnej. To samo da się

powiedzieć o jej większej zasobności w węglan wapniowy, która także nie zawsze w naturze wypada na niekorzyść gliny górnej. Również piasek pokrywowy znajdujemy nieraz i na glinie dolnej.

Utwory lodowcowe powstałe pierwotnie prawie jedynie pod wpływem wietrzenia termodynamicznego, stopniowo przeobrażać się zaczęły i pod wpływem wietrzenia chemicznego, na co wpłynęła potężna masa wody topniejącego lodowca i powietrze zawarte w lodzie. W tem drugim stadium wietrzenia procesy chemiczne (kaolinizacji, utleniania i rozpuszczania), zapewne przeważały nad fizycznymi.

Nastąpiło częściowe wylugowanie lub przeniesienie do warstw głębszych rozpuszczonych węglanów, to też i dla tej przyczyny prócz innych nie wszystkie utwory lodowcowe są w nie jednakowo zasobne. Wogóle zwałowe gliny lodowcowe—jestto utwór niesortowany, w którym glina pozbawiona gładzów, przechodzi w glinę z gładzami, bądź ją pokrywając, bądź na niej leżąc. To znów kolejno przegradzają ją złoża żwiru i gładzów, bądź przecinają ją warstewki piasku dziwnego kształtu i kierunku, bądź też zawiera ona soczewkowate lub wydłużone skupienia wyklinowujących się piasków.

3. Wiatr.

Wietrzenie pod wpływem wiatru może występować tylko w pewnych warunkach. Sprzyja mu: 1) suchość klimatu, bowiem skały wilgotne spojone wodą, rozpylają się niełatwo; 2) luźna budowa skały, jeśli naprz. składa się ona z okruchów, powstałych dzięki uprzedniej działalności zmian temperatury, wody i tlenu powietrza; 3) brak pokrywy naprz. roślinnej ustalającej swemi korzeniami luźne cząstki skały.

Okruchy skalne wydmuchane i uniesione przez wiatr, spotykając się w powietrzu, uderzają jedne o drugie ¹⁾ i o skały stojące im na przeszkodzie. Przytem rozdrabniają się i ścierają, jeszcze bardziej, burząc i dziurkując skały, wskutek czego pokrywają je jakgdyby ospą (korozją).

¹⁾ Wiatr bardziej kruszy ocierające się o siebie a unoszone przezeń cząstki aniżeli woda. Jego współczynnik ścieralności wyraża się stosunkiem ciężaru właściwego minerału (d), do twardości minerału (h) czyli $\frac{d}{h}$ zaś dla wody $\frac{d-1}{h}$. Biorąc pod uwagę żywą siłę i wyrażając prędkość w powietrzu przez (v) a w wodzie przez (v_1) możemy wyrazić stosunek ścieralności w powietrzu i wodzie $\frac{dv^2}{(d-1)v_1^2}$, wykazujący wybitną przewagę wiatru nad wodą w dziele kruszenia ziarn skalnych.

Niszczące działanie wiatru daje się zauważyć głównie w pustyniach i półpustyniach, a częściowo i w stepach, zarówno krain zimnych jak i gorących, obfitujących w luźny materiał skalny.

Budująca działalność wiatru występuje natomiast raczej w miejscowościach wilgotniejszych. Utwory powstałe z przeniesionych przez wiatr okruchów skalnych, nazywamy osadami eolicznymi. Są nimi miejscowe ziarniste, nawiane piaski wydmowe i utwory pyłowe atmosferyczne pochodzenia egzotycznego — lössy.

Osady
eoliczne.

Tam, gdzie powierzchniowe utwory piaszczyste są luźne, co widzimy w krajach suchych lub w wilgotnych nad brzegami mórz lub na brzegach i w korytach rzecznych, ulegają one wydmuchaniu i przenoszone przez wiatr tworzą wielkie nieraz skupienia, pod postacią miętko falistych wzgórz i pagórków, czyli t. zw. *wydmy*. Przesypywany z miejsca na miejsce piasek zawiewa inne utwory, niszcząc ich roślinność i nie wytwarza na swej powierzchni jednolitej darni. Wówczas wydma wędruje w kierunku panującego wiatru. Strona od wiatru ma stok łagodny o powierzchni bardziej zwartej, pomarszczonej, przeciwniejsza osypująca się strona wydmy jest pulchniejsza i bardziej urwista. Wydmy posiadają zazwyczaj skrzyżowane uwarstwienie spowodowane zmianami kierunku wiatru. Raz ustalone przez roślinność leśną lub trawiastą znów się uruchamiają po wycięciu lasu lub zniszczeniu darni. Od miejsc ich powstania zwiemy wydmy: nadmorskimi, o ile powstały z piasków wybrzeży morskich, rzecznych, leżące w obrębie piasków rzecznych, i lądowymi, znajdujące się w głębi lądów w krainach suchych (Sahara, dolina Aralo-Kaspijska, Azja środkowa i t. p.). Materiał mineralogiczny wydym zależy od natury skał, z których został wydmuchany. Tylko ustalone wydmy mogą wytworzyć glebę i to najczęściej lichą.

Wydmy.

Ciekawsze, ze względu na wartość powstającej stąd gleby, są utwory eoliczne pyłowe, oczywiście nie pył kosmiczny występujący w ilościach nader nikłych lecz t. zw. löss atmosferyczny. Wydmuchany przez panujące wiatry naprz. fony lodowcowe pył skalny przenoszony na wielkie odległości opada, tworząc grube niewarstwiane złoża, na przedgórzach wyniosłości wstrzymujących ruch wiatru. Tam ustala go woda podnosząca się włoskowato w jego przestworkach międzycząsteczkowych a nawet i cementuje, jeśli zawiera w sobie sole mineralne nprz. węglan wapniowy. W miejscowościach zupełnie suchych löss nie może się utrzymać i jako luźny a bardzo drobny zostaje wywiany dalej. Raz ustalony utrwała do reszty osiedlająca się wnet na nim bujna roślinność bylinowa. Warstwy lössu osiągają znaczną grubość

Löss.

Najtypowsze lössy chińskie zwane na miejscu Kwang-tu mają miąższość do kilkuset metrów i więcej, w Polsce dochodzą one do 30 metrów (w Sandomierskiem i Opatowskiem) t. j. do grubości największej w Europie. Rozpowszechnienie lössu jest bardzo znaczne, wynosi bowiem około 4%¹⁾ całej powierzchni lądu — głównie w Chinach i Pampasach Ameryki południowej, zresztą po trochu we wszystkich częściach świata. Dzięki swej wyjątkowej równoziarnistości löss tworzy łatwiej od innych utworów wąwozy o charakterystycznych ścianach pionowych. Zarówno **Löss i skały podścielające.** jak i wydmy, löss nie pozostaje w związku genezy z skałami podścielającymi go i może być nawiany na skałę każdego rodzaju i pochodzenia²⁾. Pył atmosferyczny, osiadający w jeziorach, posiada, jako warstwowany, charakter zupełnie nie lössowy z punktu widzenia glebotwórczego. Oto w krótkich zarysach niszcząca i budująca działalność wiatru.

4. Świat roślinny i zwierzęcy (biosfera).

Rozważane dotychczas czynniki glebotwórcze przeobrażają skały powierzchniowe skorupy ziemskiej, pod wpływem mineralnych abiotycznych procesów wietrzenia, w pozbawione budowy rumowisko (zbiorowisko produktów wietrzenia) o cechach i własnościach niezmiennych w czasie, w razie stałości termodynamicznych warunków wietrzenia. Wszystkie cechy i własności takich skał macierzystych gleb są najzupełniej ustalone, o ile się już znajdują w stadjum końcowym wietrzenia mineralnego. Zjawisko rozpoczęte w skale macierzystej gleby i jego ciągłość może się zmienić ilościowo lub zaniknąć jedynie pod wpływem zmiany ilościowej lub zaniku wywołującego je czynnika zewnętrznego. W razie powrotnego działania tegoż czynnika zjawisko znów zaczyna przebiegać w tym samym kierunku co poprzednio, uwarunkowanym niezmiennymi własnościami skały macierzystej.

W glebie widzimy co innego.

Pod wpływem działalności organizmów własności skały macierzystej gleby ulegają zmianom w czasie, bez względu na niezmiennosc warunków termodynamicznych, w których się ona znajduje, od tej też chwili skała macierzysta gleby staje się glebą. Zarazem i wszystkie zjawiska przebiegające w glebie pod wpływem naturalnych czynników mineralnych zmieniają się nieustannie w swej ciągłości i ilościowo w czasie

¹⁾ Dr. Georg Wiegner, *Boden und Bodenbildung in Kolloidchemischer Betrachtung* 2. Wyd. r. 1921 str. 51.

²⁾ Skład mineralogiczny lössu, zresztą bardzo rozmaity, zależy od pochodzenia i natury skały z której był wywiany, naprz. u nas ze skał lodowcowych a w Ameryce południowej czasem nawet i z popiołów wulkanicznych

niezależnie od niezmienności czynnika zewnętrznego czy też od jego zmienności.

Te główne zmiany kierunku zachodzących w glebie procesów mają wybitne cechy *cyklowości*. Wspomniana cyklowość zjawisk jest najistotniejszym znamieniem procesów glebotwórczych w ścisłym znaczeniu tego słowa. Cyklowość procesów biologicznych tworzy większość gleb, cyklowość je kształtuje.

Cyklowość
zjawisk.

Nie znaczy to, aby organizmy nie mogły działać na glebę nawet czysto mechanicznie, rozsadzając skałę swymi korzeniami lub chemicznie, w sposób zbliżający ich działanie do wietrzenia pod wpływem czynników abiotycznych. Jest niem naprz. czysto fizyczne kruszenie skał przez korzenie sosny, jesionu, róży i bylin. Porosty, pionierzy państwa roślinnego wżerają się w skały, wypełniając wgłębienia materją organiczną. Rośliny wyższe pozostawiają na skałach wapiennych i dolomitowych ślady wyrzeźbione korzeniami. Wietrzejące skały pozbawione roślinności (wyższej) są nieraz siedliskiem bakterij nitryfikacyjnych. Ich kolonie sprzyjają skruszeniu i niszczeniu skał, dających im przytułek. To też takie skały nazywają nieraz zgniętymi skałami — „roches pourries“; „Faulhorn“ zgniętymi kamieniami „rapakiwi“ (granit). Müntz znalazł bakterje nitryfikujące na nagich skałach. Bassalik obserwował rozkład krzemianów pod wpływem (CO₂, kwasów organicznych, amoniaku, kwasu azotawego i azotowego) produktów życia bakteryj. Celował w tym względzie *Bacillus extorquens*. Liszaj *Verrucaria rupestris* według Sollas'a wyżera w wapieniach wgłębienia. Wodorosty *Gomontia polyrrhiza*, *Siphonocladus voluticola*, *Zygomitus reticulatus*, *Mastigoleus testarum* niszczą nadbrzeżne skały. Mech naprz. pospolity *Grimmia apocarpa* przenika rizoidami w bryły wapienne, rozluźniając ich budowę. Wreszcie korzenie roślin według niektórych badań mogą wywoływać kaolinizację. Wpływ świata zwierzęcego rozpatrzyliśmy już na str. 39 i dalej.

Działanie or-
ganizmów na
skałę mecha-
niczne i che-
miczne.

Wszystkie te poszczególne działania nie dają jednak obrazu zasadniczych procesów glebotwórczych, gdyż zaciera się on przy ich rozpatrywaniu w olbrzymiej różnorodności przejawów oddziaływania biosfery na litosferę. Aby ten obraz naszkicować, należy wziąć za punkt wyjścia powstawanie, tworzenie się żywej materji organizowanej i rozkład obumarłej.

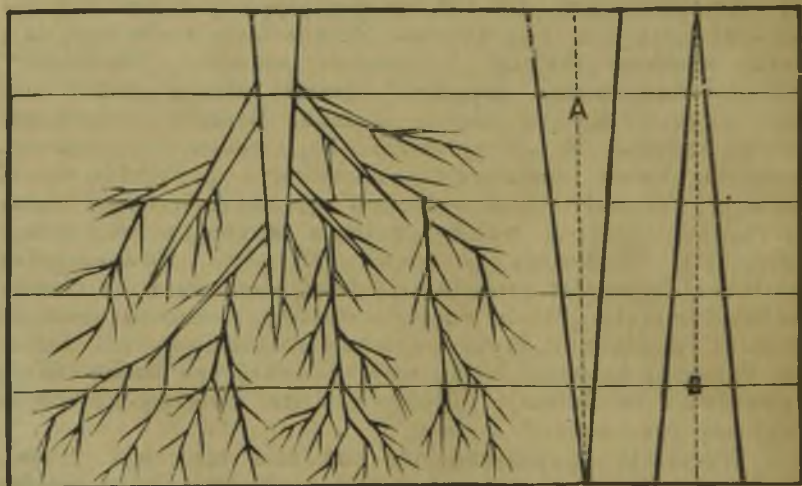
Skała macierzysta gleby — rezultat wietrze-
nia abiotycznego jest tylko miazgą¹⁾ skalną, dopó-
ki nie nastąpi oddziaływanie na nią organizmów,
wówczas dopiero stopniowo zaczyna się przeista-
Powstawanie
i rozkład ma-
terji organicz-
nej.

¹⁾ Ob. Sławomir Miklaszewski. Gleba. str. 35. Warszawa. 1909 r.

zczać w glebę i nabierać cech glebie właściwych. Oczywiście, procesy abiotyczne i biotyczne rzadko kiedy następują kolejno jeden po drugim lecz mają przebieg współrzędny.

a) Działalność roślin wyższych.

Najjaśniej przedstawia się nam oddziaływanie bytujących w glebach i na glebach roślin wyższych i one to właśnie są głównymi dostarczycielami do gleby materji organomineralnej. Każda roślina wyższa rozwija się częściowo nad ziemią, częściowo zaś w glebie. Rozmieszczenie jej masy korzeniowej zmienia się z poziomem warstw gleby. Rozwinięta tem silniej im wyższy poziom gleby zajmuje, zmniejsza się stopniowo w poziomach głębszych. Sposób rozmieszczenia tej masy korzeniowej jest odwrotny. Długość systemu korzeniowego i jego powierzchnia zbiorowa wzrastają z głębokością, to też zajmuje on większą przestrzeń i oddziaływa na większą masę gleby (ob. rys. 1¹⁾). Jak widać na ry-



Ryc. 1. Schemat rozmieszczenia korzeni roślin w warstewkach gleby:
A — masy korzeniowej. B — zbiorowej długości i powierzchni.

cinie załączonej, masa materji organomineralnej jest w odwrotnym stosunku do długości korzenia i jego powierzchni zbiorowej. Roślinność, rosnąc, pobiera składniki pokarmowe t. j. związki mineralne pochodzące ze zwietrzenia minerałów gleby

¹⁾ podług Williamsa. ob. Poczwojewódzenie. Część I. Str. 67. Rok 1914. Moskwa. Część II. Rok 1916.

stopniowo w ilościach coraz to większych, z coraz to większej powierzchni zbiorowej cząstek gleby, stykających się z włosnikami, i z poziomów coraz to niższych.

Grubienie korzenia, utłaczającego ziemię znajdującą się z nim w zetknięciu bezpośrednim ułatwia pobieranie tych składników rozpuszczonych w wodzie gleby. Wskutek zbliżenia się utłoczonych cząstek gleby średnica jej przestworków maleje i zjawiska podsiąkania włoskowatego występują z większą siłą. Wytwarza się stały prąd wody włoskowatej ku korzeniom rośliny spowodowany: 1° zmniejszeniem światła rurek siatki przestworków gleby dokoła systemu korzeniowego (warstwa gleby z mocniej wyrażoną włoskowatością zawsze odbiera wodę warstwie o słabszej kapilarności); 2° powstaniem dokoła systemu korzeniowego warstwy gleby suchszej, bo pozbawionej części wody pobranej przez ten sam system korzeniowy. Zgodnie z rozważaniami poprzednimi (na str. 61) wszystkie składniki pokarmowe niezbędne dla roślin a znajdujące się w skalach mają stałą dążność do ługowania się w głąb ziemi podczas procesów wietrzenia abiotycznego. Rośliny przeciwdziałają temu procesowi i to zarówno wyższe, jak i niższe, przekształcając związki mineralne w związki organomineralne.

Grubienie korzenia i jego skutki.

Na rumowisku skalnym osiedlają się drobnoustroje wiążące wolny azot powietrza a za nimi rośliny wyższe. Pobierają one swym systemem korzeniowym niezbędne dla ich życia składniki: sole fosforowe, siarkowe, potasowe wapniowe, magnezowe, żelazowe i manganowe a także azotany. Prócz dopływu wody jeszcze i w samej wodzie wytwarza się w kierunku włosników prąd dyfuzyjny soli rozpuszczonych w wodzie, wskutek zmiany koncentracji roztworu spowodowanej pobraniem składników pokarmowych przez włosniki rośliny. Jak widzimy ruch wody w wietrzącym abiotycznie rumowisku skalnym zmienia pod wpływem organizmu roślinnego swój kierunek a roztwór soli mineralnych — swe miano.

Składniki pokarmowe gleby ługowane z warstw wyższych do poziomu niższego, w którym się rozwijają pobierające je włosniki, po przyswojeniu przez organizm roślinny krążą w tkankach, jako część składowa soków roślinnych a usunięte po za sferę ługowania dążą w kierunku mu przeciwnym, bo ku powierzchni i nad powierzchnią gleby. W tej nowej zgoła nieprzyswajalnej postaci organomineralnej nie mogą one ani być wylugowane ani też pobrane przez inne rośliny. Oto jak w cyklu swego rozwoju rośliny magazynują składniki pokarmowe mineralne nad ziemią i w powierzchniowych warstwach¹⁾, wyższych.

Przenoszenie składników pokarmowych do poziomów wyższych.

¹⁾ Masa korzeni roślin wysokopiennych stanowi przeciętnie nie więcej nad 15—20% całej rośliny; jest ona stosunkowo o wiele mniejsza od masy korzeni roślin bylinowych (około 50%).

co w szczególności jest rzeczą niezmierniej wagi dla takiego naprz. fosforu, którego związki wkropione w skałę macierzystą w ilościach zazwyczaj bardzo nieznacznych, bez interwencji roślin zostałyby niebawem doszczętnie wylugowane do poziomów bardzo głębokich, jak to się zresztą dzieje ze wszystkimi składnikami mniej lub więcej rozpuszczalnymi, a nie pobieranymi przez rośliny.

Cała tedy masa obumarłych nadziemnych wegetatywnych części rośliny pozostaje na powierzchni gleby razem z zawartymi w niej składnikami mineralnymi pobranymi i wyniesionymi z poziomów rozwoju systemu korzeniowego, co mniej więcej odpowiada połowie wszystkich soli mineralnych pobranych przez roślinę. Ilość tych składników mineralnych zawartych w systemie korzeniowym zgodnie z schematem przedstawionym na ryc. 1, maleje z głębokością poziomów.

Wówczas pod wpływem mikroorganizmów bezchlorofilowych rozpoczyna się rozkład obumarłych części roślinnych zmagazynowanych w sposób powyższy na naziomiu i w poziomie powierzchniowym gleby.

Organiczne części składowe szczątków roślinnych przechodzą bądź w inne postacie materji organizowanej i organicznej, bądź się mineralizują a charakter tych procesów zależy od całokształtu warunków rozkładu materji organicznej. Zmineralizowane składniki pokarmowe, znów zaczynają być ługowane z warstw bardziej powierzchniowych do warstw głębszych. I znów na przeszkodzie temu ługowaniu staje nowe pokolenie roślin, pobierające sole mineralne swym systemem korzeniowym i przenoszące je znów do poziomów wyższych gleby i naziomu. Warunki rozwoju tego nowego pokolenia roślinnego są o wiele pomyślniejsze. Obfitszy dopływ składników pokarmowych, wobec powstania drogą dalszego procesu wietrzenia abiotycznego nowych ilości składników pokarmowych i uwolnienia się drogą mineralizacji zmagazynowanych starych, daje możność szybszego rozwinięcia silnego systemu chłonnego. Ten proces cyklowy powtarzający się z roku na rok nadaje glebie piętno odrębne od cech skały macierzystej gleby: *zagromadzenia składników mineralnych nieodzownych dla żywienia się roślin*. Jest ono skutkiem procesów biologicznych, gdy procesy abiotyczne prowadzą do zubożenia gleby w składniki pokarmowe. Trwałość tej cechy różniącej glebę od jej skały macierzystej zależy od trwałości magazyonowanych związków i ich zdolności opierania się czynnikiem rozkładowym pracującym nad ich usunięciem z gleby i rozproszeniem w atmo—, hydro— i litosferze.

Trwałość
materji or-
ganicznej.

Węgiel, tlen, wodór i azot tworzą ciała organiczne i ich trwałość w glebie, polega na trwałości czynników umożliwiających istnienie w glebie

materji organicznej. Zależy to w pierwszym rzędzie od warunków zewnętrznych, w jakich się gleba znajduje, i od jej własności wewnętrznych. Przy pewnym splocie warunków przyrodzonych materia organiczna może się utrzymać w glebie tylko pod postacią materji organizowanej. Większość skał zawiera w wielkiej obfitości w stosunku do potrzeb rośliny siarkę, żelazo, mangan, wapń i magnez, szczególnie cztery ostatnie. Są one przytem wielce ruchliwe, to też niebardzo nadają się do ogólnej charakterystyki gleb. To samo da się powiedzieć i o potasie. Jeden tylko fosfor, ze względu na największą stałość jego koncentracji, mógłby być tą cechą ogólną, (w glebach dzikich) służącą do odróżniania gleby od skały macierzystej.

Cały ogrom zjawisk glebotwórczych pod wpływem świata roślinnego daje się ująć w pewne grupy zgodnie w wzajemnym związku przyczynowym ich występowania.

Rośliny drzewiaste i trawiaste.

Powstawanie materji organicznej na lądzie zależy głównie od dwu grup: *roślin drzewiastych i trawiastych* (traw i hylin).

Wieloletnie rośliny drzewiaste żyją lat dziesiątki i setki. Tylko bardzo nieznaczna część ich organizmu obumiera co rocznie i opada na powierzchnię gleby (liście, igły i powalone próchniejące drzewa), tworząc t. zw. *ściółkę leśną*¹⁾. Wewnątrz gleby obumierają tylko włósniki i czasem niektóre uszkodzone korzenie. W Niemczech w lasach bukowych przybywa co rocznie na hektar do 45 q. ściółki leśnej, w lasach świerkowych do 33 q. Przyrost roczny masy nadziemnej lasu dochodzi do 40—45 q. na ha. Ogólne nagromadzenie się ściółki nie przekracza w lesie bukowym

Rośliny drzewiaste.

¹⁾ Ilość związków azotowych w roślinach waha się dość znacznie, bo od 1 do 20% a nawet więcej. Im starsza roślina tem w nie uboższa. Świeże młode liście zawierają ich cztery razy więcej, aniżeli stare. Liście, igły, gałązki mają 3—8%; mchy od 5—9%; trawy łąkowe najlepszego gatunku od 10—18%.

Srednio przeciętny skład organicznej materji roślinnej wynosi: C-45,0% O—42,0%, H—6,5%; N—1,5%; części popielne 5,0%. — Wahania ilości popiołów.

	średnio
Ściółka bukowa — zawiera popiołów	5,57%
„ świerkowa „ „	4,52 „
„ sosnowa „ „	1,46 „
„ dębowa „ „	4,39 „
Wrzos (<i>Calluna vulgaris</i>)	2,08 „
Sity (<i>Juncus</i>)	5,59 „
Turzyce (<i>Carex</i>) czyli t. z. trawy kwaśne	7,11 „
Trawy łąkowe	7,01 „

Jak widzimy wahania ilościowe części popielnych roślin są znaczne i naogół rośliny trawiaste są w nie zasobniejsze od roślin drzewiastych.

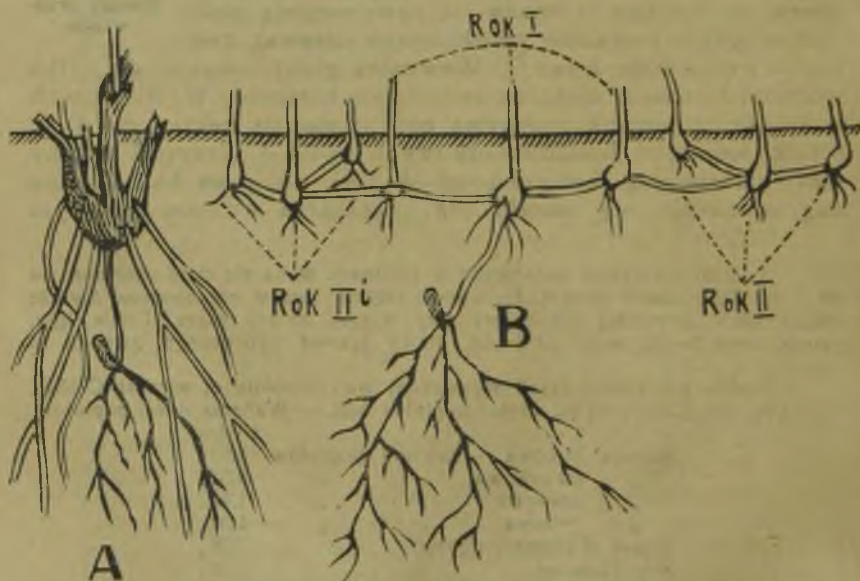
Oczywiście, musi się to odbijać na sposobie rozkładu obumarłych roślin i na charakterze powstającej próchnicy.

115 q. zaś w świerkowym 175 q. na ha. Dzięki elastyczności liści, igieł i twardości gałęzi, ściółka przedstawia masę wprowadzie zbitą w wołok roślinny lecz luźną. Rośliny drzewiaste mają największą skłonność do tworzenia zbiorowisk roślinnych nprz. lasy czyste i mieszane (liściaste lub iglaste), zarosła krzaczaste, wrzosowiska, błota mchowe (mszary) i t. p.

Rośliny rawiaste i byliny mają inne cechy¹⁾.

Rośliny trawiaste. Trzy rodziny trawiastych mają największe znaczenie glebotwórcze: trawy, turzyce i sity (Gramineae, Cyperaceae i Juncaceae). Cechuje je skłonność do tworzenia zbiorowisk roślinnych, bądź mieszanych, jedynie z tych trzech rodzin, bądź stanowiących tło dla nielicznych roślin rodzin innych (nprz. rozmaitego rodzaju łąki, błota turzycowe, dzungle, zarosła bambusowe, stępy trawiaste i t. p.).

Zbiorowiska roślin trawiastych zarówno jak i drzewiastych mogą zmieniać własności i cechy zamieszkiwanego przez nie środowiska. Są one mniej długowieczne aniżeli rośliny drzewiaste, bo osobniki obumierają już po roku, zachowując jedynie organy reprodukcyjne. W pierwszym roku swego rozwoju krzewią się, jak to widać na schemacie ryc. 2.



Ryc. 2. Schemat krzewienia się trawy w pierwszym roku jej rozwoju¹⁾(A). Schemat krzewienia się trawy wieloletniej w drugim roku jej rozwoju¹⁾(B).

1) Ob. odnośnik na str. 79.

Trawy jednoletnie obumierają i rozmnażają się z nasienia. Dwuletnie dają nasiona dopiero w drugim roku a w pierwszym rozwijają się do fazy krzewienia się. Wieloletnie rozmnażają się zazwyczaj wegetatywnie a tylko wyjątkowo za pomocą nasion (ob. ryc. 2 A i B). To też t. zw. trawy wieloletnie nie różnią się od jednoletnich prócz zdolnością jednoczesnego rozmnażania się drogą wegetatywną. Cała ich masa organiczna obumiera rok rocznie całkowicie prócz nasion i nowotworzonych węzłów krzewienia się. Bądź jak bądź roślinność trawiasta wzbogaca co rok glebę, na której rośnie, w znaczne ilości materji organicznej, równomiernie rozłożonej na powierzchni gleby i w jej poziomie najbliższym powierzchni. Części nadziemne dzięki ich własnościom układają się (przy bijane deszczami) *ściłą warstwą* na powierzchni gleby. Ścisła jest również przejęta korzeniami warstwa najbliższa powierzchni gleby. Są to t. zw. *darń żywa i warstwa darniowa*.

Podkreślmy tutaj pewne charakterystyczne różnice składu chemicznego roślin drzewiastych i trawiastych. Pierwsze zawierają w sobie garbniki¹⁾, smoły i węglowodory (terpentyna). Materja organiczna trawiastych²⁾ naogół nie zawiera w sobie ani garbników, ani smół. Jej kwasy są stosunkowo łatwo rozpuszczalne w wodzie a zarówno ich sole są łatwo lub względnie o wiele łatwiej rozpuszczalne w wodzie zawierającej CO₂, niż garbniki i smoły.

Różnice składu chemicznego drzewiastych i trawiastych.

Słowem, *rośliny zbiorowisk drzewiastych corok wzbogacają powierzchnię gleby w luźną warstwę ściółki leśnej mającą trwałą odczyn kwaśny*, wskutek zupełnej prawie nierozpuszczalności uwalniających się kwasów organicznych; *rośliny zbiorowisk trawiastych gromadzą co rok martwą materję organiczną na powierzchni i wewnątrz gleby pod postacią zbitej darni o odczynie obojętnym* wobec łatwego ługowania kwasów organicznych.

Rozkład materji organicznej drogą wyłącznie abiotyczną jest możliwy, ale niema znaczenia w warunkach termodynamicznych panujących na powierzchni ziemi.

Drobno-ustroje.

O rozkładającej roli zwierząt mówiliśmy już poprzednio (ob. na str. 39 i dalej).

¹⁾ Mają wybitny nieraz charakter kwasowy i są bardzo trudno rozpuszczalne w wodzie. Chronią rośliny od chorób bakteryjnych, są bowiem dla tych ostatnich szkodliwe. Skóry garbowane pleśnieją ale nie gniją pod wpływem bakteryj.

²⁾ Prócz paproci i niektórych innych.

b). Działalność drobnoustrojów.

1. Typy rozkładu materji organicznej.

Najważniejsze dla zagadnień glebotwórczych są trzy zasadnicze typy rozkładu materji organicznej dokonywanego przez drobnoustroje: 1) beztlenowy (anaerobowy), (Anaeroby) 2) tlenowy (aerobowy) bakterjalny i 3) tlenowy (aerobowy) grzybkowy, t. zw. pleśniowy. Beztlenowce i (aeroby) tlenowce. (anaeroby)¹⁾ bakterje zarówno jak i tlenowce (aeroby) bakterje i pleśnie—grzybki uważamy w tym razie za oddzielne zbiorowiska analogiczne zbiorowiskom roślin

1) Drobnoustroje i ich potrzeby. Drobnoustroje dzielą zazwyczaj na: I. jednokomórkowe: a) bakterje (Schizomycetes haplobacteria), b) grzybki drożdżowe (Eumycetes: Ascomycetes i Saccharomyces) oraz c) niby drożdże (należące do Fungi imperfecti); II. wielokomórkowe: a) bakterje nitkowe (Schizomycetes trichobacteria), b) t. zw. pleśnie lub grzybki pleśniowe (Perisporiaceae z Phycomycetes'owych Ascomycetes'ów) oraz c) t. zw. pleśnie lub grzybki pleśniowe należące do Fungi imperfecti). Oddychają tlenem podobnie do roślin i zwierząt wyższych. Spala się zasymilowana materja a wydzielają się związki prostsze, jako produkty oddychania. Różnice: 1) brak hemoglobiny u drobnoustrojów w porównaniu ze zwierzętami, 2) zdolność korzystania ze związków organicznych i mineralnych, jako z materjału oddechowego dla drobnoustrojów, 3) wielka intensywność ich oddychania, 4) zdolność drobnoustrojów oddychania nawet tlenem związanym. Podział na tlenowce i beztlenowce bardzo ważny dla gleboznawstwa nie ma znaczenia bezwzględnie. Pomimo zbyteczności a nawet szkodliwości dla całego szeregu drobnoustrojów większych ilości tlenu (nprz. atmosferycznego) nie znają bakteryj absolutnie nie znoszących tlenu wolnego w ilościach nieznacznych. Poszczególne gatunki mają swoje minima, optima i maxima. W danym przypadku chodzi raczej o zaznaczenie, że tlenowce nie mogą się rozwijać zupełnie bez dostępu tlenu wolnego. Potrzebne drobnoustrojom materje pokarmowe są to: a) połączenia organiczne: 1) białko i jego pochodne, 2) amidy, 3) alkohole, 4) węglowodany (nprz. mono—bi i polisacharydy), 5) kwasy organiczne i ich sole; b) połączenia mineralne: 1) sole amonjalkalne, 2) azotany, 3) azot wolny, 4) bezwodnik kwasu węglowego, 5) tlenek węgla i 6) metan. Zawartość wody 12—14% wstrzymuje działalność mikroorganizmów w martwej materji organicznej, ta sama ilość wilgoci w glebie stanowi optimum ich rozwoju. Pleśnie są mniej wymagające i rozkładają martwą materję organiczną przy 14% wilgoci, gdy dla bakteryj potrzeba 30% i wyżej. Gleba nasycona wilgocią nie sprzyja rozwojowi drobnoustrojów wskutek niemożliwości dostępu tlenu. Odczyn środowiska słabo alkaliczny sprzyja rozwijaniu się bakteryj, słabo kwaśny rozwojowi pleśni i grzybków drożdżowych. Drobnoustroje są mało czułe na niskie temperatury i nie łatwo giną od zamrożenia (zabójcze są dla nich znaczne i szybkie wahania t°). Bakterje gleby cechuje wytrzymałość na działanie wysokich temperatur nawet od 100°C — 140 C. (żyły od 1 godz. do 1 minuty). Działalność drobnoustrojów olbrzymio wzrasta w optimum temperatury środowiska, które nprz. dla *Bacillus racemosus* (amonifikacja białka) wynosi około 30°C. Światło słoneczne (chemiczna część widma) działa bakterjobjęcie. Kwasy bardziej skoncentrowane działają szkodliwie.

Mineralizacja materji ogranicznej przez tlenowce (aeroby) daje w wyniku końcowym: bezwodnik kwasu węglowego (CO₂), wodę (H₂O), amonjak (NH₃) utleniający się następnie na kwas azotawy (HNO₂) i azotowy (HNO₃),

wyższych. Zależnie od warunków rozkład materji organicznej w glebie przebiega pod przemożnym wpływem jednego z tych zbiorowisk i daje w wyniku końcowym rozmaite rodzaje próchnicy, której części składowe różnią się jakościowo, a jeszcze bardziej ilościowo.

Nie roztrzygając w tej chwili bardzo trudnego zagadnienia, czem jest próchnica, owe, według dobitnego wyrażenia von Ollech'a¹⁾, „chemicorum crux et scandalum“, pozwolimy sobie dla prostoty przyjąć istnienie kwasów próchnicowych i uzależnić ich obecność od poszczególnych zbiorowisk drobnoustrojów, co, nie przecząc znanym faktom i doświadczeniom, znakomicie ułatwi zadanie ujęcia i przedstawienia ich działalności glebotwórczej. Wedle pojęć urobionych głównie pod wpływem prac Bemmelen'a, Baumanna, Gully, Fischera i innych „związki próchnicowe są to kompleksy koloidalne posiadające zapewne skład bardzo rozmaity, złożone z niezmienionych koloidów pierwotnej materji organicznej zmieszanej z zasobnemi w węgiel produktami rozkładu“²⁾. Daje się w nich wyróżnić: związki próchniczne „absorbcyjnie nasycone“ (neutralne) — mające odczyn obojętny i nie dające z wodą ani roztworów koloidalnych, ani galaretowatych „sol'ów“, oraz związki próchnicowe „absorbcyjnie nienasycone“ o odczynie kwaśnym zdolne tworzyć z wodą masy „koloidalne“, „gel'e“ i słabe roztwory³⁾. Pierwsze z nich są w stanie grubego rozproszenia (Grobdisperse)⁴⁾ swych cząsteczek i tworzą słodką próchnicę (milder Humus) w dobrych glebach uprawnych, czarnoziemach i w zdrowych (gesunden) glebach leśnych. Część próchnicy torfów niskich, gleb łąkowych i mad wykazuje w wodzie podobne rozproszenie cząstek. Drugie absorbcyjnie nie nasycone t. zw. kwaśna próchnica (sauerer Humus) wykazują w wodzie wysokie rozproszenie (Hochdisperse)⁵⁾ do nich należą koloidy ochronne dla tlenków

kwas siarkowy (H_2SO_4) i kwas fosforowy (H_3PO_4). Mineralizacja materji organicznej przez beztlenowce (anaeroby) wytwarza inne ostateczne produkty rozkładu materji organicznej, a więc: mniej dwutlenku węgla (CO_2), metan gaz błotny (CH_4), częściowo wodór wolny (H), azot częściowo tylko, jako amonjak (NH_3), a głównie, jako azot wolny (N), siarkowodor (H_2S) i część fosforu, jako fosforjak (PH_3). Rozkład dokonywany przez tlenowce jest zupełny i dobiega do końca, przez beztlenowce powolny i niezupełny.

¹⁾ Ollech v. Ueber den Humus und seine Beziehungen zur Bodenfruchtbarkeit. Berlin, 1890 r.

²⁾ Ramann, Bodenkunde. III wyd. (IV bez zmiany) r. 1911. Str. 159.

³⁾ l. c. Ramann. Str. 160.

⁴⁾ T. zw. Dispersiony o cząstkach powyżej 100 $\mu\mu$ (mikrony). Wiegner, Boden und Bodenbildung in kolloidchemischer Betrachtung r. 1921 str. 32.

⁵⁾ t. z. Dispersoidy (Emulsoidy i Suspensoidy) z cząstkami od 100 do 1 $\mu\mu$ (ultramikrony).

żelaza. Jak widzimy „kwasowość“ tych związków lub ich obojętność nie ulega wątpliwości niezależnie od zapatrywania się na ich istotę. Jednocześnie zauważono powszechnie, że w glebach, w których nagromadza się w znacznej ilości próchnica „kwaśna“, powiększa się ilość grzybków pleśniowych kosztem zmniejszenia się ilości bakteryj¹⁾. Wiele gleb błotnych, zgodnie z danymi Fabriciusa i Feilitzena, nie obfituje w bakterje. Wziąwszy to wszystko pod uwagę przyjmujemy na tę chwilę

istnienie kwasów próchnicowych i ich denaturatów
 Kwasy próchnicowe. — ciał biernych, rozróżniając: 1) ciała bierne (obojętne): *ulminę* (denaturat kwasu ulminowego) i *huminę* (denaturat kwasu huminowego) oraz 2) ciała kwasowe: a) brunatny *kwas ulminowy* b) czarny *kwas huminowy*, c) brunatnawy *kwas zdrojowy* (apokrenowy) i d) bezbarwny *kwas źródłowy* (krenowy).

Badania rozkładu materji organicznej w warunkach naturalnych i doświadczenia laboratoryjne świadczą o powstawaniu związków ulminowych w warunkach beztlenowych, związków huminowych w warunkach tlenowych w obecności bakteryj i związków (krenowych) źródłowych w obecności pleśni-grzybków. Związki próchnicowe uchodzą za produkty rozkładu obumarłej materji organicznej roślinnej i zwierzęcej. To też podziwu godna jest ich bardzo złożona budowa. Należałoby się spodziewać prostszej budowy wewnętrznej tych połączeń, które są bodaj bardziej złożone od związków, z jakich się składa obumarła rozkładająca się materja organiczna. Dalej, do składu produktów rozkładu nie mogą wchodzić ciała nie będące istotną częścią materji podlegającej rozkładowi.

Tymczasem kwasy ulminowy, huminowy i źródłowy mają bardzo wysoką wagę cząsteczkową (molekularną), bodaj większą od białek i zawierają więcej azotu od tych ostatnich. Przytem kwasy próchnicowe powstają z rozłożonych materji organicznych prawie niezależnie od ich składu chemicznego, co daje do myślenia, że są one raczej produktami syntezy biochemicznej. Wszystko to pozwala nam bez stanowczego wypowiedzania się w tym względzie przyjąć te poszczególne związki próchnicowe za *prawdopodobnie* syntetyczne produkty życiowej działalności poszczególnych zbiorowisk drobnoustrojów. Założenie powyższe uprości nam znacznie przedstawienie całokształtu działalności drobnoustrojów w procesie tworzenia się i kształtowania się gleby²⁾.

¹⁾ Glinka. Poczwoiwiedienie r. 1915. Wyd. II. Str. 54.

²⁾ Ob. Williams loco cit. r. 1914 cz. I.

*Kwas ulminowy*¹⁾ ma barwę brunatną, jest zawsze obecny podczas beztlenowego (anaerobnego) rozkładu materji organicznej, zabarwia na brunatno wody błotne i wcale nieźle rozpuszcza się w wodzie. Jego nasycony roztwór barwy ciemnobrunatnej nie prześwieca nawet w warstwach dość cienkich.

Kwas
ulminowy.

Ma on kwaśny odczyn, barwi papierek lakmusowy na czerwono. Z alkalkjami tworzy „sole” bardzo łatwo rozpuszczalne w wodzie; z wapniem, magnezem oraz tlenkami żelaza, glinu i manganu daje „sole” prawie nierozpuszczalne w wodzie. Łatwo się denaturuje (tak jak wiele białek), przechodząc (szczególniej jako „sól obojętna²⁾” w zupełnie nierozpuszczalną w wodzie *ulminę* pod wpływem silnego ogrzania lub zamrożenia, a szczególniej szybkich wahań temperatury. Na mokro ulmina jest ciałem bezpostaciowem, podobnem do smaru. Wyszuszone kurczy się, pęka i rozsypuje na błyszczące ostrokańciste okruchy.

Kwas huminowy produkt powstający podczas tlenowego (aerobnego) rozkładu materji organicznej na barwę czarną i rozpuszcza się w wodzie słabiej od kwasu ulminowego. Jego roztwór nasycony prześwieca wiśniowo nawet w warstwach bardzo grubych. Barwi papierek lakmusowy na czerwono i tworzy łatwo rozpuszczalne sole z alkalkjami. Jego sole wapnia, magnezu, żelaza, glinu, manganu są nierozpuszczalne w wodzie. Gotowany lub zamrażany kwas huminowy także się denaturuje, przechodząc bez zmiany w *huminę*—bezpostaciowe ciało barwy ciemnoczerwonej przybierające po wyschnięciu postać czarnego proszku matowego. Pod wpływem mineralnych kwasów „sole” kwasu huminowego denaturują się w huminę. Humina pali się bez płomienia, świecąc silnie i nie wydając woni.

Kwas
huminowy.

Kwas źródłowy (krenowy) jest łatwo rozpuszczalnym w wodzie produktem, powstającym podczas rozkładu materji organicznej roślin drzewiastych pod działaniem pleśni-grzybków. Bezbarwny o odczynie silnie kwaśnym odznacza się znaczną ruchliwością pod względem chemicznym. Wszystkie jego „sole” prócz *źródlanu żelazowego*²⁾ i *manganowego* są rozpuszczalne w wodzie. Kwas źródłowy ma zapach właściwy wilgotnym starym łaż-

Kwas
źródłowy
(krenowy).

¹⁾ Ulmina: torfowa oraz z kory chinowej zawiera podług Muldera C—57—59%; O—30—35%; H—5¹/₂—6% i N—1—3%. Humina: C—58—60%; O—30%; H—4—5% i N—3—4%.

²⁾ Źródlan żelazawy jest w wodzie rozpuszczalny. FeSO₄ nie strąca kwasu źródłowego z roztworów jego soli rozpuszczalnych, FeCl₃ strąca. „Sole” metalów ciężkich kwasu źródłowego są nierozpuszczalne. NB. Williams uważa za rozpuszczalne wszystkie sole kwasu źródłowego prócz soli metalów ciężkich.

niom (butwiejącego drzewa). Ługuje sole mineralne gleby do źródeł, skąd nazwa.

Kwas zdrojowy (apokrenowy) barwy brunatnej z łatwością rozpuszcza się w wodzie. Z alkalicznymi tworzy zdrojany łatwo rozpuszczalne. „Zdrojany” wapnia i magnezu rozpuszczają się trudniej, sole żelaza, glinu i metali ciężkich jeszcze trudniej. Roztwory „zdrojanów” znajdują się w wodach gruntowych, źródłanych i błotnych, gdzie nieraz osiadają jako „sole” żelazowe pod postacią brunatnych kłaczków. W stosunku do kwasu huminowego jest on mocno utleniony¹⁾. Kwas huminowy działa na sole mineralne zawarte w glebie, w tej liczbie i na krzemiany. Jeszcze silniej działają kwasy źródłowy i zdrojowy.

2. Procesy rozkładu materji organicznej.

Jeśli związki powyżej rozpatrzone są istotnie produktami działalności życiowej bakterji i pleśni, to muszą działać zabójczo bądź przynajmniej szkodliwie na organizmy lub zbiorowiska wydzielających je organizmów, o ile ze środowiska bytowania drobnoustrojów te wydzieliny nie są usuwane bądź drogą ługowania, bądź przejścia w inną postać zgoła nieszkodliwą.

Rozkład nagromadzającej się w glebie materji organicznej pod wpływem przemożnym beztlenowców (anaerobów) t. j. bakterji beztlenowych odbywa się z natury rzeczy w środowisku pozbawionym tlenu powietrza atmosferycznego. Takim środowiskiem jest gleba przepojona całkowicie wodą lub jej warstwy zawierające stale lub czasowo *wodę zastojową*²⁾. Chodzi tu, oczywiście, nie o bezwzględne ilości wody w glebie, lecz o jej stan zastojowy lub „niemrawy”³⁾. Nawet znaczne ilości wody lecz ruchliwej, co umożliwia dostęp coraz to nowych ilości tlenu, mogą nie tamować rozwoju procesów aerobiotycznych. W warunkach glebowych normalnych napięcia powierzchniowe, tarcie i zjawiska włoskowatości zachodzące na powierzchni cząsteczek gleby i w siatce przestworków, sprzyjają niejednokrotnie anaerobiozie, t. j. rozwojowi drobnoustrojów beztlenowych. Bardzo często wywołuje ją (go) charakter rozmieszczenia materji organicznej w glebie. Szczątki roślinne naziomu gleby z natury rzeczy muszą podlegać rozkładowi przez

¹⁾ kwas huminowy $C_2H_{10}O_2$ (O:H = 1:2)
 kwas źródłowy (krenowy) . . $C_{24}H_{24}O_{16}$ (O:H = 1:1 $\frac{1}{2}$) podług Mülder'a.
 kwas zdrojowy (apokrenowy). $C_{21}H_{12}O_{12}$ (O:H = 1:1)

²⁾ Ob. Sławomir Miklaszewski. Jakle gleby należy u nas drenać? (Wiedza rolnicza № 1). Warszawa, r. 1920. Str. 7 i dalej.

³⁾ Ibidem. Str. 40.

(drobnoustroje tlenowe) tlenowce, do których dopływa swobodnie powietrze atmosferyczne. One też zużywają większą część tlenu powietrza atmosferycznego. Część tlenu powietrza atmosferycznego przenikającego wgłąb gleby spotrzebowują żywe rośliny. Stąd powietrze, przedostające się do warstw i poziomów gleby niżej leżących, musi być z natury rzeczy mniej zasobne w tlen a w pewnych warunkach może go zupełnie nie zawierać i to nawet w glebach przepuszczalnych. Wrazie całkowitego przepojenia wodą powierzchniowej warstwy gleby, jej poziomy niżej leżące są w zupełności pozbawione nie tylko tlenu lecz i powietrza atmosferycznego. Grubość powierzchniowej warstwy, w której są możliwe procesy aerobiozy zależy: 1) od przepuszczalności skały macierzystej gleby, 2) od ilości wody otrzymywanej przez glebę, 3) od stanu budowy tej warstwy luźnego czy zbitego, 4) od ilości nagromadzonych w niej szczątków organicznych i produktów ich rozkładu, t. j. tak zwanej próchnicy¹⁾, 5) od szybkości rozkładu szczątków roślinnych i 6) od bujności wzrostu roślin żywych spotrzebowujących tlen. Im trudniejszy jest dostęp powietrza atmosferycznego do niżej leżących warstw gleby, tem wyżej leżą w glebie poziomy mogące podlegać procesom anaerobiotycznym. W razie ułatwionego dostępu powietrza anaerobioza rozwija się w głębi gleby, w warstwach leżących tem wyżej im silniejsze i szybciej przebiegające procesy aerobiotyczne panują w warstwach powierzchniowych gleby. Wprawdzie powietrze dochodzi wówczas do warstw niższych ale jest ono pozbawione tlenu.

W pewnych warunkach anaerobioza może panować nawet w najbardziej powierzchniowych warstwach gleby.

Rozkład materji organicznej nagromadzonych w glebie obumarłych szczątków roślinnych w beztlenowych warunkach anaerobiotycznych, spowodowanych bądź nadmiarem wody w glebie, bądź rozmieszczeniem i charakterem samej materji organicznej i organizowanej, prowadzi do jej mineralizacji, której produkty końcowe są wybitnie odtlenione (ob. na str. 82 odnośnik).

Beztlenowce (anaeroby) czerpią tlen (obacz na str. 82 odnośnik) z wysoko utlenionych związków mineralnych skały

¹⁾ Koloidalne cząstki próchnicy pęcznieją w wodzie, wypełniając sobą przestworke gleby. Obecność próchnicy koloidalnej, w ilości powyżej 3% może spowodować zanik wolnych przestworków, bowiem $3(\%) \times 2,5$ (przebiegny cięż. wł. mineralnej części gleby) $\times 4$ (zwiększenie objętości suchej materji organicznej napojonej wodą) = 30%, gdy gleba równoziarnista ubita zawiera wolnych przestworków w ułożeniu najściślejszem 25,95%, a w najluźniejszym 47,64%, zaś gleby różnoziarniste jeszcze mniej. Zresztą materja organiczna może utrzymać o wiele więcej wody.

Ob Sław. Miklaszewski. Gleba r. 1909. Str. 39, 40, 41.

macierzystej gleby i z produktów tlenowego rozkładu materji organicznej powstałych pod działaniem tlenowców (aerobów) w poziomach gleby, do których z łatwością dopływa tlen powietrza atmosferycznego. Nie wszystkie związki mineralne podlegają odtlenieniu. Najłatwiej oddaje swój tlen tlenek żelazowy, to też w warunkach anaerobiozy odpowiednie poziomy gleby zmieniają swą barwę z ciepłej czerwonej, pomarańczowej, żółtej lub żółtawej w zależności od ilości i postaci obecnych soli żelazowych, na zimną zielonawą, niebieskawą lub szarą właściwą związkom żelazowym.

W razie następujących po sobie okresów aero- i anaerobiozy widzimy w odpowiednich poziomach¹⁾ gleby mieszane centki lub plamy o powyżej przytoczonych barwach ciepłych i zimnych. Prócz związków żelaza odtleniają się też i siarczany, przeobrażające się w związki siarkowodorowe. To też w warunkach anaerobiozy tworzą się zawsze piryty lub markazyty t. j. siarczki żelaza. Nie brak ich w błotach lub w stawiarzach. Na węglu tworzą złociste naloty i t. p. Odtleniają się też o wiele trudniej i fosforany i zasobne w tlen związki organiczne—produkty tlenowcowego (aerobowego) rozkładu szczątków roślin i zwierząt.

Procesy anaerobiotyczne rozkładu obumarłej materji organicznej zazwyczaj słabną stopniowo, to też zawsze część szczątków roślinnych i zwierzęcych nie mineralizuje się doszczętnie, lecz pozostaje nierozłożona, co pociąga za sobą nagromadzenie się martwych szczątków materji organicznych. Powodem tego nagromadzenia jest zarówno natura środowiska, jak i charakter samego procesu. Powstający podczas anaerobiozy mało rozpuszczalny kwas ulminowy niewypłukiwany przez wodę pozostająca w stanie zastoju lub „niemrawą“ działa szkodliwie na drobnoustroje, których jest wydzieliną (prawdopodobnie?).

Nie może on być zobojętniony przez żaden z produktów mineralizacji próchnicy powstających w warunkach aerobiozy.

Tylko węglan wapniowy i tlenek żelazowy są w stanie zobojętnić kwas ulminowy, lecz powstająca prawie nierozpuszczalna w wodzie jego sól wapniowa pokrywa nieprzenikliwą warstewką cząstki wapienne, wykluczając ich dalsze działanie, zaś tlenki żelazowe i wodorotlenki żelazowe nie działają na kwas ulminowy, chociaż daje on z solami żelaza nierozpuszczalny w wodzie „ulmian żelaza“.

¹⁾ Głównie w poziomach stykanła się warstw anaerobiotycznych z aerobiotycznymi.

To też kwas ulminowy nagromadza się w glebie w miarę postępu anaerobiozy, hamując coraz bardziej intensywność jej przebiegu. W zimie mróz denaturuje kwas ulminowy, przeobrażając go w ulminę—ciało nierozpuszczalne w wodzie i obojętne, a więc nieszkodliwe dla beztlenowców. Ciepło wiosenne wznawia anaerobiozę w warunkach pomyślniejszych, lecz jej intensywność znów stopniowo zahamowuje powstający i nagromadzający się kwas ulminowy. Drugim hamulcem intensywności procesu anaerobiotycznego rozkładu materji organicznej jest wyczerpanie się tlenu pobieranego z odtlenianych związków mineralnych. Po odtlenieniu związków łatwiej oddających tlen, przychodzi kolej na związki pozbywające się go trudniej, aż nareszcie zaczyna braknąć materiału odtlenianego i sam proces pobierania tlenu przez beztlenowce zanika. Żywe rośliny, rosnące na glebie, korzeniami swemi wyłapują związki (azotany, fosforany, siarczany), mogące dostarczyć tlenu beztlenowcom. To też proces mineralizacji materji organo-mineralnej nie dochodzi nigdy do końca w warunkach beztlenowych.

Skutkiem tego następuje *stopniowe nagromadzanie się i magazynowanie szczątków obumarłej materji organicznej*, czego dowodem gleby błotne. Wraz z nią nagromadzają się i magazynują związki mineralne, lecz pod postacią organomineralną, a więc nie dającą się wyługować i nieprzyswajalną dla roślin. Jest to kapitał martwy—nieużyteczny, póki go nieuruchomią procesy inne.

To samo można powiedzieć i o wielu związkach mineralnych pochodzących ze zmineralizowania materji organicznej podczas procesów anaerobiotycznych, bowiem związki odtlenione są bądź mało rozpuszczalne w wodzie nprz. fosforan żelazowy, bądź szkodliwe dla roślin nprz. związki siarkowodorowe, bądź nieprzyswajalne dla roślin nprz. związki żelazawe.

Jednem słowem, dzięki bakterjalnym procesom beztlenowym rozkładu materji organicznej, skała macierzysta gleby w powierzchniowych swych warstwach zmienia się zasadniczo, dzięki nagromadzeniu znacznych ilości nierozłożonych szczątków roślinnych i zwierzęcych, organicznych produktów działalności beztlenowców i nierozpuszczalnych soli mineralnych—produktów mineralizacji próchnicy. Jednocześnie w poziomach anaerobiozy ulegają odtlenieniu wszystkie zdolne do tego składniki mineralne skały macierzystej gleby.

Procesy rozkładu materji organicznej przez tlenowce różnią się zasadniczo w zależności od tego, jakie „zbiorowisko“ drobnoustrojów wywołuje ten rozkład (ob. na str. 82): *tlenowce bakterje* czy też *tlenowce grzybki—pleśnie*. Nie chodzi tu narazie, oczywiście, o przedstawienie funkcji odpowiednich bakterjal-

Tlenowy
rozkład
materji or-
ganicznej.

nych osobników, co skądinąd bardzo ważne, tu niema znaczenia, lecz o wyjaśnienie ogólnych procesów glebotwórczych, których twórczym i kształtującym gleby czynnikiem są wspólne przejawy i wymagania życiowe zbiorowisk drobnoustrojów, łączące je w grupy przystosowane do natury środowiska, dającego im możliwość do zapanowania nad innymi zbiorowiskami drobnoustrojów, i nadające wspólnie temu środowisku cechy, odrębne od cech środowisk, zmieniających się pod wpływem innych grup mikroorganizmów. Oto kierunek, w którym musi się rozwinąć mikrobiologia gleby, jako *skaty-środowiska*, związanego przez czynniki klimatyczne z osiedleniem na niem i w niem zbiorowiskami organizmów wyższych i niższych, i decydującego o charakterze i własnościach tych zbiorowisk, a jednocześnie kształtującego swe własności i charakter pod łącznym wpływem przejawów życiowych zamieszkujących go zbiorowisk.

Tlenowy (aerobiotyczny) proces rozkładu materji organicznej wymaga swobodnego dopływu tlenu powietrza, przebieg jego jest szybki i mineralizacja szczątków organicznych dochodzi do końca, w przeciwieństwie do działaności beztlenowców, dając związki utlenione: wodę, dwutlenek węgla, azotany, siarczany i fosforany (ob. na str. 82). Ponieważ *tlenowce-bakterje* mogą się normalnie rozwijać jedynie w środowisku mającem odczyn obojętny lub bardzo słabo alkaliczny, więc też w warunkach przyrodzonych pod ich

Działalność
tlenowców
bakteryj.

wpływem może się rozkładać jedynie materja organiczna pochodząca z obumarłej roślinności trawiastej (ob. na str. 81). Powstający podczas tego procesu

kwas huminowy, chociaż rozpuszczalny w wodzie i „wydzielina“ (?) bakteryj nie szkodzi drobnoustrojom, bo go wnet zubożętnia, powstający podczas procesów aerobiotycznych, amoniak (NH_3), tworząc znany dobrze, bo znajdujący się w gnojówce, humian amonowy. Ta „sól“ amonowa kwasu huminowego, jako nietrwała, rozpada się pod wpływem innych bakteryj tego samego zbiorowiska na kwas azotawy i azotowy pochodzące z utlenienia amoniaku i na huminę—denaturat kwasu huminowego nierozpuszczalną w wodzie, a więc dla bakteryj nieszkodliwą. Denaturująco działa też na humian amonowy, obecność wolnego kwasu azotowego. Stąd tlenowcowy (aerobowy) proces rozkładu materji organicznej odbywa się bez przeszkód niczem nie hamowany, bo w tych warunkach i kwas huminowy rozkłada się szybko na wodę, dwutlenek węgla i kwas azotowy. Wobec tego w pewnych warunkach temperatury i wilgotności może następować doszczętny rozkład materji organicznych, jak to widzimy, nprz. w wielu glebach lössowych azjatyckich i w naszych piaskach gruboziarnistych. Wraz z szybkim spalaniem się szczątków organomineralnych

następuje szybkie uwalnianie się¹⁾ znacznych ilości zmagazy-
nowych przez rośliny związków mineralnych — składników
pokarmowych roślin.

Uwolnione składniki pokarmowe bądź w klimatach wil-
gotnych ługuje ze skały macierzystej gleby woda przesiąka-
jąca wgląb, bądź też w klimatach suchych pustynnych i pół-
pustynnych wykwitają one na powierzchnię rozpuszczone
i wynoszone przez wstępujący prąd podsiąkającej wody włos-
kowatej. Tlenowcowy bakterjalny rozkład materji organicznej,
jako utleniający, nie może zmienić zasadniczo składników skały
macierzystej gleby, ponieważ są one końcowymi utlenionymi
produktami wietrzenia skały pod wpływem czynników atmo-
sferycznych materjalnych. To samo da się powiedzieć i o koń-
cowych i przejściowych produktach tlenowcowego bakterjal-
nego rozkładu materji organicznej: wodzie, dwutlenku węgla,
węglanach, siarczanach, azotanach, fosforanach i humianach,
nie działających na skałę macierzystą gleby w panujących
warunkach termodynamicznych. Słowem, pod wpływem procesów
*rozkładu materji organicznej przez tlenowce-bakterje skała
macierzysta gleby nie zmienia się zasadniczo ani przez nagro-
madzanie się materji organicznej, ani przez przeobrażanie che-
miczne mineralnych części składowych, ani przez wzbogacanie
się w składniki pokarmowe roślin w postaci trwałej, niepodle-
gającej szybkiemu wylugowaniu.*

Tlenowcowy grzybkowo-pleśniowy rozkład ma-
terji organicznej obumarłych szczątków roślinnych nie różni się, co do warunków środowiskowych,
od poprzednio rozpatrzonego procesu tlenowcowo-
bakterjalnego prócz obecności ciał organicznych
szkodzących bakterjom i uniemożliwiających ich rozwój.
Są to garbniki i smoły trudnorozpuszczalne w wodzie, a więc
niepodlegające wylugowaniu a przytem mające kwaśny od-
czyn (ob. na str. 82, 81 i 81 odnośnik 1). To też rozkład ro-
ślin drzewiastych odbywa się pod działaniem grzybków-
pleśni, zaś bakterje²⁾ nie są znane jako ich pasożyty lub sa-
profity. Stąd też pnie drzew pogrzebane w głębszych warstwach
ziemi, dokąd powietrze nie dochodzi, leżą w nich bez zmiany
całe wieki. Natomiast, tlenowce grzybki-pleśnie rozkładają zu-
pełnie swobodnie rośliny drzewiaste (ob. na str. 82). Garbniki
nie są dla nich szkodliwe, lecz nawet są przez nie rozkładane.

Tlenowcowy
pleśniowy
rozkład
materji
organicznej.

¹⁾ Oto dlaczego gleby przewiewne i przepuszczalne są *czynne* (franc. „terre franche”) zaś nieprzewiewne i nieprzepuszczalne lub mokre — *nieczynne*.

²⁾ Garbowanie skór ma na celu zabezpieczenie ich od gnicia bakte-
rialnego.

To też szczątki roślin drzewiastych mogą być rozkładane w warunkach naturalnych jedynie przez grzybki-pleśnie.

W warunkach rozwoju, na szczątkach materji organicznej, grzybków-pleśni powstaje zazwyczaj ciało złożone, obfitujące w azot t. zw. „kwas“ źródłowy (krenowy), które dla ułatwienia zobrazowania procesów glebotwórczych przyjmujemy (bez zobowiązań dalszych) za produkt działalności życiowej grzybków-pleśni, za ich „wydzielinę“ (?). Jest on rozpuszczalny w wodzie zarówno jak i jego sole (ob. na str. 85). Nie może on być zobojętniony ani przez amoniak, który przy tym rozkładzie pleśniowym prawie nie powstaje, ani też przez węglan wapniowy skały macierzystej gleby, boć rozkład drzewiastej materji organicznej odbywa się w ściółce leśnej a więc nad powierzchnią i na powierzchni ziemi. Jego szkodliwą działalność (mocnego kwasu i wydzieliny) niweczy usuwający go, ługujący prąd opadowej wody zstępującej przesiąkającej przez ściółkę w głąb ziemi. Wrazie powstawania prądów wstępujących podsiąkający kwas źródłowy przerywa rozkład pleśniowy materji organicznej, tembardziej, że jednocześnie stwarzają się warunki anaerobiotyczne beztlenowe. W ten sposób można objaśnić powstawanie złóż węgla kamiennego. Naogół w warunkach dobrego przewietrzania i przepuszczalności skały macierzystej gleby rozkład pleśniowy materji organicznej przebiega szybko, dobiega do końca i nie sprzyja nagromadzeniu się znacznych ilości szczątków materji organicznej. Ługowanie uwalnianych przez mineralizację składników pokarmowych roślin jest większe aniżeli podczas procesu tlenowcowego bakterjalnego, bo sprzyja temu wysoka rozpuszczalność w wodzie kwasu źródłowego (krenowego). Pleśnie-grzybki nie wywierają wpływu na skałę macierzystą gleby, bo żyją i pracują ponad nią. Za to, podobnie jak i tlenowcowy bakterjalny, rozkład materji organicznej grzybkowo - pleśniowy pochłania znaczne ilości tlenu i sprzyja powstawaniu warunków anaerobiotycznych w niższych poziomach skały macierzystej gleby. Kwas źródłowy (krenowy), działa silnie rozpuszczająco na część mineralną gleby, ługując z niej pod postacią rozpuszczalnych źródeł, składniki wchodzące z nim w reakcję. Na tem polega jego bielniczące działanie dobrze nam znane w glebach leśnych. Słowem, pod wpływem procesów *grzybkowo - pleśniowego rozkładu materji organicznej nie następuje zasadnicze nagromadzenie się materji organicznej, ale powierzchniowy poziom skały macierzystej gleby podlegają zubożeniu w składniki mineralne, dzięki ługującej działalności powstającego podczas tego rozkładu kwasu źródłowego (krenowego).*

3. Nagromadzanie się próchnicy w glebie.

Od powyżej rozpatrzonych czynników glebotwórczych biotycznych zależy proces nagromadzania się w glebie próchnicy, a także w pewnych warunkach proces zanikania nagromadzonej. Innymi słowy, bądź do gleby przybywa więcej szczątków roślinnych, aniżeli ich się może rozłożyć w danych warunkach i zmineralizować na dwutlenek węgla, wodę, amoniak, wodór i t. p., bądź też warunki zmieniają się o tyle, że rozkłada się więcej materji organicznej, aniżeli przybywa szczątków roślinnych i zwierzęcych. W przyrodzie, zależnie od wahań pogody, zmian warunków wilgotności, temperatury i t. p. muszą być stałe wahania w przebiegu procesu nagromadzania próchnicy, lecz wahania te są stosunkowo nieznaczne, to też trudno im przypisywać istotne znaczenie. Obecność próchnicy w glebie jest najcharakterystyczniejszą jej cechą najjaskrawiej wyróżniającą glebę od utworu skalnego bądź też od skały macierzystej gleby. Gdy masa organiczna gromadząca się w glebie w pewnym, określonym czasie podlega rozkładowi w czasie tym samym, to próchnica się nie nagromadza. Tedy nagromadzenie próchnicy jest to różnica między przychodem i rozchodem, dowozem i rozkładem materji organicznej w danych warunkach glebotwórczych.

Gdy przyjmiemy coroczny dowóz materji organicznej za $= P^1$), a coroczny rozkład nprz. za $= \frac{1}{10} P$, to na początku zimy t. j. w chwili ustania rozkładu ilość materji organicznej w latach kolejnych da się wyrazić:

Na początku zimy 1 roku P
 " " " 2 " $P + (0,9) P$
 " " " 3 " $P + (0,9) P + (0,9)^2 P$
 " " " $n + 1$ " $P + (0,9) P + (0,9)^2 P + \dots + (0,9)^n P$
 $P + (0,9) P + (0,9)^2 P + \dots + (0,9)^n P = 10 P$, gdy $n = \infty$

Praktycznie warunek ten niema wartości. Wyobraźmy sobie słaby rozkład materji organicznej równy 0,01 dowozu, wówczas różnica między dowozem i rozkładem po 100 latach wyniesie 0,366 P a po 1000 latach równać się będzie 0,00004 P t. j. ilości nie mającej dla nas znaczenia praktycznego. Widzimy stąd, jak szybko ustaje nagromadzanie się próchnicy.

Tak samo szybko ustaje jej zanik. Nagromadzanie się próchnicy w glebie wyraża się dowozem rocznym materji organicznej i jej ułamkiem rozkładu. Za stałą maksymalną zawartość próchnicy możemy przyjąć:

$(n-1)P$, bo $\frac{1}{n} [(n-1)P + P] = \frac{nP}{n} = P$, a więc następny dowóz

¹⁾ Próchnica = P .

nie przysporzy glebie materji organicznej. Stąd wynika, że w niezmiennych warunkach dowozu materji organicznej i jej rozkładu:

1) Nagromadzanie się próchnicy w glebie i jej zanik, mają swój kres.

2) Dla osiągnięcia tego kresu potrzeba dłuższego czasu. Młode gleby dyluwjalne, aluwjalne, eoliczne i inne świeżo powstające nie mają jeszcze ustalonej ilości próchnicy. W większości jednak starych gleb ładowych proces nagromadzania próchnicy jest już zakończony.

3) Przy stałych P lub n nagromadzanie próchnicy jest proporcjonalne do n (ułamku rozkładu) lub P (dowozu materji organicznej).

Z powiększeniem dowozu i zmniejszeniem ułamka rozkładu, znów się rozpoczyna nagromadzanie próchnicy, już raz zakończone; w warunkach przeciwnych, nagromadzona próchnica poczyna zanikać aż do nowego kresu, odpowiadającego zmienionym czynnikom nagromadzania.

c) Stan skał na powierzchni ziemi i rozmieszczenie roślin.

Z tego przeglądu czynników glebotwórczych widzimy, że na powierzchni ziemi trwałą postacią skał prostych jest *stan zmienno-ruchliwo-bezpostaciowy*. Wszystkie skały—jedne trudniej, drugie łatwiej—są w tym stanie lub mają skłonność do przejścia w ten stan i zachowają go dotąd, dopóki znajdują się na powierzchni ziemi. Można to za-
Stan skał na wać się będą na powierzchni ziemi. Można to za-
powierzchni stosować i do wszystkich skał złożonych bez wy-
ziemi. jątku, czy to będzie granit, sjenit, djabaz, djoryt, gabro, noryt, perydotyt lub porfir i porfiryt, liparyt, trachit, fonolit, andezyt, bazalt lub tufy i szkła wulkaniczne, bądź gnejsy, łupki mikowe, chlorytowe i t. p. *Wszystkie skały nie mogą się oprzeć działaniu czynników atmosferycznych.* Częściowo są one rozdrabniane mechanicznie przez czynniki energetyczne, częściowo rozkładają się chemicznie pod wpływem czynników materjalnych, dając początek głównie glinom, piaskom, wodorotlenkom żelazowym, roztworom soli (węglanom i innym). Tak samo skały spojone: piaskowce, druzgoty, zlepieńce, wietrzejąc, rozpadają się na żwir, piasek i podlegają dalszemu rozdrobnieniu i rozkładowi. Łupki gliniaste kruszeją na powietrzu, tworząc blaszkowaty płytkowaty żwir, który potem przeobraża się w glinę. *Rozdrabnianie, rozpuszczanie, zwęglanie i utlenianie* oto główne procesy, którym podlegają skały lite znalazłszy się na powierzchni ziemi. Powierzchnię kuli ziemskiej pokrywa warstwa mniej lub bardziej gruba ciał ciekłych, plastycznych lub sypkich. Nagie skały sterczą

tylko tam, gdzie produkty rozkładu unosi woda lub zwiewa wiatr. Zestawiając wszystkie trwałe utwory powierzchni skorupy ziemskiej, możemy je podzielić na: a) skały *sypko-plastyczne*: gliny, piasek, margiel, löss, ił, ił wapienny, ił radjolarjowy, resztki roślinne, ruda błotna i t. p. i b) na ciała *eikłe i gazowe*: woda, roztwory soli, CO₂ i t. d. Wszystkie je charakteryzuje wolny stan ich cząsteczek i w tym sensie można je nazwać *zmiennie-ruchliwo-bezpostaciowym stanem* skał. Na tem podłożu osiedlają się organizmy roślinne i zwierzęce, tworząc zbiorowiska przeobrażające to podłoże w gleby.

Roślinność wykazuje wybitną zdolność przystosowywania się do warunków bytowania, to też na kuli ziemskiej widzimy mało miejscowości zupełnie pozbawionych roślinności. Świat roślinny, zgodnie z różnymi warunkami swego istnienia a przede wszystkim w zależności od klimatu i skał macierzystych, następnie zaś od rzeźby miejscowości, dzieli się przede wszystkim na dwie grupy: grupę roślin drzewiastych i grupę roślin trawiastych. Każda z nich składa się z całego szeregu zbiorowisk roślinnych¹⁾ czyli formacyj roślinnych ściśle związanych z pojęciami pustyni i półpustyni, rozmaitych stepów, błot, mszarów, tajgi i t. p., jako całokształtu określonych warunków bytowania roślin. Istnieje niezaprzeczony ścisły związek pomiędzy charakterem formacji roślinnej i własnościami utworu glebowego. Wszystkie zjawiska biotyczne zależą przede wszystkim od klimatu; co prawda to samo można powiedzieć i o zjawiskach oddziaływania abiotycznego. Gdy jednak te ostatnie wahają się w szerokich granicach warunków zewnętrznych, przebieg procesów biologicznych jest ściśle ograniczony i dają się tu wyznaczyć ich granice główne, a więc ich minimum optimum i maximum. Im silniej rozwija się życie organiczne na terenie, tem dobitniej oddziaływa ono na glebę. Trzy czynniki są regulatorami istnienia organizmów: temperatura, wilgoć i dostateczne pożywienie. Przetodo oddziaływanie biologiczne na glebę przede wszystkim idzie równoległe do własności klimatu i zależy od panujących warunków istnienia świata roślinnego i zwierzęcego. Jednocześnie procesy wietrzenia zależą od ilości wody i wysokości temperatury to też nie powinien nas dziwić ścisły związek zachodzący pomiędzy własnościami gleby i rozmieszczeniem organizmów. Zasadniczą różnicą w sposobie wzajemnego na się

Zjawiska
biotyczne i
abiotyczne
kształtujące
glebę.

¹⁾ ob. Eug. Warming's. Lehrbuch der Ökologischen Pflanzengeografie. Dritte umgearbeitete Auflage von Eug. P. Graebner z 395 ryc. Str. VIII + 988 + 64) r. 1918. Berlin. Borntraeger.

oraz Hryniewiecki: Zielnik. Str. 204 do 209 włącznie r. 1922.

oddziaływania środowiska skalnego na środowisko biologiczne jest ciągłość i niezmiennosc kierunku wpływów abiotycznych (nieożywionych) oraz okresowość i cyklowa zmienność oddziaływań świata ożywionego. Wypadkową tego splotu warunków przyrodzonych działających na się środowisk i wynikiem wzajemnego ich na siebie oddziaływania jest — *gleba*. Kształtuje ją czynnik panujący w danych warunkach a więc wywierający wpływ przemożny na skałę macierzystą gleby.

d) Człowiek, jako czynnik glebotwórczy.

Człowiek, jako czynnik glebotwórczy, ma znaczenie lokalne o wiele większe, aniżeli to się napozór wydaje. Patrząc na olbrzymiej miąższości warstwy wapieni, stajemy w zdumienia pełnym podziwieniu nad ogromem wyników pracy organizmów morskich: korzenionózek, mięczaków, koralów, mszanek, wodorostów wapiennych i t. p. zdawałoby się przekraczających zakres sił ludzkich. Ta złuda polega na nieuwzględnieniu *czasu*, w którym organizmy morskie osiągnęły wynik tak potężny. Osady morskie wapienne całoroczne nie przenoszą we wszystkich morzach razem wziętych 1 klm³, ponieważ wszystkie rzeki niosą do morza około 1 klm³ węglanu wapniowego, bez wyraźnego wpływu na zasobność mórz w węglan wapienowy. Zestawmy te ilości z ilością ziemi przewracanej corocznie przez rolnika. Prócz krain polarnych i pustyń, wszędzie, gdzie zaludnienie jest mniej lub więcej gęste, podlega uprawie znaczna część powierzchni: $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$ a nawet i $\frac{1}{2}$. W całej Europie i w Stanach Zjednoczonych co rok uprawia się około 400 klm³ ziemi (oceniając grubość poruszonej warstwy ornej tylko na 10 cm.). Ludność Europy i Stanów Zjednoczonych stanowi zaledwie $\frac{1}{3}$ (nawet mniej) całej ludzkości. Stąd można z wielkim prawdopodobieństwem ocenić masę ziemi uprawnej na 1000 klm³, gdy wszystkie rzeki corok niosą od 10—16 klm³. do morza a najsilniejsze wybuchy wulkaniczne wyrzucają na powierzchnię ziemi nie więcej ponad kilka klm³ materiału skalnego. To też człowiek, jako bezpośredni czynnik glebotwórczy, nawet ilościowo zajmuje pokaźne miejsce, orząc, nawożąc, osuszając i nawodniając powierzchnię skorupy ziemskiej. Wpływa on na przyrodę martwą i bezpośrednio przez świat roślinny, niszcząc roślinność, co uruchamia ustalone przez nią wydmy i wawozy i powoduje gwałtowne wylewy rzek wczesną wiosną i ich zubożenie w wodę latem. Odwrotnie, obsadzając piaski lotne, nawodniając stepy bezwodne, osuszając jeziora i błota, siejąc te lub inne rośliny, człowiek hamuje ruch wydmy, wpływa na krążenie gazów w atmosferze oraz na skład gleby i jej budowę.

ROZDZIAŁ IV.

Czynniki kształtujące glebę (kształtotwórcze gleby).

Trudność podziału czynników kształtujących glebę w celu posobnego ich rozpatrywania polega na łączności ich działania. Nader zawile a czasem nawet niemożliwe jest ustalenie granicy pomiędzy zakresem wpływów jednego czynnika a drugiego lub kilku innych. Wychodząc z założenia czysto gleboznawczego, musimy przede wszystkim rozpatrzeć naturę skały macierzystej¹⁾ gleby i jej wpływ na kształtowanie się gleby a potem dopiero wpływ roślinności²⁾, na którą jednocześnie wpływa i natura skały macierzystej gleby. Kształtowanie się tych obu środowisk (skały i roślinności) zależy w pierwszym rzędzie od ilości otrzymywanej energii słonecznej wyrażającej się w kompleksie

Podział czynników kształtujących glebę

¹⁾ W ekologii roślin musielibyśmy wysunąć na plan pierwszy świat roślinny.

²⁾ Niemniej jednak, jeśli chodzi o zasadniczy podstawowy podział gleb, to najważniejszymi czynnikami ich kształtowania się są: stosunek opadów do parowania, temperatura i wpływ roślinności. Własności gleb fizyczne i chemiczne, zarówno jak i ich geologja, mają znaczenia podrzędne.

Należy zaznaczyć, że: a) możliwość występowania na terenach pewnych roślin zwartą masą zależy od ich stosunku do klimatu i gleby; b) w środku zasięgu roślin przemożny wpływ na ich występowanie wywiera klimat a na rubieżach przeważają wpływy miejscowe—głównie własności gleby; c) każda panująca formacja roślinna rozwija się najlepiej na określonych rodzajach gleb (ob. ryc. 3) i zmienia jednocześnie glebę w kierunku narazie dla siebie pożądanem, bo sprzyjającym jej w walce konkurencyjnej z innymi; d) każda formacja roślinna broni swego stanu posiadania i ma przez obsadzenie terenu wielką przewagę nad wciskającymi się innymi formacjami; e) najważniejszymi czynnikami klimatycznymi są: temperatura, opady, parowanie i wiatry miejscowe; f) najważniejsze czynniki formacji glebowych to: zawartość soli pokarmowych, krążenie wody i własności fizyczne; g) klimat danego terenu, biorąc pod uwagę produkcję materji organicznej, może być dla wzrostu rośliny sprzyjający lub niesprzyjający.

(Odnosnik do str. 97).



I.	II.	III.	IV.
gleba gliniasta średnio ciężka	gleba gliniasta szara ciężka	gleba gliniasta bardzo piaszczysta	gleba gliniasta ciężka ciemna

Ryc. 3. Krańcowe postacie wyrosniętego dębu *Quercus marylandica* w zależności od natury i własności gleby. (Hilgard. Soils. 501).

Wpływ gleby na postać drzew.

	I.	II.	III.	IV.
K ₂ O . . .	0,236%	0,753%	0,073%	0,333%
CaO . . .	0,092%	0,178%	0,142%	1,367%
MgO . . .	0,196%	0,831%	0,100%	0,363%
P ₂ O ₅ . . .	0,091%	0,052%	ślady	0,104%
próchnica	0,50%	0,305%	0,20%	1,250%

Quercus marylandica Marsch. (*Q. nigra* Wangh).

	I.	II.	III.	IV.
Wysok. w m.	11—16 biegły	5	3—5	21
Postać pnia (<i>excurrens</i>)	—	—	krzywy	gruby i krótki
Postać koro- ny . . .	prześwieca- jąca	mała i ściśta	uboga w liś- cie	ściśta, kulista

Quercus minor Marsch. (*Q. obtusiloba* Mich.)

	I.	II.	III.	IV.
Wysok. w m.	13—18 biegły	5—6,5 nie wybitna	3—5	16—23 biegły
Postać pnia (<i>excurrens</i>)	—	(<i>deliquescens</i>)	krzywy	(<i>excurrens</i>)
Postać koro- ny . . .	świeca	świecowa, czubata	uboga w liś- cie	sklepiona (<i>geniculata</i>)

zjawisk klimatycznych, to też klimat jest regulatorem tego wzajemnego, bezpośredniego oddziaływania. Pod jego wpływem świat roślinny kształtuje glebę, wyciskając na skale macierzystej gleby wyraźne piętna procesów biologicznych tam, gdzie (dzięki klimatowi głównie) jego działanie jest przemożne, lub też zaledwie je zaznaczając w miejscowościach pozbawionych (dzięki klimatowi lub naturze skały macierzystej) roślinności bądź skąpo w nią uposażonych, gdzie też jego działanie jest słabe z samej natury rzeczy.

A więc do czynników kształtujących glebę zaliczymy:

- I) Naturę skał macierzystych gleby.
- II) Ilości energii słonecznej, otrzymywanej przez skały macierzyste gleby oraz świat roślinny i zwierzęcy, zależne od:
 - a) stref klimatycznych i wyniesienia ponad poziom morza,
 - b) topografii i orohydrografii terenu i
 - c) klimatu miejscowego, lokalnego.
- III) Świat roślinny i zwierzęcy:
 - a) szatę roślinną (czasem i rozmieszczenie zwierząt) i
 - b) wpływ człowieka.

Oczywiście, ilości energii słonecznej otrzymywanej przez rośliny zależyc mogą nieraz i od natury skały macierzystej; jeszcze silniej zaznacza się ta zależność od ilości energii słonecznej, działającej na skałę macierzystą gleby, normowanych pokrywą roślinną żywą lub martwą: zbitą bądź luźną, grubą bądź cienką, zwartą bądź rzadką (rozproszoną), jednolitą bądź mieszaną, ciągłą bądź rozmieszczoną sporadycznie.

I. Natura skał macierzystych gleby.

Natura skał macierzystych gleby zależy od wietrzenia (ob. na str. 50 i dalej) i jego charakteru. Jeden i ten sam utwór skalny wietrzeje z różną łatwością i szybkością, z różnym przebiegiem procesów chemicznych, czego rezultatem może być różnorodność jego wietrzenia. Przyczyn tej różnorodności (poza wpływem świata roślinnego) szukać należy przede wszystkim we właściwościach klimatycznych danego terenu a także w różnorodności składu, budowy i warunkach zalegania skały, jak również w jej stosunku do otaczających ją utworów skalnych.

Wpływ natury skały macierzystej gleby na kształtowanie się gleby zaznacza się najsilniej na glebach względnie młodych, (jak nprz. na niektórych glebach lodowcowych), których skała macierzysta nie zdążyła dobiec do końcowego kresu wietrzenia, a także tam, gdzie nieraz cechy nadane glebie przez skałę macierzystą górują nad piętnem wyciśniętym przez inne czynniki, a więc

Natura skał
macierzystych
gleby.

klimat, roślinność i t. p. Takie gleby, wśród których pierwsze miejsce zajmują rędziny (które też zapewne (?) u nas poczęły się tworzyć dopiero w epoce lodowcowej), gleboznawcy rosyjscy ¹⁾ nazywają glebami *endodynamomorfniemi* t. j. kształtującymi się pod wpływem czynników wewnętrznych (właściwych ich skale macierzystej), w odróżnieniu ²⁾ od starych gleb *ektodynamomorfnych* t. j. kształtujących się pod wpływem czynników zewnętrznych, przede wszystkim pod przemożnym wpływem klimatu, który, długo działając, powoduje powstanie jednakowych typów gleb z różnych, a więc posiadających różne własności wewnętrzne skał macierzystych, lub też ze skał jednakowych tworzy gleby różne, o ile warunki klimatyczne ich wietrzenia są odmienne. Gdy nprz. taki sam doleryt, wietrzejąc w naszym klimacie wilgotnym umiarkowanym, przeobraża się w szarą glebę ilastą, w klimacie wilgotnym zwrotnikowym tworzy glebę czerwoną laterytową. Podobny lateryt powstaje w pasie międzyzwrotnikowym z bazaltu, granitu i t. p. niezależnie od natury skały dłań macierzystej. Według danych R. Ward'a wietrzenie dolerytu przebiega w wilgotnych klimatach, umiarkowanym i gorącym, jak niżej:

Doleryt I. South-Straffordshire. Klimat wilgotny umiarkowany. Kaolinizacja.		Doleryt II. West-Chats. Klimat wilgotny gorący. Laterytyzacja.	
	Świeży.	Zwietrzały.	
SiO ₂	49,3	47,0	50,4
Al ₂ O ₃	17,4	18,5	22,2
Fe ₂ O ₃	2,7	14,6	9,9
FeO	8,3	—	3,6
MgO	4,7	5,2	1,5
CaO	8,7	1,5	8,4
Na ₂ O	4,0	0,3	0,9
K ₂ O	1,8	2,5	1,8
P ₂ O ₅	0,2	0,7	—
H ₂ O	2,9	7,2	0,9

Jak widać z liczb, istnieje zasadnicza różnica pomiędzy produktami wietrzenia dolerytu I i II-go. W klimacie wilgotnym umiarkowanym powstaje kompleks wodorotlenku glinowego i kwasu krzemowego (glinokrzemian wodny) silnie

¹⁾ Nb. gleboznawcy rosyjscy nie zaliczają wcale gleb lodowcowych do endodynamomorfnych, chociaż niektóre z nich częściowo zasługiwałyby na to miano (nprz. płaski gruboziarniste, ility drobne i t. p.)

To samo dałoby się powiedzieć i o glebach trjasowych (pstrych płaskowcach).

²⁾ Niektóre z nich zawierają domieszkę lodowcową, bądź też lodowiec stały z nich powierzchni dawną starą rędzinę.

absorbujący zasady, a więc (zanieczyszczony kaolin) glina, w klimacie wilgotnym gorącym tworzy się mieszanina wodorotlenków glinowego¹⁾ i (bezpостaciowego) żelazowego.

Według dotychczasowych danych lateryt nie powstaje poniżej 15° do 20°C temperatury zimowej²⁾.

Zazwyczaj wpływ skały macierzystej na kształtowanie się gleby jest tem mniejszy, im skrajniejszy panuje klimat. W klimatach umiarkowanych oddziaływanie skały macierzystej na kształtowanie się gleby jest o wiele większe, zarówno w kierunku chemicznym, jak i fizycznym. Zdolność wietrzenia skał bywa rozmaita w zależności od ich składu chemicznego i od ich własności fizycznych. Skały lite kształtują gleby inaczej, aniżeli skały okruchowe. Jednakowego składu skały ziarniste, porfiryiczne lub łupkowe dają gleby różne.

Powstawaniu gleby sprzyjają własności ułatwiające przenikanie w głąb skały czynników wietrzenia. Wielkość okruchów oraz rodzaj i ilość spoidła (lepiszcza) cementującego skały okruchowe, zlepierce silnie wpływa na charakter powstającej z nich gleby.

Równnie wielkie znaczenie ma wielkość i skład mineralogiczny cząsteczek skał luźnych, sypkich nprz. piasków.

Z chemicznych składników skały największe znaczenie mają: krzemionka, względnie kwarc, i węglany, z nich głównie węgiel wapniowy.

Skały zawierające dużo kwarcu, niezmiernie trwałego i opornego, wietrzeją chemicznie i rozdrabniają się fizycznie trudno. Obecność węglianów nadaje glebom odczyn obojętny lub słabo alkaliczny. Skały wapienne i wogóle węglanowe są zazwyczaj lepiej odwodnione, dzięki ich szczelinowemu wietrzeniu, i wyróżniają się z pośród gleb innych odmiennymi własnościami fizycznymi i chemicznymi. Wpływają one silnie na roślinność. Skała lössowa w różnych klimatach może się przeobrazić w gleby rozmaitego typu, przecież i ona wpływa na kształtowanie się gleby. Czarnoziemy powstają na niej o wiele łatwiej, aniżeli na innych skałach dla nich macierzystych.

Gleba powstała na granicie ma w warunkach wietrzenia Europy środkowej mniej więcej następujące własności: jest to luźnej budowy piasek gliniasty lub glina piaszczysta ze względnie sporą zawartością potasu, średnią kwasu fosforowego i małą wapnia. Powstawanie i rozkład próchnicy przebiegają normalnie. Gleba bazaltowa z tych samych okolic przedstawia się jako kamienista glina dobrze odwodniona, bogata w składniki

1) Często jako hydrargilit ($Al_2H_2O_4$) krystaliczny.

2) Grenzen der Lateritbildung: E. Ramann, Bodenkunde 1911, str. 530. R. Lang. Int. Mitt. für Bodenkunde 5, 312—346.

pokarmowe, o wiele urodzajniejsza od pierwszej. Piaski wydymowe słabo poddają się działaniu klimatu i pod wszystkimi szerokościami geograficznymi zachowują swój charakter, silnie wpływając w okolicach przez nie zajętych na rodzaj zbiorowisk roślinnych. Wogóle działaniu klimatu trudniej poddają się skały gruboziarniste nprz. żwiry, grube piaski i t. p. oraz bardzo drobnoziarniste nprz. ility, ciężkie gliny, aniżeli średniej grubości gleby pyłowe i mieszane piaszczysto-gliniaste i gliniasto-piaszczyste. W naszych warunkach klimat najłatwiej bielicuje utwory piaszczysto-gliniaste średnio-drobne i średnio-ciężkie. Zarówno piaski jak ility i gliny ciężkie są niezupełnie zbielicowane, t. j. nie tworzą bielic, lecz gleby mniej lub więcej zleżka bielicowate.

Bądź jak bądź, jak widać z rozważań przytoczonych, oddziaływanie skały macierzystej gleby na kształtowanie się gleby ma znaczenie lokalne. Wpływa ono naogół nie tyle na powstawanie tego lub innego typu glebotwórczego, lecz raczej na kształtowanie się w granicach typu glebotwórczego poszczególnych typów gleby lub też działanie to jest jeszcze bardziej ograniczone, bo wpływające jedynie na wahania własności i cech gleby, jako środowiska, w granicach typu gleby. Stąd też jego znaczenie dla gleb powinno być rozpatrywane przy opisie elementów gleby i środowisk glebowych.

2. Energia słoneczna.

Ilość energii słonecznej¹⁾, otrzymywanej w danym miejscu przez skały macierzyste gleby oraz świat roślinny²⁾ i zwie-

¹⁾ Pomijając położenie ziemi względem słońca i pory roku.

²⁾ Światło słoneczne i ciepło są bogatym źródłem wolnej energii dla świata organicznego. Słońce w ciągu roku zlewa na ziemię potoki energii promienistej wartości 2011.10²¹ małych kaloryj, (Łukaszewicz. Życie nieorganiczne ziemi. Cz. I. r. 1908 str. 214). Część trzecia ($\frac{1}{3}$) odbija się (Albedo ziemi = $\frac{1}{3}$). Albedo (białość) zwiemy zdolność odbijania światła a ułamek wskazuje, jaka część padających promieni odbija się w przestrzeń. Albedo białego papieru = 0,7, księżyc 0,1736, Marsa 0,2672, Jowisza 0,6237, Saturna 0,4981, Urana 0,6406. Neptuna 0,4648), zaś $\frac{2}{3}$ ogrzewają i przekształcają powierzchnię ziemi. Większa część energii słonecznej przypada na świat mineralny, mianowicie 99,9958% a tylko 0,0042% służy potrzebom świata organicznego. Stosunek powyższy określa działalność geologiczną organizmów w porównaniu z procesami zachodzącymi w przyrodzie nieorganicznej. Bilans energii słonecznej pochłanianej przez świat roślinny da się zwięźle ująć w liczby następujące: 1 klm² dobrze uprawnej łąki Europy środkowej przyswaja rocznie pod wpływem promieni słonecznych 350.000 kłgr. węgla (C) z dwutlenku węgla (CO²) zawartego w atmosferze, na co zużywa się 28.10¹¹ małych kaloryj energii słonecznej. Lasy pokrywają 11 — 12 milionów klm². Chociaż lasy przyswajają mniej węgla od bogatych łąk, jednak, dołączając do nich pola uprawne i łąki, możemy przyjąć powierzchnię około 14 milionów klm.² za zajęta bogatą roślinnością. Roślinność mórz jest uboższa od lądowej, oceniając ją przeto na połowę tej ostatniej, raczej ją powiększymy

rzęcy) zależy przede wszystkim od stref klimatycznych. Trzy strefy klimatyczne termiczne: gorąca, umiarkowana i zimna tworzą pięć pasów klimatycznych, a mianowicie: gorący, dwa umiarkowane i dwa zimne, niezupełnie zgodne z kierunkiem równoleżników¹⁾. *Izogieterny* czyli linje jednokrotnych temperatur rocznych gleby niewiele się różnią od izoterm. W pasie gorącym gleba jest trochę chłodniejsza od powietrza, w pasie umiarkowanym trochę cieplejsza. W pasie zimnym na głębokości od 1—2 metrów ziemia jest wiecznie zmarznięta (tundry Rosji Europejskiej, część Laponji oraz północne części guberni Tobolskiej i Jenisiejskiej i ziemia Jakucka). Podobne strefy klimatyczne termiczne widzimy i na wysokich górach, gdzie są one ułożone pionowo. Nprz. dla ziem polskich każde wzniesienie o 100 metrów powyżej poziomu morza obniża temperaturę o 0,6° C. Na płaskowzgórzach bardzo wyniosłych wahania temperatury dziennej powietrza są bardzo silne, co wpływa też i na gleby.

Strefy klimatyczne.

Położenie nad poziomem morza.

Niemniej wpływa na ilość energii słonecznej otrzymywanej przez skałę macierzystą gleby i konfiguracja łądów i poszczególnych miejscowości. Ma tutaj znaczenie rzeźba linii brzegowej, rozmieszczenie i kie-

Topografia i orohydrografia terenu.

niż zmniejszymy. Załóżmy energję słoneczną pochłanianą przez świat roślinny równą energii pochłoniętej przez bogatą roślinność łąkową zajmującą powierzchnię 20 milionów km², a wówczas wyniesie ona; $28.10^{11} \times 20.000.000 = 56.10^{18}$ małych kaloryj.

Zwierzęta żywią się kosztem roślin bezpośrednio lub pośrednio (zjadając trawożerne), a więc liczba ta stanowi całkowity roczny zapas energii w rozporządzeniu świata organicznego. Całkowita energia słoneczna zatrzymywana corok przez ziemię = 13407.10^{20} małych kaloryj, a więc na świat orga-

niczny przypada: $\frac{56.10^{18}}{13407.10^{20}}$ czyli 0,0042% całej energii. 56.10^{18} małych kaloryj

jest to energia używana na przygotowanie materji organicznej, będącej potem źródłem działalności życiowej. Lecz rośliny korzystają z ciepła słonecznego i bezpośrednio. Na parowanie wody używają rośliny, zgodnie z doświadczeniami Browna ze słonecznikiem, 55 razy więcej energii aniżeli jej kondensują związki węglowe. Bądź jak bądź nawet te stosunkowo nieznaczne ilości swobodnej energii, którą rozporządza świat roślinny, mają znaczenie w procesach geologicznych. Najczynniejszy udział w krążeniu węgla w przyrodzie biorą rośliny wyższe. Współdziałają one przekształcaniu powierzchniowych warstw skorupy ziemskiej, przeobrażając je w glebę. (Z 2011.10²¹ m k. energji słonecznej więźnie w ziemi $\frac{2}{3}$, t. j. 13407.10^{20} m. k. Po wszystkich przeobrażeniach — ogrzewania atmosfery, wody i łądu, ruchu powietrza i wody, transportu osadów, działalności geologicznej organizmów i t. p. — wreszcie i owe $\frac{2}{3}$ energji słonecznej promieniają w przestrzeń, lecz już pod postacią promieni ciemnych (infraczzerwonych) pozaczzerwonych.

¹⁾ Pas gorący ograniczają izoterny roczne +20°C, przebiegające około 30—35° szerokości półn. i około 25—30° szerokości połudn. Dwa pasy umiarkowane w granicach izoterm +20° i 0°C. Izoterma 0°C przebiega w Europie zachodn. koło 65 i 70° szerokości półn., opadając ku wschodowi w Azji i Ameryce Wschodniej do 50° szerokości półn. Łąd Australji leży całkowicie w pasie gorącym i umiarkowanym.

runek łańcuchów górskich, płaskowzgórz, depresyj, położenie łądów w stosunku do mórz i oceanów, do panujących wiatrów oraz prądów oceanicznych ciepłych i zimnych (powodujących np. powstawanie pustyni: Kalahari w Afryce, Atakamy w Ameryce Południowej) i t. p. Zależnie od ukształtowania geologicznego skorupy ziemskiej i jej orohydrografji temperatura skał powierzchniowych rozmaitych terenów zmienia się bądź dzięki mniejszemu lub większemu parowaniu, bądź dzięki rozmaitemu stopniowi zachmurzeniu i w całokształcie swego wpływu wywołuje lokalne zmiany w klimacie pasów klimatycznych. Dzięki temu pasy klimatyczne dają się rozbić na większe lub mniejsze zamknięte terytoria o jednakowych warunkach klimatycznych. Topografia i orohydrografja terenów decyduje zarazem o ilości i rozkładzie opadów atmosferycznych na łądach. Poza znanymi z geografji bardzo schematycznymi strefami wilgotności poziomymi¹⁾ i pionowymi²⁾, zakłóconymi w swej prawidłowości przez konfigurację łądów, łańcuchy górskie, prądy morskie i t. p. mamy lokalne terytoria otrzymujące na całej swej przestrzeni jednakowe ilości opadów atmosferycznych. O ile takie terytoria otrzymują także jednakowe ilości energii słonecznej, to tworzą one jednostki klimatyczne kształtujące typy glebotwórcze. Jeśli gleboznawca

Klimat. mówi o klimacie i jego działalności glebotwórczej i kształtującej glebę, to właściwie ma na myśli właśnie takie terytorjalne jednostki klimatyczne. Wszelkie inne strefy i pasy klimatyczne mają dla niego znaczenie podrzędne.

Klimat jest czynnikiem wielce ruchliwym i złożonym i jego wpływ na kształtowanie gleby nie da się zawrzeć jedynie w danych średnich rocznych temperatury i opadów atmosferycznych. Oczywiście, dla gleboznawcy mają znaczenie tylko liczby rzeczywiste a nie sprowadzone do poziomu morza.

¹⁾ Strefa *deszczów podzwrotnikowych* obejmuje: południową część wschodniej Azji, kraje równikowe Ameryki i część łądu Afryki równoległe do zatoki Gwinejskiej. Ogólna ilość opadów rocznych od 1000—1500 a nawet 2000 mm.; ²⁾ Strefa *średniej ilości opadów* atmosferycznych od 200 do 600 mm. Jest ich kilka. Największa z nich leży pomiędzy 45° a 66° szerok. północnej; ³⁾ Strefy (2) *małych ilości opadów* atmosferycznych poniżej 200 mm. O ile są większe opady, to przypadają w okresie letnim i łatwo parują. Są to wnętrza łądów. Wnętrze Afryki północnej, pustynia Kalahari i sąsiednie, Azja Środkowa z pustyniami przyległymi do morza Kaspijskiego i południowo-zachodnia część Ameryki północnej, część Ameryki Południowej: pustynie Atakama i sąsiednie argentyńskie.

²⁾ Wysokie i rozległe leżące wewnątrz łądów płaskowzgórz dzięki deszczom elewacyjnym są zazwyczaj pozbawione większej ilości opadów atmosferycznych, a więc nie tylko zimne ale i suche. Góry skrajne otrzymują znaczne ilości opadów atmosferycznych. Ich strefy klimatyczne leżą symetrycznie dokoła gór i są tem zimniejsze i wilgotniejsze im wyżej położone.

Temperatura nie zawsze odpowiada insolacji. Ma tu więc wartość i ilość godzin słonecznych. W szczególności daje się to zauważyć w lata deszczowe o dużem zachmurzeniu na wzroście roślin i ich dojrzewaniu. Zakłócenie prawidłowości ich wzrostu musi z natury rzeczy wywrzeć wpływ na kształtowanie się gleby, tembardziej, że wobec większych opadów a mniejszego parowania gleba przepojona wodą musi wietrzeć inaczej, szczególnie w obec zmiany warunków aerobiotycznych na anaerobiotyczne. Temperatura przeciętna roczna nie obrazuje nam jej wpływu na kształtowanie się gleby, ważniejsza jest amplituda wahań temperatury rocznej. Inaczej działa umiarkowana temperatura całoroczna, inaczej zaś bardzo wysoka letnia i bardzo niska zimowa, choć może się zdarzyć, że dadzą one jednakowe przeciętne roczne.

Temperatura.

Najważniejsze dla gleby są maxima, średnie i minima temperatury powyżej i poniżej 0°C. — Opady atmosferyczne nie mogą być rozważane w oderwaniu od temperatury lecz łącznie, bo wchodzi tu w grę parowanie. Gleba otrzymująca bardzo znaczne ilości wody atmosferycznej może być za sucha dla roślin, jeśli dzięki wysokiej temperaturze traci lub może stracić więcej wody aniżeli jej otrzymała z opadów atmosferycznych.

Opady atmosferyczne.

Rozważana w meteorologii *wilgotność powietrza* niema bezpośredniego znaczenia dla roślinności i gleby. Na wietrzenie i kształtowanie się gleby wpływa nie wilgotność lecz *wielkość parowania*. Tylko parowanie kształtuje zarówno świat roślinny, jak i glebę. Przytem mają znaczenie ilości opadów atmosferycznych pod postacią deszczu i śniegu, ich rozkład w ciągu roku i wielkość oddzielnych opadów atmosferycznych. Inaczej działają opady perjodyczne wywołujące naprzemian stan wilgotności gleby i stan suchości, inaczej nieperjodyczne zwilżające glebę równomierniej. Deszcze wiosenne, letnie, jesienne i zimowe mają dla gleby różną wartość, nawet gdyby absolutne ilości ich wody opadowej były jedne i te same. Nawet w jednej i tej samej porze roku i w jednej i tej samej temperaturze inaczej zmoczy glebę deszcz nawalny, który w lwiej części spłynie po powierzchni i tylko w nikłej części przesiąknie w głąb ziemi, od drobnego, spokojnego „kapusniaczku”, którym gleba nasiąknie całkowicie. Autor niniejszego obserwował kilka lat temu nadzwyczajną suchość gleb w porze letniej i jesiennej, pomimo dużych opadów atmosferycznych wykazywanych przez naszą sieć meteorologiczną. Deszcze w tym okresie padały zazwyczaj pod postacią gwałtownych ulew.

Na wpływ czynników klimatycznych, jakim podlegają gleby, oddziałują także bardzo silnie

Makro-rzeźba terenu.

makro-rzeźba ¹⁾ terenu czyli krajobraz właściwy rozmaitym grupom gleb.²⁾ Pod powierzchnią łagodnych przełęczyny wody gruntowe w tych samych warunkach klimatycznych są obfitsze i stalsze w ciągu roku aniżeli w miejscowościach odwodnionych wąwozami lub głębokimi dolinami rzecznyemi. Na brzegach wąwozów poziom wód gruntowych obniża się w stosunku do powierzchni, pod kotlinami, dolinami i w niższych miejscach łagodnych spadków występuje bliżej powierzchni. Wygięcia warstw nieprzepuszczalnych tworzą miskowate zakłębienia, otrzymujące wilgoci więcej. Na stepach kolejność płaskich wzniesień i słabo obniżonych zagłębień wytwarza nieraz plamy słonych czarnoziemów. Zjawisko to występuje we wszystkich płaskich krajach stepowych zarówno europejskich (Rosja, Węgry) jak i azjatyckich, amerykańskich (prerje, pampasy), australijskich i afrykańskich. Plastyka terenu może być osłoną od wiatrów, wpływa przytem bardzo silnie na *wystawę* gleb w stosunku do stron świata i na stopień ich *pochylenia* względem poziomu. Gleba leżąca płasko naogół

Wystawa.

ogrzewa się w ciągu roku lepiej i równomierniej aniżeli podobna gleba położona falisto. W naszym klimacie najcieplejsze położenie w ciągu roku przypada na wystawę południowo-zachodnią ³⁾. Jak wpływa rzeźba miejscowości na stosunki klimatyczne, a co zatem idzie i na charakter kształtowania się gleb, ujawnia dowodnie wał Karpacki. Jego stoki północne są w zimie cieplejsze o $\frac{1}{2}\%$, niż nizina Węgierska, a o $2\frac{1}{3}\%$ zimniejsza w lecie ⁴⁾. To też wobec większych wahań temperatury w rezultacie „klimat węgierski jest bardziej kontynentalny od północnego Podkarpacia i niż to odpowiada odległości jego od oceanu, a w tem leży też główna przyczyna formacji stepów węgierskich, których źródłem jest karpacki łuk osłonny“. Niemniej silny jest wpływ „Gołogór i Woroniaków, jako krawędzi pontyjskiej płyty Podola“, wywołujący „bezprzykładnie wielki klimatyczny kontrast Nadbużańskiego niżu i Podola“. „Kontynentalizm klimatu niziny Wołoskiej tłumaczy się otwartością tej niziny ku wschodnio-europejskiej masie kontynentalnej“. Wogóle „ślady lokalnego kontynentalizmu, tak charakterystycznie wykształconego na nizinie Węgierskiej i Wołoskiej, dają się odkryć daleko ku

¹⁾ Zwę ją makro-rzeźbą dla odróżnienia od mikro-rzeźby, o której będzie mowa dalej, chociaż jej wpływ jest tego samego rodzaju.

²⁾ Ob. Sławomir Miklaszewski. Przyczynek do sposobu występowania typów gleb na ziemiach polskich. Pam. Fizyograficzny. T. XXII. Dział II. r. 1914 i tenże. Rozpoznawanie gleb w polu. Prakt. Encyk. Roln. № 11 i 12 r. 1921) str. 21 i dalej.

³⁾ Różnica między amplitudami wahań rocznych dochodzi do 3—4°.

⁴⁾ E. Romer Geografia fizyczna ziem polskich. Klimat ziem polskich. str. 188. Encyklopedia Polska r. 1912. Wyd. Ak. Umiej. w Krak.

zachodowi i północy w małych śródgórskich nizinach; małe formy powodują naturalnie małe skutki, tak że więc słusznie w tych wypadkach można mówić tylko o śladach“. Przykładem służyć mogą „małe kotliny Czeska i Morawska i wgłębiona w teren nizina Sandomierska“.

Takie naturalne osłony, wystawy i pochylenia mają dla kształtowania się gleb i ich urozmaicenia wielkie znaczenie i w skali mniejszej. Stanowi to tak zwaną mikro-rzeźbę terenu odbijającą się bardzo lokalnie na klimacie glebowym. Nawet w klimatach suchych występują w zakłębieniach błota i bagna mające klimat o wiele wilgotniejszy i bardziej jednostajny niż klimat pól przyległych. Składa się na to mikro-rzeźba miejscowości i rozkład wód opadowych zależne od ukształtowania powierzchni, czasem zaś od natury utworów powierzchniowych. Nprz. w sąsiedztwie wydm zawsze występują bagna i błota. Opady wsiąkają łatwiej w luźny piasek niż w inne utwory, to też mniej wody wyparowuje z wydm aniżeli z glin bądź drogą podsiąkania (wobec małej włoskowatości grubych piasków), bądź z powierzchni jako woda stojąca lub spływająca. Stąd znaczniejsze części takich samych opadów atmosferycznych wsiąkają w piaski aniżeli w inne utwory, a staczając się z łatwością w ich wnętrzu do poziomów niższych, wobec znacznej przepuszczalności piasków, tworzą w kotlinach i płaskich nizinach błota, bagna i torfy. Zmieniają się też stosunki wodne utworów od parowania wywołanego wystawą i stopniem pochyłości (ob. tablicę na str. 108).

Spadki jednakowo pochyłe są najsuchsze (Wollny) w wystawie południowej, potem wschodniej i następnie zachodniej, zaś najwilgotniejsze są spadki północne. Jednocześnie stoki południowe są najcieplejsze (Wollny), po nich idą zachodnie, następnie wschodnie, na koniec północne. Stoki południowe są tem cieplejsze, a północne tem chłodniejsze im większe jest pochylenie; wschodnie i zachodnie stoją pomiędzy niemi. Kerner szereguje temperatury gleb w zależności od wystawy począwszy od najcieplejszych do najchłodniejszych: SW, S, SO, W, O, NO, NW, N. Na parowanie i temperaturę w zależności od wystawy mają jeszcze wpływ i panujące wiatry.

Zmiany lokalne klimatu zależne od rzeźby **Mikroklimat** miejscowości wytwarzają mikro-klimat, wpływający na kształtowanie się gleby chociażby pod wpływem szaty roślinnej, której rodzaj zależy od mikroklimatu. Nprz. dla świerku najlepsza jest wystawa południowo-zachodnia, niesprzyjająca — południowo-wschodnia. Dla buku najlepsza południowo-wschodnia. Na pagórkach lodowcowych nad rz. Inem nprz. około Simbach stoki północne porasta roślinność sphagnowa, południowe — rośliny flory leśnej. Zmiany są tak prawidłowe, że roślinność zmienia się wraz z każdą zmianą drogi. Na połud-

Oto tablica zależności insolacji od wystawy i stopnia pochyłości.
(według Eser'a. Forsch. d. Agrik. Phys. 7. S. 200).

Miesiąc	Dzień	płaszczyzna	w y s t a w a								
			południowa			wschodnia i zachodnia			północna		
			pochyłość			pochyłość			pochyłość		
			10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°
Styczeń . . .	1	1,73	2,88	3,94	4,88	1,77	1,86	1,95	0,63	0,00	0,00
Luty	10	2,92	4,08	5,11	5,98	2,96	3,03	3,11	1,71	0,57	0,00
Marzec	1	3,92	5,00	5,92	6,67	3,95	4,00	4,05	2,74	1,50	0,33
Kwiecień . . .	10	6,34	7,01	7,47	7,71	6,33	6,30	6,24	5,49	4,47	3,31
Maj	10	7,87	8,15	8,22	8,08	7,83	7,73	7,57	7,38	6,68	5,77
•	20	8,24	8,41	8,38	8,15	8,19	8,08	7,89	7,87	7,26	6,42
•	30	8,53	8,60	8,50	8,18	8,47	8,34	8,13	8,24	7,71	6,94
Czerwiec . . .	10	8,72	8,74	8,57	8,21	8,67	8,52	8,29	8,50	8,03	7,31
•	20	8,79	8,79	8,59	8,21	8,72	8,58	8,36	8,59	8,14	7,44
•	30	8,75	8,76	8,58	8,21	8,69	8,55	8,32	8,54	8,07	7,36
Lipiec	10	8,60	8,65	8,53	8,19	8,55	8,41	8,20	8,35	7,84	7,08
•	20	8,36	8,49	8,43	8,16	8,31	8,18	7,99	8,02	7,44	6,63
•	30	8,02	8,25	8,29	8,11	7,98	7,87	7,70	7,58	6,91	6,03
Sierpień . . .	10	7,55	7,92	8,08	8,03	7,53	7,44	7,30	6,99	6,21	5,24
•	20	7,56	7,56	7,85	7,92	7,04	6,98	6,88	6,37	5,48	4,43
•	30	7,06	7,15	7,57	7,77	6,50	6,87	6,40	5,71	4,72	3,58
Wrzesień . . .	10	6,52	6,64	7,21	7,56	5,88	5,87	5,83	4,94	3,85	2,64
•	20	5,88	6,16	6,85	7,33	5,28	5,29	5,23	4,24	3,07	1,81
Październik .	10	4,08	5,15	6,04	6,76	4,09	4,15	4,19	2,90	1,66	0,45
Listopad . . .	10	2,53	3,70	4,75	5,66	2,56	2,63	2,73	1,34	0,29	0,00
Grudzień . . .	10	2,74	2,89	3,96	4,89	1,78	1,87	1,97	0,64	0,00	0,00
•	20	1,68	2,82	3,88	4,82	1,72	1,80	1,87	0,59	0,00	0,00

Obliczenia działania słońca dla wysokości biegunowej Monachjum dokonano drogą pomnożenia czasu trwania naświetlenia przez największe jego natężenie w panującym położeniu słonecznym. Dopiero przez to wystąpiły duże różnice zależne nie tylko od pory roku, lecz i od położenia na płaszczyźnie bądź na pochyłościach 10°, 20°, 30°. Za jednostkę przyjęto godzinne naświetlenie prostopadłe.

niowych burtach rowów, ciągnących się ze wschodu na zachód często znajdujemy węglan wapniowy na samej powierzchni, na północnych nigdy. Jest to wpływ mikroklimatów burt rowu zależnych od wystawy, bo dzięki parowaniu na jednej burcie przeważa przesiąkanie wody, na drugiej podsiąkanie.

Mikro-klimat gleby najczęściej nie zmienia zasadniczo typu glebotwórczego gleby lecz w jego granicach powoduje bądź powstanie takiego lub innego typu gleby, bądź jego odmiany w granich typów glebotwórczych. W każdym jednak razie zmienia glebę, jako środowisko, zawsze ilościowo a czasem i jakościowo.

Richard Lang¹⁾ próbuje ująć w liczby działanie glebotwórcze klimatu. Wychodzi on z założenia, że z punktu widzenia gleboznawczego niema zasadniczych przeciwieństw, na przykład pomiędzy terenami leśnymi deszczów międzyzwrotników a terenami lasów Europy środkowej. Różnice polegają jedynie na innych temperaturach i rodzajach roślinności oraz na intensywności wzrostu roślin i wietrzenia. To też Lang przyjmuje, że w określonych warunkach klimatycznych pod wszystkimi szerokościami kuli ziemskiej, pod działaniem klimatu chłodnego, umiarkowanego czy gorącego, mogą powstawać jednakowe typy gleb, chodzi tylko o to, aby czynniki klimatyczne w swym zespole glebotwórczym mogły wytworzyć zgodność warunków wietrzenia i kształtowania się gleby. Jest to zagadnienie możliwe do rozwiązania jedynie tam, gdzie wszystkie czynniki są stałe lub tylko pewne nieliczne czynniki są stałe, bo, gdy w tych warunkach rozważa się powstawanie gleby, daje się spostrzedz, jak zmieniają się typy gleb w zależności od jednego lub niewielu czynników glebotwórczych. Do najważniejszych czynników glebotwórczych autor pomieniony zalicza temperaturę, wilgotność i obecność w glebie lub zdolność gleby dostarczenia w każdej chwili rozpuszczalnych składników mineralnych, dalej wystawę, wiatr, parowanie, rozkład roczny opadów i pokrywę roślinną.

Ujęcie działania klimatu w liczby.

W razie jednakowości wszystkich czynników glebotwórczych, prócz temperatury w tym przypadku zmiennej, w krainach zimnych powstają gleby z *surową kwaśną próchnicą*, w cieplejszych *czarnoziemy*, w jeszcze cieplejszych *ziemie brunatne*, dalej — *ziemie żółte*, następnie — *ziemie czerwone*, w końcu — *lateryty*. Ten sam skutek tylko odwrotny Lang przypisuje wahaniom wilgotności w razie stałości wszystkich innych czynników (prócz wilgotności). Najwilgotniejszy klimat wytworzy glebę z surową próchnicą, najsuchszy lateryty²⁾. W optimum warunków glebotwórczych łączne działanie wzrastającej temperatury i wilgotności w razie jednakowych innych czynników jest o wiele silniejsze i przesuwają się w tym samym kierunku, niwecząc swe wpływy, tak, że w pewnych stosunkach temperatury i wilgotności gleby pozostają te same. Na tej podstawie Lang spróbował wykreślić dla poszczególnych rodzajów gleb linie graniczne, w których pewnym określonym temperaturom odpowiadają pewne okre-

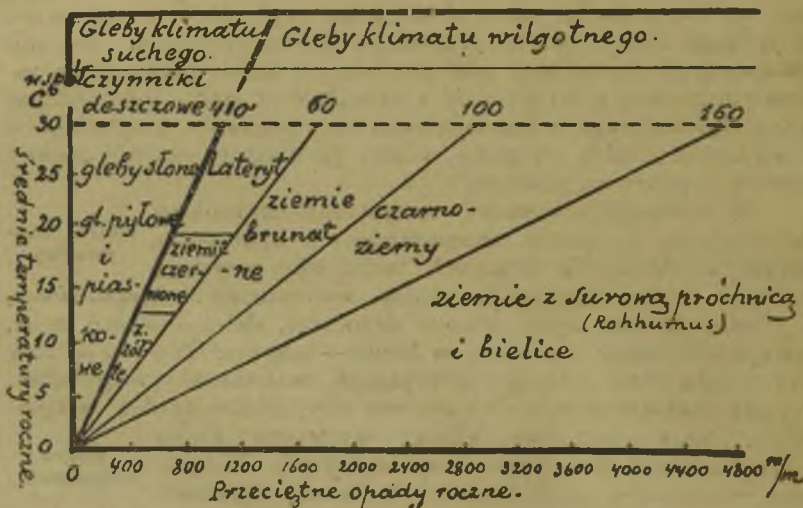
Wpływ temperatury.

Wpływ wilgotności.

¹⁾ Richard Lang. Versuch einer exakter Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht. Intern. Mitth. f. Bodenkunde. Band V — r. 1915. Heft. 4. str. 312 i dalej.

²⁾ ten że: Die klimatischen Bildungsbedingungen usw. a. a. O., s. 134 bis 154. Ueber die Bildung von Bodentypen. Geol. Rundschau, 1915.

ślone krańcowe wilgotności w górę i w dół. Wartości wyni-
kające ze stosunku wilgotności do temperatury przeciętnej
Lang nazwał *współczynnikami deszczowymi* (Regen-
Współczynni- faktoren) i oznaczył je dla linii granicznych: bie-
ki deszczowe. lica — czarnoziem (między bielicą a czarnoziemem),
jako = 160, czarnoziem — ziemia brunatna = 100; ziemia
brunatna — ziemia żółta, względnie czerwona, względnie late-
ryt = 60; ziemia żółta, wzgl. czerwona, wzgl. lateryt — gleby
suche = 40. Wobec tego w optimum warunków glebotwórczych
zakres powstawania odpowiada współczynnikom deszczowym
dla bielic >160
" czarnoziemów 160—100
" ziem brunatnych 100 - 60
" ziem żółtych, czerwonych i laterytów 60—40
" gleb klimatów suchych <240, co uwi-
doczniono na wykresie (ryc. 4).



Ryc. 4. Diagram rozwoju gleb zależnie od temperatury i wilgotności w przypuszczeniu optimum ich ukształtowania. (Według Richarda Lang'a).

W żadnym jednak razie tablica nie wykazuje, aby w określonej temperaturze i określonej wilgotności w każdym miejscu koniecznie *musiała* powstać gleba przytoczona, tylko, że zazwyczaj powstaje tam a nie gdzieindziej. W granicach wskazanych na różnice w glebach wpływają jeszcze i inne czynniki glebotwórcze.

¹⁾ Współczynnik deszczowy otrzymujemy, dzieląc liczbę przeciętnych opadów rocznych przez przeciętną temperaturę roczną.

Najważniejszym, szczególnie w klimatach wilgotnych, jest wpływ skały macierzystej gleby, wyrażający się w ilościach rozporządzalnych rozpuszczalnych mineralnych składników pokarmowych. Braki w tym względzie działają tak na gleby próchniczne klimatu wilgotnego, jak gdyby gleba podlegała działaniu większej wilgotności lub też znajdowała się w niższej temperaturze. Inaczej mówiąc, zmniejszenie mineralnej zasobności gleby odpowiada w swych skutkach zwiększeniu się czynnika deszczowego. I wszystkie inne czynniki, wpływające na kształtowanie się gleby, działają w podobny sposób, jeśli te czynniki nie tworzą dla gleby optimum warunków sprzyjających jej rozwojowi. Tak działa zła wystawa, małe parowanie, płaskie położenie bezodpływowe lub trudnoodpływowe. Wogóle w określonych temperaturach gleba, znajdująca się poza tym nie w warunkach optimum innych czynników glebotwórczych, posiada wartość mniejszą, aniżeli wskazuje wyliczony dla niej *współczynnik deszczowy* (Regenfaktor), tem samem gleba tak się zachowuje, jak gdyby *współczynnik deszczowy* był większy. Nigdy jednak nie może powstać gleba większej wartości (?) ¹⁾ aniżeli wykazana przez *współczynnik deszczowy* znaleziony dla danego miejsca. Naprz. dla miejscowości z 10° C. przeciętnej rocznej temperatury i 760 mm. rocznych opadów *współczynnik* wynosi 76. Zgodnie z tem w danym miejscu w optimum warunków glebotwórczych powstają ziemie brunatne. W gorszych (?) warunkach glebotwórczych może powstać czarnoziem (?) i bielica. Nigdy jednak nie powstanie ziemia żółta (według Langa).

W krajach suchych ze zmniejszającą się wilgotnością *współczynnik deszczowy* osiąga idealną granicę 0. Wówczas wietrzenie chemiczne zostaje powstrzymane. Ustaje ono również przy $t^0=0^0$ C. W tych dwu granicach (max. temperatury do 0° C. oraz maximum opadów do 0) przebiega całe wietrzenie chemiczne a, że w tych samych granicach zawiera się i życie roślinne, więc i całe kształtowanie się gleby.

Ciekawej bądź co bądź próbie Langa ujęcia w ścisłe liczby czynników glebotwórczych zwanych mianem ogólnym klimatu można zarzucić pewną scholastyczną stuczność. Jest nią chociażby dzielenie liczby m/m opadów przez temperaturę wyrażoną w stopniach C°, co daje *współczynniki* może niezupełnie wszędzie zgodne z rzeczywistością. Pierwsza niezgodność bijąca w oczy jest to przypisywanie lepszych własności i większej wartości ziemiom brunatnym i żółtym niż czarnoziemom i stawianie ich w rzędzie gleb wyższego typu. Wzajemne oddziaływanie na glebę temperatury i wilgotności jest zapewne bardziej złożone aniżeli to przedstawia Lang i w ten

¹⁾ A czarnoziemy? (przyp. i znak zap. autora).

sposób nie da się ująć dostatecznie ściśle. W każdym razie stosując schemat Langa otrzymuje się pewien obraz w zarysach ogólnych zbliżony do warunków rzeczywistych.

3. Szata roślinna.

Wahania dwu zasadniczych czynników klimatycznych: wilgotności i temperatury mogą wywierać wpływ na charakter szaty roślinnej, występując w przestrzeni i w czasie. Pierwsze (w przestrzeni) zależne od położenia miejscowości, a więc jej topografji i rzeźby regulują stosunki wodne terenu, zmieniając makro-klimat w lokalne mikro-klimaty glebowe, i tym sposobem przez zmianę szaty roślinnej kształtują gleby tych miejsc nieco odmiennie od ogólnego planu glebotwórczego danego terytorjum klimatycznego; drugie wahania w czasie powodują zwiększenie w ciągu roku liczby okresów minimum wilgotności niedostatecznej dla prawidłowego wzrostu roślin spowodowane temperaturą bądź zbyt niską, bądź zbyt wysoką.

Dzięki tym okresom niedostatecznej wilgotności powstaje kilka typów formacji roślinnych:

Pasy formacyj roślinnych.

A) Formacja lasów międzyzwrotnikowych i podzwrotnikowych (zaopatrzenie roślin w wodę jest dostateczne przez cały rok).

B) Formacja roślinna lasów iglastych i liściastych klimatu umiarkowanego. (Przerwa zimowa w zaopatrzeniu roślin w wodę, w ciągu reszty roku równomiernem).

C) Formacja roślinna darniowa (zbiorowiska łąkowe, łąkowo-błotne i łąkowo-stepowe). [Przerwa zimowa w zaopatrzeniu roślin w wodę i pewna jego trudność w ciągu lata, lecz bez przerwy letniej].

D) Formacja roślinna stepowa (przerwy zimowa i letnia w zaopatrzeniu roślin w wodę).

E) Formacja roślinna chłodnych i gorących pustyń. (Wielokrotne przerwy w ciągu roku w zaopatrzeniu roślin w wodę).

Te formacje różnią się wybitnie swym wpływem na kształtowanie się gleby w zależności od tego, czy należą do roślinności *drzewiastej* czy też do *trawiastej*. (ob. na str. 79, 89 i 91).

Roślinność trawiasta i drzewiasta.

a) Roślinność drzewiasta.

Lasy rosną jedynie w klimatach odznaczających się dostateczną równomierną wilgotnością w ciągu całego roku (pas zwrotnikowy) a przynajmniej w ciągu okresu wegetacyjnego (lasy klimatu umiarkowanego) i same powiększają jeszcze tę równomierność. Zestawienie warunków wilgotnościowych tych

pasów dowodnie wskazuje na przewagę równomierności rozkładu wilgotności w okresie wegetacyjnym nad ilością opadów, która się waha w pasie lasów międzyzwrtnikowych powyżej 2000 m/m. często zaś od 3000 — 4000 a nawet do 6000 m/m, gdy w pasie lasów klimatu umiarkowanego ilości opadów rocznych mogą nie o wiele przenosić 500 m/m.

Stąd mamy zbiorowiska leśne lasów wiecznie zielonych; iglastych w pasie umiarkowanym i liściastych w zwrotnikowym. Na rubieżach pasów przejściowych do stepów występują zbiorowiska leśne tracące listowie w okresie największej suchości gleby w poziomie ich korzeni głównych.

W pasach przejściowych ku pasom chłodnym występują zbiorowiska roślin tracące igły (nprz. modrzewie).

Każde zbiorowisko leśne zwiększa równomierność rozkładu wilgotności, dzięki zmniejszeniu wahań temperatury. Śnieg nie zwiewany chroni w lesie glebę od zbytniego przemarzania, taje wolniej, wobec czego woda zeń powstająca wsiąka zamiast spływać do wierzchu. Ogrzewanie się i oziębianie gleby leśnej jest nietylko wolniejsze, wobec zacielenia i zmniejszenia parowania, ale i równomierniejsze wobec promieniowania ciepła pochłoniętego przez koronę w dzień. Większa część opadów atmosferycznych dostaje się w lesie i na łące nie bezpośrednio na glebę, lecz na koronę drzew oraz na łodygi i liście roślin trawistych. O ile sądzić z obserwacji, do gleby leśnej (w zwartym lesie) dochodzi średnio zaledwie $\frac{3}{4}$ wody takich samych opadów, otrzymywanej w tych samych warunkach przez glebę łąkowa.

25% wody zatrzymuje się i paruje z koron drzew zanim dostanie się do ziemi.

Gdy jednak woda raz znajdzie się w ściółce leśnej, wówczas przesiąka równomierniej jednostajnym prądem zstępującym w głąb ziemi bez podsiąkania, na co nie pozwala nieprzybita do ziemi a wilgotna ściółka leśna, w warunkach słabego parowania w wilgotnej a nieprzewiewnej atmosferze leśnej.

1) Bielcowanie.

Nagromadzająca się materja organiczna rozkłada się w lesie w warunkach stałej, równomiernej wilgotności przesiąkającej stopniowo a niepodsiąkającej prawie nigdy. Obecność roślin drzewiastych daje przewagę rozkładowi materji organicznej, w danym przypadku *ściółki*, przez tlenowce (aeroby) *grzybki-pleśnie*. Luźny a więc dobrze przewietrzony lecz jednocześnie odznaczający się silnie wyrażoną włoskowatością sprężysty wołok *ściółki* (ob. na str.77) zawiera dostateczne ilości wilgoci, aby zapewnić bujny rozwój rozkładającej go mikroflorze pleśniowej. Działalność tlenowców bakteryj hamuje słaby zresztą kwaśny odczyn *ściółki* i obecność garbników i smół.

Rozkład w lesie materji organicznej.

Tlen dopływa swobodnie a zstępujący prąd wody łąguje „kwas“ źródłowy (krenowy), powstający jako wydzielina (?) grzybków-plesni. Materia organiczna ściółki mineralizuje się. Powstające przytem ciała gazowe częściowo się ulatniają, częściowo rozpuszczają się w wodzie przesiąkającej przez ściółkę, zaś powstające sole mineralne, a więc chlorki alkaliów i wapnia oraz ich węglany a także fosforany wapnia, magnezu i żelaza a częściowo i krzemionkę (zawartą w roślinach), łąguje woda zakwaszona kwasem źródłowym. Wobec łatwej rozpuszczalności źródlanów sole powyższe zostają szybko wypłukane ze ściółki i z warstw powierzchniowych gleby, ubożających w rozpuszczalne w kwasie źródłowym składniki mineralne. Poziomy te ulegają zbielicowaniu, tracąc związki wapnia i żelaza. Prze-

Bielcowanie. dewszystkiem ulega wymywaniu węglan wapniowy i dopóki on jeszcze się znajduje w glebie inne składniki skały macierzystej gleby nie mogą być wyługowane. Gdy to nastąpi, poziomy górne gleby odbarwiają się widocznie, tracąc barwne związki żelaza i manganu a wzbogacając się w bezbarwną krzemionkę, powstającą z rozkładu gliny (nieczystego kaolinu) przez kwas źródłowy. Źródlan glinu łąguje się a kwas krzemowy zostaje pod postacią bezkształtnego proszku, tworzącemu osypkę bryłek skały macierzystej gleby,—utworu najbardziej charakterystycznego dla biellic, które swą nazwę zawdzięczają jego obecności.

Siarczan wapnia (gips) i fosforany wapnia, magnezu i żelaza także rozpuszczają się o wiele łatwiej w obecności kwasu źródłowego i wobec tego ulegają wymyciu w głąb gleby. Istnieje przypuszczenie (Williams), że te sole rozpuszczają się w wodzie zawierającej kwas źródłowy bez zmiany swego składu chemicznego, prócz gipsu, który daje źródlan wapniowy, gdy uwolniony kwas siarkowy łączy się z wolnym tlenkiem żelazowym i w tej postaci jako sól rozpuszczalna ulega wyługowaniu. Na kwarc i inne krzemiany i glinokrzemiany kwas źródłowy zdaje się nie działać. Jak widzimy, w glebie powstaje poziom *eluwalny*, wymyty i wyługowany z soli rozpuszczalnych, odbarwiony, pozbawiony budowy, wzbogacony w drobny bezbarwny pył krzemionkowy, będący jego cechą charakterystyczną. Często dają się w nim zauważyć puste kuliste otworki przypominające oczka sera. Być może są to pozostałości po CO_2 , wydzielanym z węglanu wapniowego pod działaniem kwasu źródłowego. Podczas tego łągowania „kwas“ źródłowy neutralizuje się i nareszcie w pewnych poziomach niżej lub wyżej, zależnie od przepuszczalności skały macierzystej gleby i ilości wody opadowej przesiąkającej, kwaśny odczyn znika. Wówczas sole nierozpuszczalne w wodzie, a utrzymywane w stanie rozpuszczenia jedynie przez obecność kwasu źródłowego

**Poziom
eluwalny.**

**Poziom
iluwalny.**

wego, wydzielają się z roztworu, tworząc osady, konkretje i warstewki. W tym samym poziomie wobec jego zobojętnienia zaczyna się rozkład przepływającej materji organicznej (soli kwasu źródłowego i powstającego drogą jego utlenienia (?) kwasu zdrojowego) przez anaeroby t. j. bakterje—beztlenowce. Dla działalności tlenowców ta warstwa gleby zawiera **Anaerobioza** zamało tlenu, spotrzebowanego przez energiczną działalność grzybków-pleśni i na utlenienie łatwo utleniających się składników mineralnych gleby i kwasu źródłowego. Ten „kwas“ źródłowy i związki mu pokrewne są jedynymi źródłami azotu dla beztlenowców, którym dostarczają jednocześnie węglę i wodoru do budowy ich ciała. Wydzielające się podczas tej mineralizacji tlenki żelaza, glinu i manganu, nierozpuszczalne zarówno w wodzie czystej, jak i zawierającej dwutlenek węgla, strącają się w przestworkach gleby, gdzie się też magazynują. Powstaje *iluwjalny* (rudawcowy) poziom ortsztajnowy, którego nazwa pochodzi od występowania w nim związków pomienionych pod postacią ziarn (piasek ortsztajnowy), konkretcyj a nawet twardych, zbitych, nieraz nieprzepuszczalnych dla wody i nieprzenikliwych dla korzeni roślin warstewek „kamienia miejscowego” rudawca, zwanego z niemiecka „ortsztajnem“ lub „orsztynem“¹⁾. Są to warstwy gleby zcementowane przez związki organiczne: sole kwasu zdrojowego, huminę, ulminę i t. p. oraz związki fosforu, żelaza i glinu.

Z punktu widzenia koloidalnej teorii próchnicowej powstawanie ortsztajnowej warstwy iluwjalnej da się ująć w sposób następujący. Podczas procesów wietrzenia powstają przede wszystkim wodorotlenki zasad (Basen) a dopiero potem koloidalne wodorotlenki glinowe, żelazowe i krzemionkowe pod postacią „sol'ów“.

Teorja koloidalna powstawania rudawca.

Kwaśna „absorbcyjnie nienasycona“ próchnica pobiera zasady, o ile one nie są wyplukane. Jednak ich ilości nie wystarczają do nasycenia całej próchnicy i przeprowadzenia jej w postać (ob. na str. 83) „grubego rozproszenia“. A więc znaczna (ta kwaśna) część próchnicy znajduje się w postaci „wysokiego rozproszenia“, w stanie „sol'u“ pozwalającego jej na rozwinięcie daleko idącego działania ochronnego; ochrania ona „sol'e“ wodorotlenku glinowego, żelazowego i kwasu krzemowego od strącania się wzajemnego i elektrolitycznego. Wszystkie drobne cząsteczki — powstające w glebie lub zdawna w niej powstałe utrzymane w wielkich ilościach wody w stanie rozproszenia (Dispersion) lub w stanie sol'u—wędrują wówczas zwolna jedne

¹⁾ Niem. Ortstein (w Prusach wschodnich — Kraulis (nazwa litewska), we Fryzji zachod. Knick) i jego odmiany Ur-Ahl- Fuchserde, Fuchsdiele, Orterde, Branderde; angielski hard-pan, moor-pan; franc. alios. Po polsku najodpowiedniejszą dla niego byłaby nazwa: rudawiec, ze względu na barwę i podobieństwo do rudy, którą jednak nie jest.

po drugich włąb gleby, gdzie w poziomie iluwjalnym bądź są zatrzymane kapilarnie, bądź stracone drogą absorbcji¹⁾.

W powierzchniowej warstwie gleby nie dochodzi do wzajemnej koagulacji wodorotlenku glinowego i kwasu krzemowego a więc do powstania gliny.

Dopóki taki rozdział istnieje, są one w stanie wysokiego rozproszenia i skłonne do wyługowania. Próchnica nienasycona utrzymuje każde rozproszenie w stanie pojedynczych (niezgrulowanych) cząsteczek, wobec czego staje się ruchliwem każde ciało istniejące lub powstające w glebie w stanie wielkiego rozdrobnienia. Najbardziej uderzające jest ługowanie żelaza, rozpuszczalnego bądź jako wodorotlenek żelazowy pod wpływem ochronnym próchnicy, bądź jako sól żelazawa odtleniona przez próchnicę. Rudawiec (ortsztajn) jest mieszaniną straconych ciał koloidalnych, próchnicy, wodorotlenku żelazowego, wodorotlenku glinowego i kwasu krzemowego, wydzielonych pojedynczo i wspólnie.

Ilości tych poszczególnych części składowych różnią się bardzo w poszczególnych poziomach rudawcowych.

Prócz piasku i gliny znajdujemy w rudawcu

Skład rudawca.	wszystkie produkty ługowania powierzchniowych warstw gleby podczas procesów bielcowania skały macierzystej gleby t. j. powstawania bielicy. Zazwyczaj ortsztajn zawiera: piasku od 70—90%, (oddzielne bryłki rudawca mogą zawierać piasku bardzo niewiele); gliny od ułamków procentu do 10 i więcej; związków próchnicowych (przeważają zdrojany, lecz są i źródłany a niekiedy humiany) od 1—4%, a nawet 12%; tlenków żelaza (sole żelazawe i żelazowe kwasów próchnicowych, połączenia organiczno-mineralne, fosforany i wolne wodorotlenki żelazowe) od 1—4%, ale również i znaczniejsze ilości ²⁾ ; glinu (nie z kaolinu) od 0,5—1%; CaO i MgO, od 0,1—1½%; K ₂ O i Na ₂ O — około 0,1%; SiO ₂ rozpuszczalne w HCl—do 0,1%; fosforu i kwasu fosforowego (oznaczonego jako P ₂ O ₅) do 0,2—0,8—1,5%; siarki (oznaczonej jako SO ₃) do 0,02%; wody w wodorotlenkach i wilgoci do 1—2 a nawet 4% ³⁾ (ob. str. 117).
---------------------------	---

Cement spajający mechaniczne części składowe iluwjalnej warstwy rudawcowej może się składać bądź przeważnie z mieszaniny wolnych tlenków żelazowych i glinowych z ich zdrojnanami (apokrenatami), bądź mieszaniny z węglanu wapniowego ze zdrojnanem wapniowym, zależnie od charakteru

¹⁾ B. Aarnio. Gegenseitige Fällung von Humus und Eisenhydroxyd und Aluminiumhydroxyd. Internat. Mitteil. f. Bodenkunde. 3, str. 131-140. r. 1913.

²⁾ Rudawiec zawiera związki próchnicowe a więc lasuje się na powietrzu, i rozkłada pod działaniem zasad, żeleziaki brunatne, konkrecje limonitowe i inne rudy nie kruszą się na powietrzu i łatwo rozkładają w kwasach.

³⁾ Według Sibircewa.

Rodzaje rudawca i ich skład						
Skład Rudawca ¹⁾	I		II		III	
	Srednio zasobnego próchnicy w próchnicy	Jego warstwa bielcowata	Zasobnego w proch. uboższego w glinę	Jego warstwa bielcowata	Zasobny w proch. i glinę	Jego warstwa bielcowata
Piasek	84,12	93,03	84,05	97,83	73,54	97,37
Glina	9,06	4,95	śląd	śląd	5,80	2,81
Próchnica	3,45	1,15	11,96	1,76	12,02	2,8
Azot próchnicy	0,054	—	0,215	0,022	0,17	0,38
Woda wilgoć i chemiczna	1,19	0,46	2,320	0,24	4,48	0,53
Rozpuszczalnych w kwasie solnym	2,08	0,420	1,672	0,17	4,16	0,49
W tym Fe ₂ O ₃	0,846	0,167	0,791	0,058	3,720	0,182
„ Al ₂ O ₃	0,899	0,120	0,804	0,086	0,170	0,265
CaO i MgO	0,087	0,036	0,012	0,017	0,128	0,012
K ₂ O i Na ₂ O	0,053	0,032	0,916	0,011	0,110	0,022
P ₂ O ₅	0,062	0,062	0,039	1,005	0,038	0,011
S ₂ O ₂ (reszta)	0,117	0,114	—	—	—	—
SO ₃	0,020	0,008	—	—	—	—
Zestawienie ²⁾						
Glina	9	5	śląd	śląd	5,8	2,8
Próchnica	3,45	1,15	11,9	1,8	12,02	2,8
Alkalja i ziemie alk.	0,140	0,068	0,038	0,028	0,238	0,034

wyższych poziomów gleby. Prócz tego do składu lepiszcza (spoidła) poziomu rudawcowego wchodzi często w znaczniejszej ilości, bo dochodzący w poszczególnych konkrekcjach, od 2—3% do 5—7% a nawet do 17—21,0%⁰, kwas fosforowy pod postacią fosforanu wapnia, żelaza i, zapewne, glinu.

Ciekawe są analizy Ramann'a gleby (ortsztajnowej) rudawcowej z nadleśnictwa Hohenbrück na Pomorzu, podane w tabelce na str. 118.

I) Bielica 15—20 cmtr. z 1,05% ciał organicznych.

II) Rudawiec (ortsztajn), 5—8 cm. z 7,28% ciał organicznych.

III) Żółtawo-brunatny piasek pod rudawcem.

Zestawienie składu: bieliccy, rudawca i piasku podścielającego.

¹⁾ Analizy Tuksena: I—las bukowy w glebie (torf leśny) próchnicy 34,27%; II—pod wrzosowiskiem: 36,03%; III—ditto—13,24%.

²⁾ W I—stosunek (gliny + próchnicy) prawie się równa stosunkowi (aikalcjów + ziemie alkalicz.) (9 + 3,45):(5 + 1,15) czyli 12,45:6,15 prawie się równa 0,140 : 0,068; w III widać nie tak prawidłowy lecz wyraźny związek między ilościami próchnicy, gliny i zasadami. W II alkalja i ziemie alkaliczne są pod postacią soli próchnicowych (wobec braku gliny), to też albo w tym rudawcu mamy głównie sole próchnicowe. Fe i Al, albo też kwas solny nie rozłożył całkowicie ciał organiczno-mineralnych.

Skład poziomów gleby		Rozpuszczalne w kwasie solnym w % gleby	Reszta nierozpuszczalna w kwasie solnym %	Obliczony całkowity skład gleby %	
I	Bielica	Tlenku potasu	0,0076	0,618	0,626
		Wapna	0,0110	0,060	0,071
		Magnezji	0,0026	0,020	0,023
		Tlenku żelazowego	0,0964	0,450	0,546
		Tlenku glinowego	0,0268	1,650	1,677
		Kwasu fosforowego	0,0059	0,043	0,049
Ogółem		<u>0,1646</u>	<u>2,068</u>	<u>2,233</u>	
II	Rudawiec	Tlenku potasu	0,0178	0,754	0,772
		Wapna	0,0194	0,170	0,189
		Magnezji	0,0137	0,028	0,042
		Tlenku żelazowego	0,1936	0,690	0,784
		Tlenku glinowego	1,5256	2,320	3,845
		Kwasu fosforowego	0,2966	0,042	0,338
Ogółem		<u>2,0744</u>	<u>4,411</u>	<u>6,482</u>	
III	Piasek żółto-brunatny	Tlenku potasu	0,0085	1,103	1,111
		Wapna	0,0254	0,225	0,250
		Magnezji	0,0401	0,064	0,104
		Tlenku żelazowego	9,3448	0,760	1,105
		Tlenku glinowego	0,4000	3,210	3,610
		Kwasu fosforowego	0,0281	0,043	0,710
Ogółem		<u>0,8950</u>	<u>5,938</u>	<u>6,833</u>	

Analizy przytoczone wykazują dowodnie nagromadzenie się w warstwie rudawcowej głównie glinu, kwasu fosforowego, żelaza i wapnia a także ciał organicznych w danym przypadku (7,28%).¹⁾

Poziom rudawcowy jest terenem działalności Poziom beztlenowców. Rozkładają one „kwas“ źródłowy podsiąkowy i zdrojowy a jednocześnie odtleniają tlenki żelazowe zarówno wolne jak i w związkach organicznych i mineral-

¹⁾ Dla rolnika i leśnika rudawiec może być pożądanym lub niepożądanym. Zbite, twarde, ciągle warstwy orsztajnu zatrzymują wodę, nie pozwalając jej przesiąkać, i hamują rozwój korzeni roślin, głównie sadzonek drzew leśnych bądź owocowych, które go przebić nie mogą. Wówczas jedyną radą jest przekopywanie warstw rudawca pod sadzonkami. Oddzielne konkracje rudawcowe nie szkodzą. Z warstwy orsztajnowej rośliny mogą czerpać składniki pokarmowe, o ile im na to pozwalają stosunki wodne, wówczas też obecność rudawca jest pożądana i pożyteczna.

Nigdy też nie jest szkodliwa obecność w glebie poziomu iluwajalnego rudawcowego słabo zaznaczonego i występującego pod postacią nie skamieniałych warstw, gniazd lub konkracji lecz luźnej warstwy zasobnej w nagromadzone składniki pokarmowe.

nych (siarczan i fosforan żelazowy). To też pod warstwą rudawca widzimy nieraz poziom, którego plamy barwy niebieskawej,¹⁾ zielonawej lub szarej dobitnie wskazują na procesy



Ryc. 5. Profil normalny gleby (ortsztajnowej) rudawcowej.
(według Emeis'a).
A — piasek próchniczny; B — piasek zbielicowany; C — rudawiec; D — podłoże



Ryc. 6. Rudawiec z „kieszenią” rudawcową.
(według Emeis'a.)

odtlenienia związków żelaza. Jest to t. zw. poziom „glejowy” (Wysocki), którego powstanie przypisują nie tyle wodzie prze-

¹⁾ *Wiwianit* $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 + 8\text{H}_2\text{O}$, jednoskośn. bezbarwny lub jasnozielony na powietrzu i zetknięciu z wodą deszczową staje się niebieski. Wietrzejąc, przechodzi w berunit $2\text{FePO}_4 \cdot \text{Fe}(\text{OH})_3$; siarczan żelazowy (FeSO_4), siarczek żelaza (FeS).

siąkającej ile podsiąkającej¹⁾ włóskowato z powierzchni wód gruntowych. W szarej masie tego poziomu pomiędzy plamami zielonawymi i niebieskawymi dają się zauważyć i czarne żyłki i ziarenka konkrecyj siarczków żelaza. W wyciągu wodnym z poziomu podsiąkowego (glejowego) możemy łatwo wykryć obecność tlenku żelazawego i kwasu zdrojowego oraz źródłowego. Wszystkie warstwy-poziomy opisane powyżej: bielcowy, (ortsztajnowy) rudawcowy i (glejowy) podsiąkowy przechodzą jeden w drugi nie bezpośrednio lecz, tworząc warstwy przejściowe, zaciekami, podciekami, kieszeniami, językami i t. p. Gdy w miarę rozwoju poziomu glejowego całkowita ilość jego związków tlenowych, zdolnych do odtleniania zostanie tlenu pozbawiona, wówczas cały dostępny tlen znajdzie się pod postacią materji organicznej (ciała bakteryj). Wtedy też wobec braku tlenu przyswajalnego ulegają odtlenieniu przesiąkające i podsiąkające siarczany i fosforany, tworząc markazyt, piryt i wiwianit.

W razie obniżenia się poziomu wód gruntowych woda przesiąkająca zawierająca kwas źródłowy może ługować z poziomu glejowego związki żelazawe pod postacią źródłanu żelazawego łatwo rozpuszczalnego w wodzie.

Powyższy *proces bielcowania* wywołany wspólnem działaniem zbiorowisk wyższych zielonych roślin drzewiastych²⁾, grzybków-plesni i bakteryj beztlenowców (anaerobów) zmienia zasadniczo skałę macierzystą gleby, powstałą lub powstającą drogą wietrzenia abiotycznego, w kompleks rozmaitych warstw przyczynowo z sobą związanych, mających już zasadniczą cechę gleby magazynowania składników pokarmowych roślin, i kształtuje z niej typową bielcę.

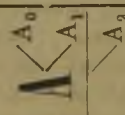
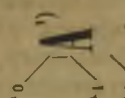
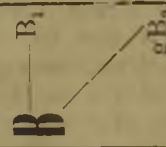
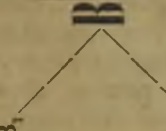
Dadzą się w niej wyróżnić poziomy, które poglądowo przedstawia tablica na stronicy następniej.

Pod wpływem wietrzenia abiotycznego skała macierzysta gleby ulegałaby stopniowemu ługowaniu rozpuszczalnych składników pokarmowych roślin z poziomów wyższych do coraz to niższych, bez ich nagromadzania w poziomie akumulacyjnym, a i sam przebieg wietrzenia byłby nieco inny.

¹⁾ Ob. Sł. Miklaszewski. Rozpoznawanie gleb itd. (Prakt. Enc. G. W. № 11—12) str. 28 odnośnik. Z tej racji poziom glejowy możnaby zwać *podsiąkowym*.

²⁾ Roślinność dzika strefy bielcowej składa się głównie ze: świerku, sosny, brzozy, osiki, olszy, wierzby częściowo modrzewia, jałowcu, jodły syberyjskiej, czeremchy, jarzębiny, miejscami dębu i lipy. Łąki północne zakwaszone, darniny, wrzosowiska i pustkowia zajmują rośliny wymagające znacznych ilości wody i prawdziwe hydrofile, do których z bylinowych należy wiele traw i turzyc (*Carex*) a również przedstawicielki rodzin Compositae, Ranunculaceae, Ericaceae i t. p.

P R O F I L B I E L I C Y

<p>Gleba</p> 	<p>poziom ściółki lesnej</p> <p>poziom bieli-cowy</p>	<p>aerobowy</p> <p>o kwasnym odczynie</p>	<p>akumulacji</p> <p>eluwalny</p>	<p>nagromadzenia mat. org.</p> <p>ługowania składników pokarmowych roślin</p>		<p>Gleba</p>
<p>Podglebie</p> 	<p>poziom rudaw-cowy (ortsztajnowy)</p> <p>poziom podsią-kowy (glejowy)</p>	<p>o odczy-nie obo-jętym</p> <p>o odczy-nie lek-koalka-licznym</p>	<p>iluwalny (przesią-kowy)</p> <p>iluwalny (podsią-kowy)</p>	<p>osadzania wpływanych (wmytych) skład. pokar. roślin głównie fosforu, Fe i Al</p> <p>oddleniania zdolnych do tego związków skały mac. gleby wpływanych i podsiąających.</p>		<p>Podglebie</p>
<p>Podłoże—C—</p>	<p>poziom skały macierzystej</p>	<p>gleby</p>	<p>podścielający</p>	<p>podstawowo-zasobowy</p>	<p>C—C</p>	<p>Podłoże</p>

) Gleboznawcy rosyjscy oznaczają warstwy eluwalne literą A (A₀, A₁, A₂); iluwjalne ortszajnowe — B (B₁, B₂) i glejowe C, skałę macierzystą gleby — C. Ponieważ warstwa glejowa jest też iluwjalna preto oznaczam ją gB₂. Iluwjum nazywam warstwę, w którą zostały wmyte produkty wietrzenia unoszone przez prąd wody zstępujący lub wstępujący.

Zależnie od warunków miejscowych nie zawsze rozwijają się wszystkie poziomy przytoczone. **Odmiany bielice.** Może się nie wykształcić poziom podsiąkowy (glejowy) lub podsiąkowy i rudawcowy (ortsztajnowy), pomimo to jednak charakter typu glebotwórczego pozostanie ten sam i gleba będzie bielicą lub przynajmniej glebą bielicowatą. To też w bielicy utworem najcharakterystyczniejszym dla tego typu glebotwórczego jest poziom eluwalny bielicowy, który charakteryzuje znaczna ilość drobnego pyłu krzemionkowego.

Poziom ściółki leśnej. Poziom ściółki leśnej dostarcza glebie składników ważnych z punktu widzenia biologicznego i jest siedliskiem ożywczej działalności tlenowców grzybków-pleśni, które szybko mineralizują próchnicę. Ściółka reguluje stosunki wodne gleby. Po wycięciu lasu ściółka zanika bardzo szybko. Poziom bielicowy

Poziom bielicowy. martwy bakterjologicznie odznacza się wyraźnym odczynem kwaśnym i energicznymi procesami chemicznymi polegającymi na ługowaniu ze skały macierzystej gleby wszystkich składników prócz kwarcu, krzemionki, oraz bezwodnych krzemianów i glinokrzemianów.

Poziom rudawcowy. Poziom rudawcowy mający odczyn obojętny jest miejscem rozwoju anaerobiozy w warunkach dostatecznego dopływu pożywienia drobnoustrojów i magazynowania tlenków żelazowych i glinowych, węglanu wapniowego, fosforu i azotu.

Poziom glejowy (podsiąkowy) jest środowiskiem działalności drobnoustrojów beztlenowców, będącej w warunkach skąpego dopływu materji źródłem energii i pożywienia. Cechuje go silnie wyrażone odtlenianie związków tlenowych skały macierzystej gleby i nagromadzenie fosforu i siarki.

Poziom skały macierzystej gleby. Poziom skały macierzystej gleby, w którym mieszczą się głębiej sięgające korzenie drzew, jest magazynem składników nagromadzających się następnie w poziomach wyższych.

Konfiguracja terenu. Konfiguracja albo, inaczej mówiąc, rzeźba terenów zajętych przez bielice jest nieraz bardzo urozmaicona. Tworzy ona płaszczyzny, wzgórza, spadki, stoki, przełęcze, kotliny, tarasy i t. p. co wpływa na różnicowanie się gleb i odbija na stopniu ich zbielicowania i ukształtowania; stąd mamy przejścia od bielic właściwych do gleb lekko bielicowatych niezupełnie wykształconych (nprz. spadkowych zmywanych i błotnych).

Nie zawsze jednak pokrycie leśne kształtuje gleby w sposób podany wyżej, właściwy strefom umiarkowanym i umiarkowanym chłodnym.

2) *Laterytowanie.*

Inaczej rzecz się ma w warunkach klimatu wilgotnego o temperaturze wysokiej a więc między i pod zwrotnikami. Tam nie powstają gleby białe, zbielicowane, lecz, przeciwnie, jasno lub jaskrawo czerwone. Zamiast zubożenia w żelazo powierzchniowych warstw gleby występuje z bogaceniem się tych poziomów w wodorotlenek żelazowy i w wodorotlenek glinowy. Podług *Lang'a* w temperaturze powyżej 20° C., zresztą w innych warunkach tych samych powstaje *lateryt*, w 15—20° C. pokrewna mu *czerwona gleba* (Roterde), poniżej 15° C. gleba przejściowa *żółta gleba* (Gelberde)¹⁾. *Lateryt* i *czerwona gleba* zajmują, według *Tillo*, znaczną część ornej powierzchni skorupy ziemskiej a mianowicie około 25%. Na Afrykę przypada 49%, na Azję 16%, na Amerykę Południową 43%. W Europie *czerwone gleby* nie dadzą się ściśle wykreslić. Dla *laterytów* cechą charakterystyczną jest nagromadzanie się wodorotlenków żelazowego i glinowego. Wodorotlenek żelazowy tworzy często kongrecje żuźłowate budowy gąbczastej, a wodorotlenek glinowy w pewnych warunkach ścina się w jednokośnoosiowy *hydrargilit* ($Al_2H_2O_4$). Kwas krzemowy znajduje się w podłożu tych gleb pod postacią *chalcedonu* lub *piasku chalcedonowego*. Roślinność *laterytów* i gleb czerwonych składa się z drzew liściastych wiecznie zielonych (ob. na str. 112). Istnieją hipotezy najrozmaitsze co do sposobu powstawania tych gleb. Przypisywano je działalności kwasu azotowego (*Passarge*), bakterjom *laterytowym* (*Holland*), działaniu kwasu siarkowego (*Dubois*) i kwasu węglowego (*Maclaren*). Z punktu widzenia chemii koloidalnej rozpatrywali powstawanie *laterytu* *van Bemelen*, *Cornu*, *Gedrojc*, *Stremme* i głównie *Vageler*²⁾. Oto ujęcie ogólne poglądów pomienionych na *lateryt*. Istotną cechą powstawania *laterytu* jest *nienagromadzanie* próchnicy³⁾. Fakt ten tłumaczy wysoką temperaturą i dobrym, równomiernym dopływem wody a więc warunkami tak szybkiego rozkładu materji organicznej, że nagromadzanie próchnicy nie następuje. Wietrzenie chemiczne, przedewszystkiem drogą hydrolizy wodnej, jest duże i ciągłe. Powstają wodorotlenki potasowe, sodowe, wapniowe, magnezowe i t. p. oraz rozdrobnienia (*Zerteilungen*) koloidalne dodatniego wodorotlenku gli-

Kształtowanie się gleby między i podzwrotnikami.

Lateryt.

¹⁾ O powstawaniu *laterytu* istnieje b. obszerna literatura.

²⁾ *Vageler*. Die Entstehung des Laterits u.s.w. Mitteil. der Deutschen Landwirtschaft. Ges. 1913, 385—387, 395—399.

³⁾ Jednakże *lateryt* afrykański pobrany przez *Peschuel-Lösche* a analizowany przez *Sachsse* zawierał próchnicy 9,19%; *Dafer* w czerwonych i żółtych glebach znalazł od 2,2%—16,62% próchnicy (*Landwirtsch. Jahrbücher*. Bd. XIX (1890) s. 218, 219. *Iwanow* dla czerwonej gleby pow. *Ozurgeckiego* gub. *Kutaiskiej* — 12,184%; dla *laterytu* z wyspy *Kuby* około *Hawany*—3,1%.

nowego i wodorotlenku żelazowego a także odjemnego kwasu krzemowego pod postacią „sol'u”. Roztwory tych gleb mają odczyn alkaliczny. Zawierają one przede wszystkim anjony (OH) obok anjonów (CO₂). Wobec ogromnych opadów atmosferycznych roztwory te są bardzo rozcieńczone. Anjony (OH) w roztworach rozcieńczonych działają na rozdrobnienia odjemne rozpraszająco; rozdrobnienia dodatnie pod postacią „sol'ów” jak np. $[\text{Al}(\text{OH})_2]^+$ i $[\text{Fe}(\text{OH})_2]^+$ pod wpływem anjonu (OH) w pewnych roztworach rozcieńczonych (zgrużlają się) zbijają się w kłaczkę. Kwas krzemowy i wodorotlenki względnie węglany w stanie wysokiego rozproszenia ulegają wyługowaniu do podłoża, gdzie kwas krzemowy wydziela się jako chalcodon. Wodorotlenki glinowy i żelazowy, przeciwnie, pozostają w powierzchniowych warstwach gleby jako stałe dyspersoidy i ich ilość procentowa stopniowo wzrasta. Cechą charakterystyczną jest brak w typowych laterytach kaolinu lub jego postaci zanieczyszczonej — gliny, a więc „gel'u” wodorotlenku glinowego połączonego z kwasem krzemowym. Powstaje on jeno wówczas, gdy próchnica absorbuje zupełnie określone ilości wodorotlenków, tak że wzajemnemu strącaniu się koloidów nie przeszkadza koagulacja jonów. Próchnica pod postacią „sol'u”, działając ochronnie, przeszkadza wzajemnemu strącaniu się koloidów; ta komplikacja jednak niema znaczenia dla danego zagadnienia, wobec braku (?) próchnicy (porównaj odnośnik 3 na str. 123). Istotniedla powstania laterytu konieczna jest nieobecność ¹⁾ próchnicy(?).

Gleby wapienne, mające, w stosunku do gleb ubogich w wapno, nawet w temperaturach niższych własności gleb bardziej suchych, spowodowane głównie działaniem wapnia wzmagającego rozkład próchnicy, kształtują się według typu gleb podobnych do laterytu nawet w klimatach bardziej umiarkowanych (terra rosa). Istotnie lateryty, jako gleby nie za-

¹⁾ „W tych miejscowościach wyspy Jawy, gdzie opady atmosferyczne dochodzą przeciętnie do 7100 mm a temperatura przeciętna do 26°—27°C., niema laterytów, lecz wyłącznie *gleby brunatne* (Braunerden) i *próchniczne* (Humuserden) a *nawet* pokłady *nierozłożonej, surowej* (Rohhumusablagerungen) *próchnicy*. Wobec tak wielkich opadów i tak gwałtownej i olbrzymiej produkcji i materji organicznej, nawet w tak wysokiej temperaturze próchnica nie może się rozłożyć ani zmineralizować do końca”. „Należy przeto zerwać z rozpowszechnionem mniemaniem o niemożności nagromadzenia się próchnicy w pasie równikowym ze względu na wysoką temperaturę. Zgodnie z analizami wielu badaczy w miejscowościach podzwrotnikowych bardzo wilgotnych panuje wietrzenie o charakterze kaolinowym a nie laterytowym”, (Richard Lang. Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht.—Intern. Mitt. J. Bodenkunde, Band V — 1915 H. 4 str. 312 i dalej).

Sądząc z powyższego oraz odnośnika 3-go na str. 123 zagadnienie powstawania laterytu nie jest dostatecznie rozwiązane i zawiera wiele punktów niejasnych.

wierające najważniejszych składników pokarmowych: potasu, wapnia, azotu, są bardzo ubogie i nie nadają się do uprawy. Tereny przez nie zajęte są terenami głodowymi.

Wpływ zbiorowisk roślin drzewiastych na kształtowanie się gleby zależy od sposobu ich występowania i ich podszycia. Mogą one rosnać same lub też wspólnie ze słabo rosnącym niejako tylko tolerowanym przez siebie podszyciem, bądź też rośliny stanowiące ich podszycie tworzą zwartą pokrywę roślinną. W tym ostatnim przypadku na kształtowanie się gleby mają wpływ rozstrzygający rośliny niskorosłe, tworzące podszycie. Dzieje się to za sprawą ich zapanowania nad powierzchnią gleby i rozpostarcia się ich korzeni w powierzchniowych warstwach gleby

Wpływ lasu i jego podszycia na glebę.

b) Roślinność trawiasta.

1) *Darń łąkowa.*

Młody las jest zazwyczaj zwarty, tamuje dostęp światła do powierzchni ziemi i nie dopuszcza do wzrostu roślin niskich. To też zamiast podszycia widzimy w nim jedynie ściółkę leśną. Jednak w miarę wzrostu w walce o światło giną słabsze drzewa i las staje się rzadszy¹⁾.

Roślinność trawiasta.

Wówczas zaczynają się gnieździć i rozrastać mchy a następnie już i rośliny wyższe, znoszące ocienienie, a w końcu i trawy.

Prowadzą one walkę z drzewami, głusząc ich kiełkujące nasiona, to też pierwsze wymierają te drzewa, które się rozmnażają jedynie za pomocą nasion. W tej walce dopomaga roślinom trawiastym obecność w glebie twardych, skamieniałych warstw (ortsztajnu) rudawca. Młode drzewa, nie mogąc go przebić korzeniami, rosną coraz słabiej i stopniowo marnieją, poczynając od wierzchołka.

W ten sposób giną nieraz wielkie przestrzenie leśne. Wrazie wycięcia lasu i niesadzenia nowego, roślinność trawiasta bardzo szybko podbija teren opuszczony.

Przedewszystkiem pojawiają się rośliny kłaczowe o dobrze rozwiniętych kłaczach, dużej masie listowia i łodygi oraz o płytko (5—8 cm.) krzewiących się, cienkich a licznych korzeniach, wychodzących z węzłów kłaczy²⁾.

Zbiorowisko roślin kłaczowych.

¹⁾ Mowa o lesie, dziko rosnącym. Zagajniki sadzone przerzedza człowiek.

²⁾ Należą do nich nprz. *Calamagrostis epigeios*, *C. lanceolata*, *C. stricta*, *C. villosa*, *Agropyrum repens*, *Elymus pseudoagropyrum*, *A. panormitanum*, *Melica nutans*, *M. altissima*, *Bromus inermis*, *Millium effusum*, *Poa nemoralis*, *Briachypodium silvaticum*, i t. p. (Warming).

Pod temi roślinami trawiastymi znajduje się ściółka leśna, która, ze względu na swą luźną budowę i zdolność włoskowatego utrzymywania wody, zapewnia im dostęp tlenu atmosferycznego, potrzebną wilgoć i niezbędne składniki mineralne, pochodzące z materji organicznej ściółki rozkładanej przez grzybki-pleśnie. Szczątki organiczne roślin trawiastych rozkładają bakterje tlenowce, wobec czego powstaje znaczna ilość azotanów. Dobry dostęp powietrza i obfitość wilgoci wpływają na szybkość mineralizacji materji organicznej i zapewniają duże ilości przyswajalnych składników mineralnych.

Korzenie roślin kłączowych: płytkie, liczne a cienkie, są doskonale przystosowane do pobierania uwalniających się soli pokarmowych; to też trawy te rosną bujnie.

Bujny ich wzrost łączy się jednak z małą zdolnością wydawania nasion. Przerwę w wegetacji leśno-łąkowej powoduje nie letnia susza, jak to widzimy w stepach, lecz niska temperatura okresu zimowego. W jesieni parowanie jest coraz mniejsze i nadchodzi czas, gdy powierzchowne warstwy gleby pod wpływem długotrwałych drobnych deszczów osiągają maximum pojemności wody, co wyklucza dopływ tlenu powietrza.

Na jesień tedy przypada minimum przewodności gleby. Obumierająca na zimę roślinność nagromadza się (przybita deszczami) na glebie i w jej warstwach powierzchniowych, zachowując tylko organy wegetatywnego rozmnażania. Nizka temperatura niepozwała na szybki rozkład szczątków roślinnych drogą anaerobiozy, zresztą działalność beztlenowców i tak byłaby zahamowana przez niemający odpływu (dla przepelnienia wodą powierzchniowych warstw gleby) „kwas” ulminowy.

Mrozy zimowe denaturują „kwas” ulminowy w nierozpuszczalną ulminę. Na wiosnę, narazie, po pierwszym obśiknięciu wody zaczyna się gwałtowny rozkład materji organicznej pod wpływem tlenowców, to też zużywają one znaczną część tlenu powietrza dopływającego do gleby. Resztę tlenu pochłaniają obudzone do życia rośliny, co im przychodzi tem łatwiej, iż rosną one powyżej rozkładanej materji organicznej. Są to kiełkujące nasiona i sieć kłączy nowego pokolenia trawiastych, rozwijającego swe pędy prostopadle do osi pędów starych. To też stopniowo o każdej porze roku nagromadzająca się materja organiczna rozkłada się anaerobiotycznie t. j. bardzo wolno i niezupełnie. Zaczyna się coraz bardziej zaznaczać i ujawniać główna cecha gleb typu łąkowego (darniowego)—*nagromadzanie się materji organicznej pod postacią żywej darni i w poziomie darniowym*, jako bezpostaciowego kwasu ulminowego przeobrażonego

Powstawanie
darni.

pod wpływem mrozu w ulminę. Nadaje ona glebom łąkowym barwę brunatną. Po wyschnięciu i znacznem zmniejszeniu swej objętości gleba nabiera barwy szarej od krzemionki i kwasu

tytanowego. Tymczasem ściółka roślinna już się rozłożyła, zaś część uwolnionych składników mineralnych z roku na rok coraz bardziej się magazynuje i staje się nieprzyswajalna dla roślin, bo znajduje się pod postacią związków organiczno-mineralnych. Słaby rozkład anaerobowy, bo aerobowy przebiega obecnie rzadko (brak tlenu) i krótko, nie jest w stanie zmineralizować dostatecznej ilości składników pokarmowych i dostarczyć ich pod postacią wyższego utlenienia jedynie dostępną dla wyższych roślin.

Rośliny kłaczowe muszą ustąpić swoje (kilkoletnie) panowanie roślinom bardziej przystosowanym do warunków nowowytworzonych. Na zanik roślin kłaczowych wpływa też i osuszenie ich kłaczy, obnażonych wskutek doszczętnego rozkładu ściółki. Pierwsze giną *Melica* i *Calamagrostis* (Trzcinnik) mające korzenie bardzo powierzchowne; dłużej utrzymuje się stokłosa (*Bromus inermis*) i *Agropyrum repens* oraz *Elymus pseudoagropyrum*¹⁾, bo ich kłacza rozwijają się w mineralnej części gleby. Procesy pomienione nadają glebie *ściśłą budowę*. Gleba zsiada się i staje się nieprzenikliwa dla powietrza zarówno na mokro jak i na sucho, bo jej przestworki zapełnia drobniutki pył krzemionkowy. Wtedy uzyskuje przewagę zbiorowisko roślin trawiastych *luźno-kępinowych*. Ich młode pędy rozwijają się pod ostrym kątem w stosunku do starych, tworząc promienistej budowy kępinę. Do tych traw należą i rozmaite rajgrasy (angielski, francuski, włoski, tymotka, wykłina i t. p.²⁾ hodowane przez rolników. Mają one małe kłacza, korzystne dla nich wobec ściślej budowy gleby i czerpią tlen z powietrza atmosferycznego częściami nadziemnymi. Ich długie korzenie (od 10—30 cmtr.) mogą pobierać składniki pokarmowe z warstw iluwjalnych rudawcowych zasobnych, jak wiemy, głównie z fosfor, wapno i żelazo. Brak im tylko azotu, bo ten znajduje się tylko w rudawcu, jako związek organomineralny a więc pod postacią nieprzyswajalną. To też bujny rozwój roślinności rajgrasowej w tym okresie rozwoju łąki umożliwia jedynie obecność roślin groszkowych, motylkowych, w pierwszym rzędzie koniczyn, (czerwonej łąkowej, białej, polnej) groszku łąkowego, wyk, koniczy rozkowej lub pospolitej, lucerny szwedzkiej i t. p.³⁾ Rośliny powyższe przyswajają wolny azot z powietrza atmosferycznego (w symbiozie z bakterjami), inne składniki mineralne pobierają z warstwy rudawcowej (ortsztajnowej), której dosięga ich

Ściśła budowa gleby.

Zbiorowisko traw luźno kępronowych.

1) Williams. loc. cit. str. 144.

2) Nprz. *Lolium pratense*, *L. perenne*, *L. multiflorum*, *Arrhenatherum elatius*, *Phleum pratense*, *P. Boehmeri*, *Poa nemoralis*, *Poa sterilis* i t. p.

3) *Trifolium pratense*, *T. repens*, *T. arvense*, *T. lupinaster*, *Lathyrus pratensis*, *Vicia cracca*, *V. Sepium*, *Lotus corniculatus*, *Medicago falcata*).

silnie rozwinięty system korzeniowy. Przez rozkład tlenowcowy szczątków obumarłych roślin motylkowych powierzchowne warstwy gleby wzbogacają się nie tylko w związki azotowe ale i w inne składniki mineralne czerpane z poziomu iluwjalnego (rudawcowego). Do pobierania tych przyswajalnych związków mineralnych służy gęsto rozkrzewiona powierzchowna sieć korzeni traw luźno-kepinowych.

W tym okresie rozwoju łąki jej roślinność **Gruzłowa budowa gleby.** działa na glebę najsilniej. W mocno rozwiniętej darni nagromadza się fosfor i azot pod postacią organo-mineralną. Korzenie traw, rosnąc, utłaczają ziemię (ob. na str. 77), a więc zwiększają jej włoskowatość, co potęguje dopływ wody do korzeni. Natomiast produkty rozkładu obumarłych korzeni wsysa utłoczona przez nie ziemia, to też podlega mocnemu zcementowaniu przez kwas ulminowy (w przypadku rozkładu beztlenowcowego), względnie przez ulminę, powstającą wskutek denaturującego działania mrozu, bądź też przez nierozpuszczalną w wodzie huminę (w przypadku rozkładu tlenowcowego) wydzieloną jako denaturat podczas procesów nityfikacji humianu amonowego. W razie wylugowania humianu amonowego do warstw podlegających anaerobiozie, także wydziela się humina, spajając cząsteczki gleby, tylko wówczas podczas rozkładu humianu nie powstaje kwas azotowy lecz azot wolny. Procesy powyższe nadają glebie budowę *ściśłą* (niepoddającą się rozmywającej działalności wody) *gruzłową*.

W pierwszej fazie rozwoju łąki powstają warunki panowania coraz to dłuższego okresu anaerobiozy. I w drugiej fazie, obecnie rozważanej, zmiana środowiska glebowego, aczkolwiek wolniej, odbywa się w kierunku stopniowego wzrostu rozwoju procesów anaerobiotycznych. Tlenowce rozwijają energiczną działalność, wstrzymaną jedynie w okresie wysychania materji organicznej, polegającą na rozkładzie obumarłych podziemnych części łądy traw luźnokepinowych rozmieszczonych równomiernie w powierzchniowych warstwach gleby. Lecz silnie wykształcona sieć korzeni tych traw, żywiących się produktami tlenowcowej mineralizacji materji organicznej, leżącej na powierzchni gleby, jest skazana, wobec braku tlenu, na długi okres rozkładu przez beztlenowce. Nie pomagają tu wiele i zwiększająca się przewiewność gruzłkowata budowa gleby. Znaczne ilości próchnicy, posiadające własność pęcznienia w wodzie, powiększają objętość powierzchniowych warstw gleby, a wypełniając przestworki gleby i jej szczeliny tamują dostęp powietrza atmosferycznemu. Korzenie rozwijające się na wiosnę w warstwie o objętości zwiększonej ustalają jej rozmiary, to też w porze letniej podtrzymują w dawnym położeniu gruzły i gruzelki, między którymi podczas suszy powstają znów szczeliny. Sprzyja to przewiewności a więc i tlenowcowemu rozkła-

dowi materji organicznej w porze letniej, w tym też okresie gleba nabiera barwy czarnej, dzięki kwasom huminowym maskującym brunatny kwas ulminowy. Jesień z jej opadami i niską temperaturą zapewnia znów przewagę procesom anaerobiotycznym, tak że każde obumierające nowe pokolenie roślin znajduje się w warunkach beztlenowego rozkładu materji organicznej zarówno pod postacią szczątków roślinnych, jako też i huminy i ulminy. Intensywność tego procesu stopniowo wzrasta i to głównie pozwala w końcu zapanować anaerobiozie nad aerobiozą. Przyczyną tego wzrastania jest stosunek martwej materji organicznej do wody. Może ona utrzymać objętość wody czterokrotnie większą od jej własnej objętości w stanie suchym, zaś bezpostaciowa próchnica (humina i ulmina) dziesięciokrotnie a nawet kilkadziesiątkrotnie większą¹⁾. To też gleba łąkowa zawierająca chociażby tylko 3% próchnicy może się stać zupełnie nieprzewodną *niezależnie od składu mechanicznego gleby i jej przepuszczalności*²⁾.

Zwiększenie się objętości próchnicy na wiosnę i w jesieni przez pęcznienie pod wpływem wody łudzi nas co do oceny na oko istotnej zasobności gleby łąkowej w próchnicę. Gleby zdające się w nią obfitować w porach deszczowych, podczas suchego lata wyglądają na mało zasobne w próchnicę tembardziej, że nabierają one na sucho barwy jasno-szarej (od krzemionki wówczas dobrze widocznej) zamiast uprzedniej ciemnej, czasem zupełnie czarnej lub czarno-brunatnej. Stopniowo, powoli w okresach suszy lub bezdeszczowych gleba łąkowa zaczyna nie nadążać wysychać dotyla, aby umożliwić dostęp powietrzu atmosferycznemu. Następuje okres przesuwania się procesów anaerobiotycznych ku poziomom powierzchniowym gleby. Beztlenowce mają w glebie łąkowej lepsze warunki rozwoju niż w glebie leśnej. Niema bowiem wyraźnie kwaśnego kwasu źródłowegoz ługowanego wgłąb przez zstępujący prąd wody. Prąd taki bardzo wolny ługuje obecnie kwas ulminowy. Panująca anaerobioza silnie oddziaływa na składniki mineralne gleby. Odtlenia ona wolne tlenki żelazowe, organiczne sole żelazowe, fosforan żelazowy i siarczan żelazowy. Barwy szare, niebieskawe i zielonawe zaczynają wówczas pojawiać się nietylko w poziomie glejowym lecz i w rudawcowym. Odbija się to na roślinności. Trawy luźno-kepi-

1) 3% (materji organicznej martwej) \times 2,5 (przeciętny ciężar właściwy gleby) \times 4 = 30%. 3% (huminy i ulminy) \times 2,5 (prz. c. wł. gl.) \times 10 = 75%. Tymczasem przeciętna objętość zbiorowa przestworków gleby rozpylonej równoziarnistej waha się od 25,95% do 47,64%, zaś różnoziarnistej jest o wiele mniejsza.

2) NB. Niewłaściwa meljoracja takiej przepuszczalnej łąki może ją przeobrazić w nieużytek ze względu na jej przesuszenie.

nowe¹⁾ mogą pobierać jedynie składniki mineralne wysoko utlenione, to samo i groszkowe, motylkowe, które przytem muszą mieć zapewniony dostęp azotu do korzeni. W obecnych warunkach gleby łąkowej zaczyna im być głodno, to też stopniowo zanikają, ustępując miejsca, zazwyczaj po 7—15-letniem panowaniu, trawom *zwarto-kępinowym*. Czasem jednak między okresem panowania, traw luźno-kępinowych a *zwarto-kępinowych* daje się zauważyć rozwój zbiorowiska trawiastych bez wyraźnych jednakowych cech morfologicznych. Są to zarówno kłaczowe, jak i luźno-kępinowe²⁾. Rosną bujnie i dają dużo lekkiego siana. Lekkość ich powoduje dobrze rozwinięta aerenchima czyli tkanka powietrzna. Dzięki jej silnemu rozwojowi, ich kłacza i korzenie odznaczają się grubością. Na przekroju gleb, na których rosną, dają się zauważyć, na tle zielonawo- lub niebieskawo-szarem gleby odtlenionej, plamki i żyłki czerwone, brunatne lub żółte odpowiadające krzewiącym się korzeniom. Każdy żywy korzeń tych roślin otacza gdyby futerał z utlenionej gleby— a więc czerwonej od tlenku żelazowego. Rośliny wspomniane same sobie utleniają składniki pokarmowe i w tej postaci je pobierają.

W danym razie niekonieczne są zjawiska symbiozy tej grupy roślin z tlenowcami, dla wytworzenia chwilowo warunków pomyslnego jej bytowania w obecności wody prawie zastojowej a więc przesyconej kwasem ulminowym szkodliwym dla aerobów. To też trawy pomienione trwałe na łąkach zalanych tu zanikają w ciągu lat dwu, trzech, ustępując miejsca trawom *zwarto-kępinowym*, do których należą: *Aera* (*Deschampsia*) *caespitosa*, *Festuca ovina* (kostrzewa owcza), *Nardus stricta*, i t. p. Łąka kwaśniejsza— staje się mniej wartościowa. Jej powierzchnia pokrywa się wówczas sprężystą warstwą szczątków roślinnych przesyta żywymi korzeniami roślin lecz niezawierającą cząstek mineralnych. Woda utrzymuje się w niej bardzo długo i nawet w okresach suchych, gdy gleby w polu już obeschną, występuje na powierzchnię wyciskana z darni stopami chodzącego po niej człowieka czy zwierzęcia. Składniki mineralne są wówczas prawie całkowicie zmagazynowane pod postacią organomineralną w bogatej darni, to też, w razie zmineralizowania

**Kwaśnienie
łąki.**

Nardus stricta, i t. p. Łąka kwaśniejsza— staje się mniej wartościowa. Jej powierzchnia pokrywa się wówczas sprężystą warstwą szczątków roślinnych

1) Należą do nich nprz. *Glyceria aquatica*—manna (*Gl. fluitans*), dająca ziarniaki, które zbierają sitem po rosie i jedzą: *Arundo donax*, trzcina (*Phragmites*) i inne.

2) Szczególniej niektóre z nich hodowane też i przez rolników w polu nprz. Brzanka łąkowa lub tymotka (*Phleum pratense*), żylica trwała (*Lolium perenne*—rajgras angielski), rajgras włoski (*L. multiflorum*), rajgr. franc. czyli wysoka (*Arrhenatherum elatius*), trawa kupkowa (*Dactylis glomerata*), Kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*).

tej ostatniej, uwalniają się olbrzymie ilości składników pokarmowych a przede wszystkim związków azotowych. Odczyn wyciągu wodnego takiej gleby jest zawsze kwaśny a barwa żółto-brunatna od rozpuszczonego w nim kwasu ulminowego.

Trawy mogące wówczas bytować można nazwać zbiorowiskiem traw zwarto-kępinowych, tworzą one bowiem bardzo gęste, ściśle, zwarte kępiny, co jest dla nich cechą pożyteczną wobec umieszczenia ich węzłów krzewienia się powyżej powierzchni gleby. W darni przepojonej wodą panuje anaerobioza, co wpływa szkodliwie na rozwój węzłów krzewienia, potrzebujących dla swego rozwoju ciągłego dopływu powietrza, to też utrzymać się mogą tylko takie trawy, których węzły krzewienia się leżą ponad darnią. Potrzebną wilgoć zapewnia węzłom krzewienia się zwartość kępiny, umożliwiająca utrzymanie się w kępinie wilgotnego powietrza zastojowego i podsiąkania wody z dołu.

Zarazem trawy zwarto-kępinowe mają korzenie grube, płytko wnikające w ziemię, z dobrze rozwiniętą (aerenchimą) tkanką powietrzną. Cechą charakterystyczną dla tych traw jest obecność na ich korzeniach *mycorrhiza*. *Myccorrhizy*¹⁾, która otacza na kształt futerału korzenie traw. Można ją widzieć po ostrożnem wyjęciu korzeni z gleby i niemniej ostrożnem, po otrząśnięciu z ziemi, ich opłukaniu przez poruszenie w wodzie. Widać wówczas wyraźnie, w razie ich umieszczenia w płaskiej miseczce szklanej postawionej na ciemnym tle, matową-szarą masę galaretowatą *myccorrhizy*, obciągającej korzeń na podobieństwo rękawiczki. Znaczenie *myccorrhizy* znajduje się w ścisłym związku z charakterem darni i szczątków materji organicznej nagromadzonych w powierzchniowej warstwie gleby. Zdolność tych ostatnich pęcznienia w wodzie, jako koloidu, powoduje zlewanie się materji organicznej w jedną zwartą masę, jednolitą co do własności fizycznych. Pod ciśnieniem śniegu zlewają się z nią nowopowstałe jesienią szczątki materji organicznej. O ile śniegu niema, deszcze przybijają do ziemi łodygi traw obalone dzięki procesom rozkładu aerobiotycznego. Otóż w tej litej masie, nasiąkniętej wodą materji organicznej ruch wody odbywa się w kierunku przeciwnym położeniu źródła wody. Z dołu do góry, jeśli warstwa wody znajduje się niżej, w dół, jeśli warstwa wody leży

¹⁾ Zagadnienie znaczenia „*myccorrhiz*” jest dalekie od rozwiązania; świeżo postawiono co do tego różne hipotezy. Szczególnej wagi jest hipoteza Stahl'a (r. 1900), według której grzybki ektotrofnych (żywiących się zewnątrznie) „*myccorrhiz*” dostarczać mają głównie soli pokarmowych roślinom, na których zamieszkują; wobec tego te ostatnie są w stanie łatwiej stanąć w zawody z innymi roślinami“.

Eug. Warming und B. Graeber. Eug. Warming's Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 3 aufl. Berlin. r. 1917 str. 284 i 5. Mutualismus.

wyżej. Ten ruch włoskowaty jest bardzo powolny i równomiernie opóźniony, odwrotnie proporcjonalnie do średnic przestworków włoskowatych gleby. W stanie powyższym woda jest zupełnie nieruchoma. W razie wysychania tej wilgotnej litej masy organicznej, „niemrawość“ wody włoskowatej powoduje oderwanie się od masy głównej części wyschniętej powierzchniowej warstwy materji organicznej, mocno zmniejszonej w swej objętości, a co za tem idzie przerywa się włoskowate podsiąkanie wody. Sucha oddzielona warstwa chroni wówczas dolne warstwy litej materji organicznej od dalszej straty wody. Po każdym deszczu warstwa oderwana zlewa się znów z główną masą, w czasie suszy odrywa się z powrotem. To też parowanie wody z głębszych warstw poziomu darniowego sprowadza się jedynie do wyparowywania jej z powierzchni listowia roślin porastających glebę łąkową. Wobec jednak zmniejszenia się ilości mineralnych składników pokarmowych, ta powierzchnia maleje coraz bardziej. Wówczas jedynym źródłem dostarczania utlenionych składników mineralnych jest rozkład tlenowcowy materji organicznej na samej powierzchni łąki. Te składniki mineralne mogą w wodzie zastojowej przodostawać się do korzeni traw jedynie drogą osmozy. Zanim to nastąpi, pobierają je inne rośliny rozwijające się wspólnie z roślinami zwarto-kępinowymi nprz. *Briza media*, żubrowka (*Hierochloa odorata*), tonka wonna (*Anthoxanthum odoratum*) i niektóre turzyce (*Carex*). To też rośliny o korzeniach pograżonych w miększu oddzielnej warstwy darniowej muszą się żywić z cudzą pomocą (heterotrofnie), w danym przypadku zapewne przy pomocy grzybków mycorrhizy. Prawdopodobnie mycelia grzybków korzystają wówczas z tlenu zawartego w tkankach powietrznych traw, zaś grzybki mycorrhizy, jako aeroby, rozkładając martwą materję organiczną, drogą jej mineralizacji, dostarczają składniki pokarmowe roślinom zwarto-kępinowym. W zbiorowisku roślinnym tej fazy rozwoju łąki te ostatnie stanowią główne tło dla rozsianych po niem w mniejszej ilości przedstawicieli roślin samożywiających się (autotrofnych), głównie kłaczowych i luźno-kępinowych.

Nagromadzenie składników pokarmowych. W tym też okresie występuje najsilniej ilościowo, zasadnicza, podstawowa cecha gleby, odróżniająca ją od jej skały macierzystej, a mianowicie zdolność magazynowania mineralnych składników pokarmowych roślin w powierzchniowych warstwach roślin. Fcsfor najczęściej prawie całkowicie zostaje przeniesiony do poziomu darniowego, pod postacią związków organomineralnych. Tak samo nieprzyswajany jest i azot zgromadzony w tym samym poziomie, wraz z maximum siarki, magnezu, wapnia, manganu i innych składników mineralnych.

Wówczas występują najwybitniej cechy morfologiczne gleb darniowo-bielicowatych, bo proces darniowy nie zdołał jeszcze zatrzeć i zamaskować cech gleby bielicowatej.

Typ darniowo-bielicowaty i jego profil.

Najdalej idące zróżnicowanie takiej gleby uzmysławia schemat podany poniżej (ob. na str. 134):

1) Poziom żywej darni składa się głównie z żywych korzeni, kłączów, pędów podziemnych wraz z obumarłymi takimi samymi częściami roślin oraz obumarłymi łodygami, liśćmi i t. p. częściami nadziemnymi. Jest on zabarwiony na brunatno w stanie suchym i wilgotnym.

Poziom żywej darni.

2) Poziom darniowy przeszyty tylko korzeniami roślin żywych. Zależnie od składu mechanicznego gleby ma budowę gruzłową, mniej lub więcej wyraźną. Zawiera znaczne ilości próchnicy, a więc na mokro przybiera barwę czarną lub czarno-brunatną, na sucho ciemno-szarą lub szaro-brunatną. Daje się w niej zauważyć czerwone lub żółte żyłki i plamki.

Poziom darniowy.

3) Poziom bielicowy nie różni się od tegoż opisanego na str. 121.

Poziom bielicowy.

4) Poziom rudawcowy jest mniej wyraźny od tegoż w glebie bielicowatej, skutkiem zupełnego panowania procesów anaerobiotycznych w poziomach wyższych i wielkiej powolności prądu wody zstępującej. Składniki pokarmowe dopływają doń w ilości bardzo małej. Procesy beztlenowcowe odtleniają w nim wiele związków wyższego utlenienia, co zmienia charakter tego poziomu, nadając mu raczej pewne cechy poziomu glejowego. Korzenie roślin przenoszą składniki zmagazynowane w poziomie rudawcowym do darniowego. Oba te procesy prowadzą do zaniku poziomu ortostajowego, pozostawiając wreszcie jedynie jego szczątki. Staje się on luźny i robi wrażenie zwietrzałego.

Poziom rudawcowy.

5) Poziom glejowy nie różni się od takiego samego w glebach bielicowatych, (ob. na str. 122), wreszcie:

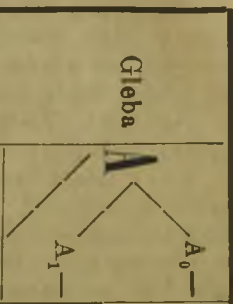
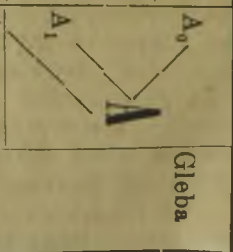
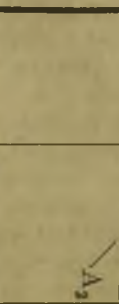

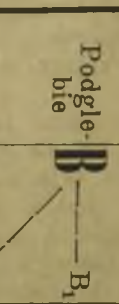
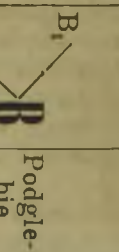
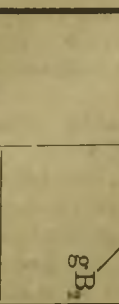
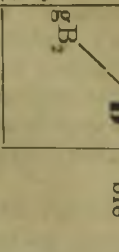
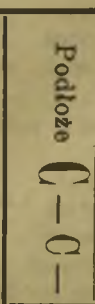
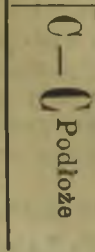
Poziom glejowy.

6) Poziom skały macierzystej gleby.

Przepełnienie powierzchniowych warstw gleby darniowej wodą zawierającą kwas źródłowy (powstający wskutek działalności grzybków mycorrhizy) nieusuwany wobec zastoju wody, oraz trudna przewiewność, umożliwia rozwój mycorrhizy jedynie na powierzchni korzeni, leżących w najbardziej powierzchniowej warstwie gleby, gdzie drogą wysychania i następczego zwilżania wodą deszczową cząsteczki gleby ulegają przepłukiwaniu i opłukiwaniu.

Natomiast zbytne wahania wilgotności nie pozwalają na rozwój mycorrhizy na wyższych częściach roślin, w jej dążeniu

PROFIL GLEBY DARNIOWO-BIELICOWEJ.

<p>Gleba</p> 	<p>poziom żywej darni</p>	<p>aerobowy (czasowy)</p>	<p>akumulacji</p>	<p>nagromadzenia mat. org.</p>	<p>Gleba</p> 
<p></p> 	<p>poziom bielicy</p>	<p>bezpoczątkowy odczynnie kwaśnym</p>	<p>eluwialny</p>	<p>ługowania składn. pokarm. roślin</p>	<p></p> 
<p>Podglebie</p> 	<p>poziom rudawcowy</p>	<p>o odczynnie obojętnym</p>	<p>iluwialny (przesiąkowy)</p>	<p>nagromadzenia wylugowanych składn. pokarm.</p>	<p>Podglebie</p> 
<p></p> 	<p>poziom (glejowy) podsiąkowy</p>	<p>o odczynnie alkalicznym</p>	<p>iluwialny (podsiąkowy)</p>	<p>odtleniania zdolnych do tego związków mineralnych w płukanych i podsiąkających</p>	<p></p> 
<p>Podłoże</p> 	<p>poziom skąły macierzystej</p>	<p>gleby</p>	<p>podścielający</p>	<p>podstawowo-zasobowy</p>	<p>Podłoże</p> 

do położen dostępnych dla powietrza atmosferycznego—źródła tlenu. Większość traw zwarto-kepinowych tworzy na łące półkuliste wzniesienia. Rośliny na nich wzrastające mogą być łatwiej obmyte przez wody deszczowe, a co zatem idzie, mogą pozbywać się szkodliwego kwasu źródłowego. Z chwilą jednak wyczerpania przyswajalnych składników mineralnych, zanika przyczyna zmuszająca korzenie roślin do przenikania w głąb mineralnych warstw gleby w poszukiwaniu pokarmu, a jednocześnie grubieje warstwa martwej materji organicznej, nierozkładanej przez drobnoustroje, wobec kwaśnego odczynu środowiska, a więc magazynującej w sobie mineralne składniki pokarmowe pod postacią organomineralną.

Pod wpływem obu tych zjawisk na takiej „zakwaszonej” łące korzenie roślin przestają dosięgać mineralnych poziomów gleby. Łąka przestaje być łąką i staje się błotem, przechodząc kolejno dalsze stadia rozwoju procesu darniowego: błotnistej łąki, błota łąkowego, błota nizinnego, błota przejściowego, mchowego i sosnowego.

2) Darni błotna.

W okresie końcowym powstawania darni łąkowej, gdy korzenie roślin już przestają sięgać mineralnych poziomów gleby, zmienia się nagle ilościowo i koncentracja składników pokarmowych w powierzchniowej warstwie gleby. Przez przeniesienie wszystkich dostępnych składników z poziomu (orsztajnowego) rudawcowego do poziomu darniowego, proces ten osiągnął swe maximum. Grubość powierzchniowego poziomu organicznego gleby wzrasta. Korzenie przenikają w warstwę mineralną coraz płycej, co wraz z zubożeniem warstwy iluwjalnej w pobrane już poprzednio składniki pokarmowe roślin powoduje zmniejszenie się ich ilości przenoszonych do darni.

**Koncentracja
składników
pokarmowych
w darni.**

Niedosięganie korzeni roślin do warstw mineralnych jest zarazem kresem tej koncentracji. Procesy glebotwórcze zaczynają przebiegać w warunkach ilościowego ograniczenia zapasów składników pokarmowych. Przyrost żywej materji organicznej dostarczanej przez trawy zwarto-kepinowe słabnie z roku na rok, niemniej jednak powiększa się stopniowo coraz bardziej nagromadzenie się obumarłych szczątków organicznych. To ostatnie jest spowodowane przez zwiększającą się ilość wody zatrzymywanej przez materję organiczną (odznaczającą się wielką w tym względzie pojemnością) gleby oraz przez przedłużający się stopniowo przeciąg czasu przepelnienia wodą, co łącznie zmniejsza w glebie ilość zawartego w niej tlenu powietrza atmosferycznego. Tymczasem, wraz z postępem nagromadzania się martwej materji organicznej, zwiększa się na powierzchni gleby zu-

życie tlenu powietrza atmosferycznego przez tlenowce, rozkładające szczątki roślin, a co zatem idzie zmniejsza się jednocześnie z głębokością, do której sięgają procesy aerobiotyczne. Stąd procesy rozkładu beztlenowego przesuwiają się poziomowo coraz wyżej, wznoszą się postępowo i powodują coraz to szybsze nagromadzanie się materji organicznej. Nawet na łąkach koszonych lub na pastwiskach pozostaje trawy zwarto-kępinowej więcej, bądź dzięki mniej chętnemu ich spożywaniu przez zwierzęta aniżeli traw luźno-kępinowych, bądź wskutek wyższego ich ścinania ponad przeszkadzającymi twardymi kępinami. Na nierównej powierzchni łąki kępiastej, zbiera się więcej wody deszczowej, mającej odpływ utrudniony przez kępiny, nawet w położeniu spadkowym, a silnie rozwinięta włoskowość warstwy darniowej hamuje na czas dłuższy dostęp tlenu nawet do jej powierzchni. „Niemrawa“ woda zastojowa jest powodem postępowania zjawiska narastania i grubienia warstwy martwej materji organicznej. Brak związków zdolnych zobojętnić powstający kwas źródłowy i niemożność odpływu wody, wywołują zakwaszanie się wody zastojowej, co zgubnie wpływa na grzybnię mycorrhizy, dostarczającą składników pokarmowych przez rozkład szczątków roślinnych. Trawy zwarto-kępinowe nie mogą wobec tego korzystać z całego zapasu związków mineralnych zawartej w materji organicznej, bowiem grzybki mycorrhizy giną zanim ją zdążą zmineralizować. Przytem nawet produkty mineralizacji nie ulegają całkowitemu pobieraniu dla braku potrzebnej

Zmniejszanie się w torfie ilości składników mineralnych. do tego w tych warunkach gęstej sieci korzeni drobno rozkrzewionych, gdy trawy zwarto-kępinowe mają korzenie grube, krótkie i nierozgałęzione.

To też każda nowa warstwa narastającego torfu¹⁾ zawiera nieuchronnie coraz mniejsze ilości składników mineralnych.

Skład części organicznej torfów²⁾ wynosi przeciętnie: a) Torfu wysokiego (Hochmoortorf); b) Torfu mieszanego (Mischmoortorf); c) Torfu niskiego (Flachmoortorf).

	C	H	O	N
a)	57,03(61,13—50,98),	5,79(7,40—4,63),	35,58(40,88—31,03),	1,60(2,54—0,87).
b)	57,20(60,94—54,45),	6,61(7,55—5,21),	34,74(37,86—30,32),	1,95(2,91—1,41).
c)	54,18(61,10—44,78),	5,67(7,87—3,85),	37,27(47,62—28,48),	2,88(4,28—1,81).

Ich popioły zawierają średnio:

	K ₂ O.	P ₂ O ₅ .	CQO.
Torfu wysokiego . . .	0,08(0,01—0,11),	0,11(0,04—0,22),	0,52(0,22—1,01),
Torfu mieszanego . . .	0,10(0,02—0,13),	0,13(0,07—0,22),	1,38(0,55—3,21),
Torfu niskiego	0,10(0,03—0,25),	0,16(0,06—0,47),	2,95(0,49—6,68 i +).

1) Torfem nazywamy glebotwórcze złoża mniej lub więcej rozłożonych szczątków roślinnych*. Ramann. Bodenkunde r. 1911 (1921). str. 171.

2) Bersch. Zeitsch. f. Moorkultur u. Torfwesen 1907., 5, 65.

Wśród torfu trafiają się nieraz czarne lub brunatno-czarne żywice znane pod nazwą *doplerytu*¹⁾. Według Bersch'a znajduje się on w błotach torfiastych Austrii (Aussee, Berchtesgaden, Gonten etc.²⁾.

Zmniejszanie się stopniowe zapasu składników mineralnych nie odbija się jednak na szybkości narastania torfu, a przynajmniej dotychczas tego nie zauważono. Przyczyną tego zdaje się być panująca w tem środowisku anaerobioza. Gdy bardzo znaczne masy materji organicznej przyrastającej w pierwszych okresach rozwoju łąki, nagromadzają się w ilościach małych, bo podlegają rozkładowi przez tlenowce, w okresie błotnym bezwzględne panowanie procesów beztlenowcowych umożliwia znaczne nagromadzenie się szczątków organicznych. Wprawdzie niedostatek składników pokarmowych zmniejsza przyrost materji organicznej lecz jednocześnie hamuje i rozwój rozkładającej ją mikroflory a więc i sam rozkład musi się zmniejszać. Na to zmniejszenie wpływają niemniej i stosunki termiczne gleby. Nadmiar wody i jej parowanie czynią gleby błotniste i torfowe zimniejszemi od gleb mineralnych. To też zwolnienie szybkości przyrostu materji organicznej może wywrzeć wpływ jedynie na chyżość tego narastania poziomu materji organicznej, nie niweczając jego charakteru zasadniczego, odróżniającego glebę błotną od łąkowej. Składniki mineralne koncentrują się w poziomach powierzchniowych gleby łąkowej, w glebie błotnistej wierzchnie poziomy narastającej warstwy organicznej stopniowo ku górze ubożeją, w składniki pokarmowe roślin. Odbija się to fatalnie na rozwoju traw i turzyc zwarto-kępinowych mających mycorrhizę, to też one stopniowo zanikają a ich miejsce zajmują takie rośliny, pozostające we współżyciu z grzybkami, które jednocześnie mają korzenie zdolne ogarniać znaczne objętości gleby.

Należą do nich trawiaste i drzewiaste, pośród których zachowują się jeszcze i żywiące się same bez pomocy grzybków, kosztem składników mineralnych uwalniających się drogą procesów aerobiotycznych.

Trawiaste
i drzewiaste
błotne.

Z roślin trawiastych przystosowanych do warunków powyższych zwracają uwagę drobne turzyce o długich kłęczach z licznymi międzywęzłami, lecz rozwijające liście i nadziemne łodygi jeno z kilku węzłów, zaś z każdego węzła liczne choć krótkie korzenie zaopatrzone w dobrze rozwiniętą mycorrhizę.

¹⁾ Früh. I. Torf und Doplerit, Zürich, 1883.

²⁾ W stanie świeżym jest on rozciągliwy i elastyczny. Wysuszony na powietrzu, twardnieje, staje się łamliwy i pęka, tworząc okruchy podobne do obsydjanu. Demel uważa go za mieszaninę wapiennych soli próchnicowych o przybliżonym składzie: $C_2H_{22}CaO_{12}$. Skład doplerytu wysuszonego w temperaturze pokojowej (według Bersch'a): H_2O —18,08%, C —43,53, O —31,09, H —3,24, N —0,79%, części popielnych—3,27. Bezwodny i bez popiołu: C —55,31, O —39,57, H —4,12, N —1,00%.

Taka budowa umożliwia im pobieranie dostatecznej ilości pokarmu nawet z środowiska niezasobnego w składniki mineralne. Łącznie z temi turzycami występuje i trawa kłęczowa, *Agrostis alba*, odznaczająca się nadzwyczajnie rozwiniętym cieniem kłęczem, zaopatrzonym w każdym węzle w gęstą sieć cienkich korzeni z obficie rozwiniętymi włosnikami, służącymi do pobierania produktów mineralnych rozkładu tlenowcowego materji organicznej. Do tego samego typu należy żubrówka— (*Hierochloë borealis*), Prócz dwu typów powyższych występuje i trzeci typ roślinności z mycorrhizą żywiącą się zewnętrznie i, zdaje się, zdolną do przyswajania wolnego azotu powietrza zarówno jak i do pobierania składników mineralnych zawartych w szczątkach roślinnych.

Są to przedstawicielki (Orchideae) rodziny storczyków a także liczne półpasożyty przedstawicielki rodziny Scrophulariaceae i Labiatae, gatunki rodzajów *Rinanthus*, *Pedicularis*, *Alectorolophus*, *Euphrasia*, *Gratiola*, *Scutellaria*, *Veronica* i rodzaj *Lithrum*.

Drzewiaste. Wreszcie do drzewiastych należą olcha i wierzby—iwy. Mają one nadzwyczajnie silnie rozwinięte systemy korzeniowe mierzące wiele metrów, któremi przy pomocy mycorrhizy pobierają składniki mineralne ze szczątków organicznych. Mycorrhiza rozwijająca się na olsze pobiera wolny azot z powietrza. Czasem drzewiaste tworzą na błotach całe zarośla.

Wraz z większemi drzewiastemi zjawiają się i krzewinki i mchy. i krzewinki — rośliny jagodowe a także mchy, a więc przede wszystkim czarna jagoda (czernica *Vaccinium myrtillus*) i borówka — (*Vaccinium vitis idaeae*) i z mchów zielonych — *Lycopodium*, *Polytrichum*, *Hypnum*.

Koniec stadium błota przejściowego. Pojawienie się mchów zielonych oznacza koniec stadium błota przejściowego, podczas którego znikają wraz z trawami kępinowemi i współtujące z niemi kłęczowe i luźno-kępinowe, nprz. *Briza media*, *Holcus lanatus*, *Anthoxantum odoratum*, ustępując miejsca przedstawicielom (Dicyklicznych) dwuletnich baldaszkowych (*Umbellifrae*), złożonych (*Compositae*) i częściowo krzyżowych (*Cruciferae*). Wszystkie ostatnie tworzą w roku pierwszym rozetkę, wypierającą współzawodników przez ich ocienienie a zgromadziwszy w częściach podziemnych zapasy pokarmowe, rozwijają się bez przeszkód w roku następnym, zgłuszając z łatwością trawy, zależne od ilości składników pokarmowych uwalniających się przez rozkład tlenowcowy materji organicznej błota.

Tylko jedna trawa *Agrostis alba* może wytrzymać ich konkurencję, ale karleje. Rozwój roślin pomienionych jeszcze bardziej sprzyja wyczerpaniu się składników mineralnych

warstw powierzchniowych i całe to zbiorowisko ustępuje miejsca mchom zielonym (*Hypnum*) lepiej przystosowanym do ubóstwa warunków wytworzonych.

Powstaje *mszar*, czyli torfowisko mchowe.

Mchy nie mają korzeni lecz rozwijają gęstą sieć wielokomórkowych „rhizoidów“, na których u wielu rozwija się (w początkach tego stadium błota) grzybnia mycorrhizy. Rosną gromadnie, trwają wiele lat, więc, rozkładając się od spodu a przyrastając z góry, tworzą na miejscach gdzie osiadły warstewki materji organicznej, na której potem mogą żyć i inne rośliny. Mszary.

Zajmują one coraz większą powierzchnię, głusząc stopniowo wszystkie rośliny poprzednio wymienione prócz trawia- stych: *Nardus stricta*, *Festuca ovina* i *Agrostis alba*, a zarazem prócz krzewinek i niskich krzewiastych. Mchy rosnące na bagnach przyczyniają się głównie do wytwarzania torfu w ten sposób, że dolne części ich darni ciągle zamierają w miarę wydłużania się rozrastających górnych. Części dolne butwieją razem z opadającymi liśćmi i korzeniami roślin, rosnących na bagnach wśród mchów. Z czasem tworzy się warstwa tych zbutwiałych resztek roślinnych zbitych w ścisły wołok, która, grubiejąc znacznie, uciska części niżej leżące, te zaś pod naciskiem wyżej leżących stają się coraz bardziej zwarte t. j. torfieją. Cała ta masa materji organicznej odznacza się nadzwyczajną pojemnością względem wody. Niema tam miejsca na powietrze, to też rozkład materji organicznej może się odbywać jedynie pod wpływem beztlenowców t. j. bardzo wolno, nie do końca i z długimi przerwami w ciągu roku. Stąd też obumarłe mchy zaledwie napoczęte rozkładem, zachowują swoją budowę komórkową, tylko zabarwiają się na brunatno kwasem ulminowym, który zdenaturowany przez mróz przeobraża się w ulminę zapełniająca, jako bezpostaciowy kolloid, wszystkie przestwórki między postaciowemi cząstkami torfu.

Mech przyrasta dość szybko. Rośliny współbytujące muszą się do tego dostosować lub przerośnięte giną pogrzebane. Tak ginie kostrzewa owcza (*Festuca ovina*), za nią *Nardus stricta*, pozostaje tylko, choć coraz marniejsza, *Agrostis alba*, i parę gatunków mizernie rosnących turzyc kłaczowych. Natomiast czarna jagoda, borówka i wierzba-iwa bytują doskonale, dzięki rozwiniętej na ich korzeniach mycorrhizie. Ta ostatnia daje możność istnienia i turzycy *Carex limosa*. Wytwarzają się warunki zupełnej nieprzyswajalności składników mineralnych dla roślin samożywiających się (autotrofnych). Należy jednak dla nich większość mchów zielonych, tworzących obecnie torf, gdy nie mające dziś (w tym okresie geologicznym) wielkiego znaczenia gatunki *Lycopodium* (żywią się heterotrofnie) współżyją z mycorrhizą.

Autotrofiom¹⁾ dopomagają w zdobyciu składników pokarmowych mykotrofne¹⁾ rośliny krzewiaste i drzewiaste obdarzone bardzo długimi i rozgałęzionymi korzeniami, a więc zdolne do pobierania z bardzo rozległych warstw torfowych składników organomineralnych, drogą ich rozkładu przez mycorrhizę. Jako wiecznie zielone ronia one swe cząstki obumarłe i liście na luźną powierzchnię żywej darni mchów i tam w atmosferze wilgotnej lecz dostępnej dla tlenu powietrza następuje tlenowcowy rozkład dostarczanej przez nich materji organicznej. Działają tu grzybki - pleśnie, bowiem rozkładające się rośliny odznaczają się wyjątkową zasobnością w garbniki. Powstaje kwas źródłowy²⁾, który zmywany z warstw żywych mchów zakwasza wodę poziomów leżących niżej. Tym sposobem wytwarzają się warunki sprzyjające rozwojowi mchów zielonych. Te ostatnie magazynują pobierane składniki mineralne, bo, zamierając, znajdują się już w środowisku przesyconem wodą pod warstwą mchów młodych a więc w warunkach anaerobiotycznych. Nagromadzenie się w warstwach niżej leżących kwasu źródłowego i przyrost mchu powoduje zanik korzeni drzewiastych i bytującej na nich mycorrhizy. Same rośliny ratują się od zguby rozwojem nowych korzeni dodatkowych, czemu sprzyja wilgotna atmosfera otaczającego je środowiska. Poszczególne gałęzie stopniowo uniezależniają się od rośliny głównej i żyją samodzielnie, to też takie rośliny z czasem przybierają postać płaskiego, rozgałęzionego krzaku.

Koncentracja składników pokarmowych musi się jednak stopniowo zmniejszać w warstwach nanie się roślin drzewiastych, rastających, bo z warstw niżej leżących nie są w stanie pobrać dostatecznych zapasów pokarmowych nawet korzenie drzewiastych najbardziej długie i najobficiej rozgałęzione. Następuje zwolna okres głodowy, ilość roślin drzewiastych, krzaczastych i krzewinkowych maleje. Gubi je głównie mróz, bowiem wobec przedłużenia ich okresu wegetacji (przypominającego zjawisko nadmiaru pożywienia azotowego) ich pędy niezdrzewniałe wymarzają podczas przy-mrozków jesiennych.

Górne pędy marnieją, krzak karleje i w końcu ginie jako już zupełnie przyziemny. Powodem tego zaniku zdaje się być ubóstwo torfu mchowego w składniki mineralne a więc i zakłócenie stosunku pokarmu azotowego do innych składników mineralnych. Ponieważ jednak mchy zielone są żywione

1) Autotrofy — rośliny samożywiące się, heterotrofy współbiesiadne, żywiące się przy pomocy innych, mykotrofne — znajdujące się we współzyciu z grzybkami tworzącymi grzybnię mycorrhizy.

2) O ile mineralna część gleby pod torfami łąkowemi ma odczyn alkaliczny, o tyle powierzchniowe warstwy torfów mchowych odznaczają się odczynem kwaśnym wywołanym obecnością kwasu źródłowego.

z pomocą tej ginącej roślinności drzewiastej, przeto jej zguba powoduje konieczność ustąpienia ich panowania na korzyść innego zbiorowiska roślinnego a mianowicie *mchów sphagnowych*. Rozwijają się one w środowisku składającym się prawie wyłącznie z masy prawie czystej materji organicznej. Materja organiczna może się do nich dostawać jedynie z atmosfery, co nie jest łatwe w warunkach wilgotności panującej w całym otoczeniu, uniemożliwiającej wydmuchiwanie cząstek pyłowych z terenów okolicznych. Niema też dobrych warunków dla azotowego odżywiania się roślin. Przepelnienie środowiska wodą wyklucza możność tlenowcowego rozkładu materji organicznej, bez-tlenowcowy zaraz zanika przerwany nagromadzeniem się kwasu ulminowego nie przechodzącego w nieszkodliwą obojętną ulminę pod wpływem mrozu, bo błota mchowe rzadko zamarzają.¹⁾ Parowanie powoduje pochłanianie na wiosnę znacznych ilości energii cieplnej (słonecznej), to też torfy ogrzewają się na wiosnę bardzo późno, co skróca silnie długość okresu wegetacyjnego, na co wpływają jeszcze i przymrozki wiosenne i jesienne spowodowane znacznem przewodnictwem ciepłnem powietrza atmosferycznego przesyconego nad mchami parą wodną.

**Sphagneta
torfowiska
wysokie.**

W tem tak wilgotnem środowisku rośliny cierpią nieraz na brak wody, wskutek znacznej różnicy między temperaturą ich organów nadziemnych a ich części podziemnych (szczególnie na wiosnę), tak że z listowia roślin powinno nieraz rozpocząć się ze względu na temperaturę wzmożone parowanie, gdy temperatura środowiska ich korzeni jest bliska do tej minimalnej, przy której nie są one już zdolne do pobierania wody. W lesie rośliny mogą odczuwać brak wody w czasie długotrwałych okresów bezdeszczowych, gdy powierzchowne warstwy błota torfowego dojdą do takiego stopnia wilgotności, przy którym pobieranie wody staje się dla nich niemożliwe.

**Środowisko
fizjologicznie
suche.**

Wytwarza się wówczas *środowisko fizjologicznie suche*²⁾.

¹⁾ Temperatura marznięcia wody zawartej w przestworkach włoskowatych torfów obniża się tak silnie, że bagna torfowe nie zamarzają corocznie.

²⁾ Charakterystyczną cechą *Sphagnum* jest jego hygroskopijność i nasiakliwość. Na podobieństwo gąbki (*Sphagnos* = gąbka) wchłania on wodę swemi listeczkami zaopatrzonemi w drobne pory. Komórki tych mchów mają otwory w ściankach i mają postać włoskowatych pęcherzyków. Gęsta siatka łodyg i listków mchu tworzy całą sieć naczyń włoskowatych i takich że przestworków silnie chłoniących wodę. Mech nasiąknięty wodą pęcznieje; od tego zależy często obserwowana wypukła powierzchnia torfowiska wysokiego. Czasem przytem napęczniałe bagnisko przerywa się i brunatna ciecz zalewa okolice (Irlandja).

Korzenie roślin mogą pobierać wodę z gleby tylko do pewnego stopnia. Im mniej zawiera gleba wody, tem trudniej roślina ją glebie odbiera, a wre-

Ta ilość wody martwej fizjologicznie wynosi mniej więcej podwójną ilość wody hygroskopowej (wilgoci), t. j. dwukrotną ilość wody, jaką zawiera dana gleba wysuszona w temperaturze pokojowej. Dla gleby torfowej wilgoć wynosi około 50—60% wody na wagę w stosunku do wagi masy torfu sphagnowego wysuszonego w temperaturze pokojowej. To też rośliny rosnące na moczarach mają budowę służącą do zmniejszania parowania, co zdawałoby się zbędnem, wobec ich osiedlania się na glebach przepojonych wilgocią.

Cechy powyższe posiada zbiorowisko roślin; **Mszary.** sphagnowych. Należy do nich: a) mech—*Sphagnum* b) drzewiaste (*Pinus silvestris torfosa*); krzewiaste (*Salix* i *Betula*) i krzewinki (*Vaccinium uliginosum*, v. *oxycoccus* żurawina, *V. vitis Ideae* — borówka, *Ledum palustre*, *Erica*, *Calluna vulgaris*—wrzos) i c) rośliny trawiaste: trawy, (*Molinia caerulea*, *Agrostis canina*, *Nardus stricta*, *Aera flexuosa*); turzyce (*Rhynchospora alba*, *Carex*, *Eriophorum*, *Serpis caespitosus*), storczyki i owadożerne (*Drosera*), rosiczka. *Sphagnum* nie posiada ani korzeni rizoidów ani mycorrhizy, niema też i układu naczyniowego. Składa się on z komórek, których część ma otworki, jest martwa i zawiera bądź wodę, bądź powietrze. Torfowiec *Sphagnum* zawiera garbniki i zarówno żywy jak martwy ma odczyn wyraźnie kwaśny. Wobec tego rozkład materji organicznej czy tlenowcowy czy też beztlenowcowy jest wykluczony zupełnie.

Drobne resztki składników mineralnych znajdujących się w glebie torfowej sphagnum przeprowadza w nieprzyswajalny stan organomineralny i tak je zachowuje. Dotychczas mieliśmy do czynienia z (symbiozą) współzyciem dwu zbiorowisk roślin trawiastych i drzewiastych, w obecnej fazie rozwoju torfowiska widać wyraźny antagonizm między rozwojem mchów sphagnowych a innymi przedstawicielami roślin rosnących na tym samym terenie. Jeszcze jedna cecha odróżnia mszar sphagnowy

Antagonizm mchów i innych roślin w mszarze.

sztanie pewne ilości wody są nie do odebrania. Według doświadczeń Heinrich'a rośliny zaczynały więdnąć w płaszczystej glebie gruboziarnistej dopiero przy 1,5% zawartości w nim wody, dla gleby gliniastej (Sachs) znaleziono tę granicę przy 8% zaw. wody, dla gleby torfiastej (Heinrich) przy 47,7% zaw. wody. Gleba, z której roślinna nie może już więcej pobrać wody, nazywa się *fizjologicznie suchą*. Suchość fizjologiczna sama przez się wpływa na rozmieszczenie rozmaitych rodzajów roślin. Suchość fizjologiczną powiększa przedewszystkiem „kwaśność” gleby, gdy „alkaliczność” ją zmniejsza. Tak samo ją zwiększa i „zimność” gleby. (Warming. str. 88 wyd. III r. 1918).

Sphagnum bardzo silnie wsysa wodę i trwale ją utrzymuje. Mylnie przypisują mu zdolność przewodzenia na powierzchni ziemi wody wysysanej z mineralnej części gleby. *Sphagnum* podnosi wodę na wysokości bardzo nieznaczne. Pomyślność jego rozwoju zależy całkowicie od wody atmosferycznej (woda „aeralna”, w przeciwstawieniu do „tellurycznej”). Prąd wody w torfie wysokim jest w istocie rzeczy zstępujący. (Warming l. c. str. 654).

od błota trawiastego, turzycowego, przejściowego i błota mchów zielonych. W stadkach pomienionych zmniejsza się stopniowo koncentracja składników mineralnych. Z chwilą pojawienia się torfu sphagnowego obniża¹⁾ się ona na razie bardzo gwałtownie w warstwie torfu sphagnowego ułożonego bezpośrednio na warstwach torfu dawniej powstałego, stopniowo jednak ta koncentracja zaczyna wzrastać i znowu dociąga swego maximum. To maximum jest jednak o wiele mniejsze od poprzedniego. Jego cechą charakterystyczną jest trzymanie się wierzchniej rosnącej warstwy błota mchowego; zdaje się jednak, że to maximum maleje w miarę grubienia pokładów torfowych.

Zdolność bytowania Sphagnum, w warunkach żywienie się
Sphagnum. zdawałoby się tak niesprzyjających, należy przypisać jego zdolności żywienia się saprofitycznie²⁾ Williams (str. 194) wspomina o wykryciu w żywych komórkach Sphagnum enzymu proteolitycznego. W takim razie ruchy Sphagnowe należałoby odnieść do rzędu Saprofitów, to jest pobierających swe składniki mineralne z rozkładanej przez się martwej materji organicznej. Opadające na powierzchnię błota sphagnowego obumarłe cząstki roślin trawiastych, drzewiastych, krzewiastych i krzewinkowych są rozkładane, tak jak poprzednio, w błocie mchów zielonych, przez tlenowce, bakterje i grzybki pleśnie. Rosą i deszcz, opłukujące tę rozkładającą się materję organiczną, chciwie pochłaniają martwe komórki mchu, otoczone dokoła czynnemi pełnemi życia komórkami chlorophylowemi. Ten pokarm nie jest jednak wystarczający. Głównem źródłem pożywienia powinien by być mech sphagnum, lecz nie ulega on rozkładowi, jako zupełnie niedostępny dla tlenowców i beztlenowców bakteryj wobec jego kwaśnego odczynu, jako też i dla tlenowców grzybków-pleśni wobec warunków anaerobiotycznych. To też całkowite prawie pobieranie wszystkich składników pokarmowych roślin z niżej położonych starszych martwych warstw sphagnowych z pozostawieniem w nich zaledwie setnych części procentu, przy jednoczesnem powiększeniu się ich zawartości w poziomie sphagnum żywego, nie da się wytłomaczyć niczem innym, jak tylko saprofityzmem. Inne rośliny mogą bytować tylko o tyle, o ile mają nadwyzwyczajnie rozwinięty system korzeniowy nieproporcjonalny do ich nikłej postaci nadziemnej a więc brzoza karłowa — *Betula nana* L., karłowe iwy i najczęściej spotykana żurawina — *Vaccinium oxycoccus* L., bardzo charaktery-

¹⁾ Według Berscha ilość składników pokarmowych może w środku rozwiniętego torfu mszaru wysokiego wynosić do $\frac{1}{11}$ części ich zawartości w torfie łąkowym.

²⁾ Sphagnum należy do Epiphytów (Warming str. 290, 291). Mech Splachnum do Saprophytów (ibidem str. 297).

styczna dla błota tego typu. Z trawiastych (mycotrophów) zachowują się tylko te, które są w stanie wytwarzać długie pionowe kłęczka, nadążające wyrastać w górę wraz z przyrostem masy torfowej sphagnum.

Z żywiących się samodzielnie pozostają: *Agrostis alba*, *Calamagrostis epigeios* i z traw jednoletnich: *Deschampsia flexuosa*, *Poa bulbosa* var. *vivipara*, *Mibora verma* Adans. Wszystkie wymienione rośliny drobniej stopniowo i w postaci skarlałej rozmnażają się tylko sposobem wegetatywnym. Ponieważ jednak zawsze pewne, choć drobne ilości mineralnych składników pokarmowych pozostają w masie obumarłego torfu, przeto ich zapas więźnie rozsiany w coraz to grubszej masie torfowej, zmniejsza się też i ich zawartość w warstwie powierzchniowej i to do tego stopnia, że niewystarcza nawet dla tak niewymagającej rośliny, jak sphagnum. Jego wzrost jest stopniowo hamowany; zwarty kobierzec mchowy rozdziela się, łysieje, obnażając martwy torf niżej leżący. Wówczas na tych wolnych od sphagnum miejscach osiedlają się rośliny owadożerne *Pinguicula* i *Drosera* (rosiczka) potrzebujące do swego

Rośliny owadożerne.

wzrostu jedynie wody. Jednocześnie zjawiają się i wątrobowce, porosty, wodorosty i grzyby. Związują one zapewne martwe szczątki roślin owadożernych. Obnażona powierzchnia torfu nie ulega rozkładowi bakterjalnemu dla jego kwaśnego odczynu i zawartości w niem garbników. Grzybki - pleśnie natrafiają na trudności spowodowane własnościami fizycznymi torfu, — grzybnia nie może wnikać w masę torfu, bo jest on przepełniony wodą, a więc nie zawiera tlenu, zaś powierzchniowy jej rozwój hamują silne wahania wilgotności i temperatury tego środowiska, brak oświetlenia i ubóstwo podścieliska. To też torf sphagnowy rozkłada się bardzo wolno i zachowuje swą włóknistą budowę. Rośliny żywiące się samodzielnie nie znajdują tu możliwych warunków bytowania, natomiast te z żywiących się przy pomocy grzybów mykotrofnych, które przetrwały pomimo skarlenia, zaczynają się rozwijać normalniej. Zjawia się w wielkiej liczbie *Eriophorum*, w zwartej masie wrzos (*Calluna vulgaris*), turzyce i storczyki, zarosła *Betula humilis* lub karłowatej brzozy (*Betula nana*), krzewinki *Vaccinium uliginosum*, *Rubus Chamaemorus* a także *Ledum palustre*, gdy mech sphagnowy schodzi na drugi plan. Rośliny powyższe rozkładają przy pomocy grzybni mycorrhizy powierzchniowe warstwy torfu i, obumierając, rozkładane przez grzybki-pleśnie wzbogacają warstwę powierzchniową w składniki pokarmowe mineralne. Wówczas znów następuje

Powrót do dawnego stanu błota sphagnum.

rozwój roślin rozwijających się samodzielnie głównie *Agrostis alba* i *Calamagrostis epigeios*. Jednocześnie i *Sphagnum* poczyną się rozwijać kosztem zwiększonych ilościowo mineralnych składni-

ków pokarmowych, dusząc powoli lecz skutecznie rośliny, które mu dostarczyły pożywienia.

Błoto sphagnowe wraca do swego stanu poprzedniego. Zamarłe rośliny zduszone przez mech pozostają w masie drobno-włóknistego jasnego torfu, jako warstewka bardziej gruboziarnista, ciemniejsza, świadcząc o przebytej ewolucji błota sphagnowego. Torf tej warstewki, jako zasobniejszy w składniki pokarmowe i niekwaśny, rozkłada się łatwiej od sphagnowego.

Nowy rozwój mchów sphagnowych trwa krócej od pierwszego, bo wobec mniejszej ilości rozporządzalnych składników pokarmowych i grubości narastającej warstwy torfowców jest mniejsza, natomiast zawartość w tej warstwie resztek drzewiastych i trawiastych jest większa, bo torf tłumi mniej intensywnie ich rozwój. To też drugi okres narastania torfu ma przebieg łagodniejszy aniżeli ewolucja pierwszej zmiany roślinności i wymaga więcej czasu do zupełnego przegrupowania składu zbiorowiska roślinnego. Dłuższy okres przejściowego panowania porostów sprzyja powstaniu nowej roślinności, a mianowicie sosny błotnej. Jej siewki niegłuszone przez inną roślinność rozwijają w miejscach zajętych przez porosty swój potężny system korzeniowy, nieodpowiedni na oko do ich postaci nadziemnej. Sosna błotna przez ocienienie tłumi wzrost innych roślin. Pod jej przykryciem powierzchowne warstwy gleby wzbogacają się w składniki pokarmowe. System korzeniowy sosny zaopatrzony w mycorrhizę rozwija się potężnie w ubogim środowisku torfowem, skrętnie zbierając niezbędne składniki pokarmowe. Przyrost roczny sosny błotnej jest bardzo mały, co nadaje jej zwartą, cenną drobnokomórkową budowę. W miarę wzrostu las rzadnieje a wówczas znów szybko rozwija się na igłach i resztkach gałęzi mech sphagnowy i dławi sosnę błotną. Jej korzenie zaginają się ku górze coraz bardziej, aby ich mech nie zadusił. Nie może za nimi podążyć pień drzewa, wobec czego ginie prędzej czy później. Wiatr łamie suche osobniki i cały las staje się rumowiskiem drzewnem. Pnie mają nieraz postać prawidłowo zaostrzoną, ponieważ rozkład ich hamuje od dołu mech sphagnowy, stwarzając warunki anaerobiotyczne, gdy wyżej niszczą je grzybiopieśnie (aeroby). Ścienione drzewo łamie wiatr a narastający mech grzebie pień zaostrowany i złamany wierzchołek.

Gdy mech zapanuje ostatecznie, poczyną się rozwój błota, jak gdyby od początku. Po błocie sosnowym pozostaje tylko poziom pni i zwałów leśnych, przechowujących się w warstwie torfu w warunkach beztlenowych przez całe wieki. Nad ciemnym, bo nieco rozłożonym, torfem leśnym znów tworzy się jasny torf mchowy sphagnowy z podrzędnymi warstewkami

ciemniejszego gruboziarnistego torfu okresów przejściowych, a potem, po wielu nieraz dziesiątkach takich warstw i warstewek podrzędnych, znowu zjawia się szersza ciemna warstwa torfu leśnego z zaostroszonymi pniami i zwałami gałęzi. Takich poziomów z pniami sosnowymi bywa po kilka w torfowiskach głębszych (ob. ryc. 7). Im wyższy poziom tem pnie są mniejsze, bo nowe pokolenia sosny błotnej karleją. Stopniowo mech sphagnowy rzednie coraz bardziej, porosty zaczynają stale pano-



Ryc. 7. Profil starego torfu wysokiego. Na dnie stożkowato zaostroszone pnie dawnego lasu, nad nimi (ciemny) dolny i (jaśniejszy) górny torf sphagnowy. (Podług C. A. Weber'a). (Warming str. 655).

wać na jego łysinach. Błoto mchowe przechodzi w okres zaniku.

Proces darniowy błotny daje taką różnorodność warstw i ich budowy, że rezultatu jego kształtowań niepodobna sprowadzić do jednego schematu, jak to zrobiliśmy poprzednio.

c) Roślinność stepowa.

Trawiasta roślinność stepowa różni się od darniowej brakiem darni zwartej i jednolitej. Między poszczególnymi roślinami widać w stepie wyraźnie przebijającą ziemię. Przyczyny szukać należy w przerwie letniej rozwoju roślin spowodowanej brakiem wody. Rośliny rosną rzadko, bo na większą ich ilość nie starczy wody. Okres wegetacyjny roślinności stepowej kończy się na początku lata lub w jego pierwszej połowie. Słońce wypala step, wiatr rozwiewa szczątki obumarłych roślin a na powierzchnię występują wyraźnie jasne gleby stepowe,

pozbawione większych ilości próchnicy i niezdolne do jej nagromadzenia. Jestto chwila minimum wilgotności i maximum przewietrzania. W tych warunkach korzenie roślin, które zachowały część swej wody wegietyacyjnej, ulegają nader szybkiemu rozkładowi przez bakterje tlenowce. Wkrótce gleba zawiera jedynie ślady szczątków podziemnych obumarłych roślin a na jej powierzchni wiatr przewiewa z miejsca na miejsce ich zwiędłe, zeschnięte szczątki nadziemne. Produkt tlenowcowego rozkładu roślin — kwas huminowy ulega zubożeniu przez powstający jednocześnie amoniak, ten ostatni nitryfikuje się, tworząc się kwas azotowy zostaje zubożony przez węglan wapniowy gleby a zdenaturowaną obojętną huminę rozkładają tlenowce na CO_2 , H_2O i HNO_3 . Tak butwieją doszczętnie wszystkie drobne korzonki, pozostają te tylko grube części kłączy, korzeni i łodyg, które, leżąc na lub blisko powierzchni gleby, zdążyły wyschnąć przed chwilą rozkładu ostatecznego.

Przerwa
letnia wege-
tacji.

Dzięki tej prostocie cyklów rozwoju rośliny i jej rozkładu skała macierzysta gleby stepowej jest przejęta mnóstwem splotów, obecnie pustych, rurczek, pozostałych po korzeniach roślin. Trwałość tych rurczek nadaje glebie równie trwałą budowę porowatą. Ziemia otaczająca korzenie i przez nie utłoczona wsysa chciwie roztwory soli powstające z całkowitego rozkładu tych korzeni i ulega ona zcementowaniu przez najtrudniej z nich rozpuszczalne węglan wapniowy i siarczan wapniowy. Rozpuszcza je woda deszczowa zawierająca dwutlenek węgla ale tylko w warstwach powierzchniowych gleby, bowiem z głębszych przeszkadza ługowaniu tych soli przez wodę jej stopniowe nasycanie się niemi właśnie. Susza następująca po deszczach okresowych (perjodycznych) lub sporadycznych wywołuje włoskowaty wstępujący prąd wody podsiąkającej nasyconej kwaśnym węglanem wapnia i siarczanem wapnia, które po wyparowaniu wody znów ulegają straceniu w warstwach powierzchniowych gleby. Stąd cechami gleb stepowych są: 1) brak jakiegokolwiek stałej dla wszystkich gleb stepowych budowy poziomu powierzchniowego gleby bądź znajdującego się w stanie luźnego rozpylenia z domieszką również pyłowych węglanów i siarczanów wapnia, bądź też przechodzącego pod działaniem wody deszczowej i spływającej w stan drobnego warstwowania, bądź też zbijającego się w twardą bezpostaciową skorupę; 2) obecność pod poziomem pozbawionym budowy poziomu cementacji przesytego mnóstwem rurek korzeniowych, bądź wypełnionych, bądź inkrustowanych węglanem i siarczanem wapniowym. Taka budowa wywołuje rozdział wody w glebie na dwa poziomy zupełnie od siebie niezależne: jeden w poziomach wyższych gleby, drugi w niższych.

Cechy gleb
stepowych.

Gleba gruzelkowata. W glebie posiadającej budowę gruzłową woda z łatwością przesącza się między gruzelkami pod wpływem siły ciężkości lub ciśnienia hydrostatycznego (w okresie wiosennego topnienia śniegów). Wówczas, stykając się z powierzchnią każdego pozbawionego budowy a więc włoskowatego gruzła, przepaja go wilgocią i w ten sposób przesiąka i rozchodzi się równomiernie po całej warstwie gleby. Zjawiska włoskowatego wysysania wody przez gruzelki sprzyjają zarazem i krążeniu powietrza. Taka gleba magazynuje wodę. Jej zbyt niemu przesiąkaniu w głąb zapobiegają włoskowate własności gruzelków i kanaliki słabo włoskowate lub niewłoskowate, rozdzielające gruzelki. Woda nie przesiąka całą warstwą włoskowatą, lecz sączy się siateczką cienkich strug. Jej parowanie utrudnia gruzłową budowę. Tylko gruzelki powierzchniowe wysychają bardzo szybko, ale zato przerywają wszelką łączność z włoskowatą siatką rurek poziomów niższych, co udaremnia podsiąkanie wody, a więc powstawanie jej prądów wstępujących. Przerwy między gruzelkami także utrudniają poważnie podsiąkanie wody. Jednym słowem budowa gruzelkowata jest najidealniejszą budową gleby zapewniającą dobry urodzaj przez magazynowanie wody, jej dobre krążenie i przewiewność gleby. Woda wsiąkająca w taką glebę bardzo szybko przechodzi w stan nieruchomości — wessana w gruzelki, jak w gąbkę. Gleba przemaka do głębi i nasycza się wodą, która w okresie wegetacyjnym nie może odpłynąć do podłoża bezpostaciowej skały macierzystej gleby. Woda zawarta w glebie gruzelkowej może być zużyta jedynie przez rośliny bytujące w glebie. To też takie gleby mogą dostarczyć roślinom dostateczne ilości wody od wczesnej wiosny do późnej jesieni.

Gleba niegruzelkowata. Zupełnie inaczej zachowuje się gleba nie posiadająca budowy gruzelkowej. Pozbawiona łączności ziarn niezgruzłona powierzchnia takiej gleby tworzy jednolitą sieć przestworków wyłącznie włoskowatych. Woda może się w niej poruszać jedynie pod działaniem włoskowatości. To też pierwsze krople deszczu są bardzo chciwie pochłaniane przez glebę, ale po zapelnieniu powierzchniowych rurek włoskowatych dalszy ruch wody odbywa się według praw ruchu równomiernie opóźnionego. Każda nowa wsiąkająca kropla przeszkadza wsiąknąć innej. To też prędzej czy później na powierzchni takiej gleby musi się nagromadzić warstwa oiekłej wody spływającej po pochyłościach, zmieniającej się podczas ulew w deluwjalne potoki i jako takie rozmywającej bardzo silnie gleby stepowe, wskutek czego powstają wąwozy, tak charakterystyczne dla gleb stepowych. Oczywiście, w takich warunkach nawet bardzo

duże opady mogą tylko w nieznacznej części przesiąknąć w głąb gleby, reszta spływa i ginie niepowrotnie dla roślin.

Niedosć na tem, bo nawet woda pochłonięta przez taką glebę nie ulega zmagazynowaniu. Po ustaniu deszczu woda wnet paruje z gleby i wobec nieprzerwanej siatki kapilarów może wyparować doszczętnie, podsiąkając prądem wstępującym ze znacznej nawet głębokości. Gleba wysycha wówczas szybko, silnie i głęboko.

Wilgotność gleby stepowej jest zjawiskiem szybko znikającym, krótkotrwałem. Głębokość krańcowa przesiąkania wody w danej glebie stepowej zależy od maximum trwania okresów deszczów jesiennych i okresu wiosennego topnienia śniegu.

Ten okres deszczów jesiennych w warunkach klimatu stepowego ulega częstym przerwom, okres wiosenny topnienia śniegu odznacza się krótkością, dzięki szybkości jego przebiegu, to też gleba stepowa nie przemaka bardzo głęboko i jej pewne poziomy zawierają pewną, stałą, niewielką, niezmienną ilość wilgoci. Na tę ilość wpływa cecha rozwoju roślinności stepowej polegająca na jej „wypalaniu“ przez słońce w początku lata, gdy się wyczerpie produkcyjna ilość wody w glebie. Tlenowce mineralizują wówczas doszczętnie resztki organiczne roślin. Z nich nawet stosunkowo trudno rozpuszczalne węglany, siarczany i fosforany wapniowe w temperaturze letniej dość łatwo rozpuszcza woda deszczowa, lecz szybko się niemi nasycą (ob. na str. 61) i już nasycona przesiąka w głąb ziemi prądem zstępującym. Stykając się z warstwami chłodniejszymi poziomów niższych gleby, woda wydziela część soli pomienionych, pod postacią osadów.

Kiedy pod wpływem wysychania powierzchni gleby stepowej prąd zstępujący ulega przerwie i zmienia swój kierunek na wstępujący, wówczas sole wylugowane i wydzielone pod postacią osadu ulegają losom rozmaitym. Chłodna woda poziomów głębszych gleby zawiera znacznie większe ilości dwutlenku węgla ¹⁾ a więc rozpuszcza ona lepiej węglan i fosforany wapnia aniżeli woda, która je wylugowała. Rozpuszczalność siarczany wapnia nie ulega zmianie w warunkach pomienionych.

To też wstępujący prąd wody rozpuszcza i wynosi na powierzchnię cały fosforan wapniowy ²⁾, znaczną część węglanu wapnia, lecz pozostawia prawie bez zmiany wydzielony poprzednio siarczan wapniowy.

¹⁾ Powiększenie się rozpuszczalności CO₂ w wodzie zależy od niższej t⁰ i zwiększenia się ciśnienia parcjalnego CO₂ w głębszych warstwach gleby.

²⁾ Częściowo i dla tego, że znajduje się on w tym roztworze w minimum, wobec wogóle mniejszej jego zawartości w glebie (ma mniejsze miano).

Wobec wielokrotności powtórzeń procesów ługowania i podsiąkania, na pewnej głębokości gleby zajętej przez stepową formację roślinną, powstaje *poziom gipsowy*¹⁾, będący często jednocześnie i *poziomem węglanowym* (węglanu wapnia).

Poziom gipsowy może się składać z czystego gipsu i dochodzić do 20 ctm. grubości lub tworzyć 30 cmtr. druzy (szczotki) kryształów gipsu.

Poziom gipsowy, niezależnie od postaci w jakiej występuje, jest zawsze nieprzepuszczalny dla wody. Drobną bezpostaciową proszek gipsowy zapełnia przestwórki między częściami skały macierzystej gleby, wobec czego staje się ona nieprzepuszczalna dla wody.

To też woda gleby dzieli się wówczas na dwa niezależne poziomy, leżące jeden nad a drugi pod poziomem gipsowym. Nieraz też bogate wody gruntowe, znajdujące się dość często w terenach pokrytych roślinnością stepową, nie wpływają zupełnie na regulację stosunków wodnych poziomów gleby leżących ponad poziomem gipsowym, niezależnie od głębokości znajdowania się wód gruntowych²⁾.

Wprawdzie obecność w glebie luźnej warstwy gipsu krystalicznego (w poziomie gipsowym) pozwala na przesiąkanie zstępującego prądu wody poniżej tego poziomu, ale, ponieważ nie posiada on własności włoskowatych, nie dopuszcza do warstw po nad nim leżących prądu wodu wstępującego, a więc uniemożliwia podnoszenie się wody gruntowej przez podsiąkanie i jej przenoszenie do warstw powierzchniowych gleby.

Prócz soli powyższych podczas mineralizacji materji organicznej przez tlenowce uwalniają się w glebach stepowych i inne składniki pokarmowe pod postacią chlorku sodowego, siarczanu sodowego, chlorku potasowego, azotanów a także soli magnezu, żelaza, manganu i kwasu krzemowego.

Chlorki, siarczany, azotany alkaliczne.

¹⁾ W Algierze, w glebie w pobliżu stacji kolejowej Lambliridi (Fontaine des Gazelles) sole węglanu wapnia i gipsu leżą w poziomach następujących:

Głębokość od powierzchni	H ₂ O hygroskopijna (wilgoć)	CO ₂	SO ₃	Próchnica	Strata przy żarzeniu
0—0,5 cm.	2,50%	14,17	—	1,69%	4,37%
0,5—3	2,32%	18,53	3%	—	—
4—10	3,19	14,53	—	—	—
15—20	3,76	9,25	—	—	—
25—35	3,80	18,65	—	—	—
45—50	3,72	22,27	4%	—	—
65—75	14,79	11,28	20%	—	—

³⁾ Ciekawe są paradoksalne zjawiska istnienia pustyni bezwodnej bezpośrednio nad prawie nieograniczenie wielką ilością wody słodkiej w warstwie gruntowej na głębokości 1,5—2 metrów.

GLEBA SŁONA CZARNOZIEMNA Z GUB. SARATOWSKIEJ.
(Dimo. Podupustynnyja obraz. juga Carlicynskiego ujezda. Saratow. 1907).

Głębokość w cm. i poziom	Ilość ogólna ekwadentów rozpuszczalnych	Strata przy wyzarzeniu	Ilość rozpusz- czalnych ekwad- entów minerału	Cl	CO ₂	SO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Barwa i odczyn (próba laskusowa)
A ₁ — 1—4 .	0,0912	0,0369	0,0542	0,0017	0,0041	0,0170	0,0052	0,0046	0,0043	0,0067	0,0040	0,0036	0,0154	Prawie obojętny, z lekkim odcieniem al- kaliczn., zioc.-żółta.
A ₂ — 4—7 .	0,1235	0,0617	0,0618	0,0008	0,0055	0,0195	0,0056	0,0073	0,0054	0,0049	0,0016	0,0053	0,0300	Odczyn taki sam; brunatno-żółta, jak mocna herbata.
B ₁ — 7—13 .	0,3668	0,1574	0,2094	0,0024	0,0026	0,0531	0,0073	0,0043	0,0049	0,0056	0,0052	0,0071	0,0740	Odczyn taki sam; ciemno-kawowa, pół przezroczysta.
B ₂ — 15—22 .	0,6456	0,1932	0,4526	0,0013	0,0067	0,2362	0,0084	0,0036	0,0021	0,0073	0,0063	0,0021	0,2010	To samo tylko cie- mniejsza.
B ₃ — 29—35 .	2,8085	0,2284	2,5801	0,0004	0,0067	1,5459	0,0009	0,0011	0,0009	0,3104	0,1184	0,0166	0,7235	Lekko alkaliczny, barwazlocisto-żółta.
B ₄ — 42—50 .	1,0478	0,0582	0,9896	0,0006	0,0353	0,5275	0,0112	0,0003	0,0015	0,0059	0,0195	0,0131	0,4078	Odczyn wybitnie al- kaliczny.
C— 55—60 .	0,8540	0,0316	0,8224	0,0005	0,0341	0,4307	0,0026	—	ślad	0,0057	0,0042	0,0636	0,3056	Barwa blade żółta, prawie bezbarwna.
C— 75—80 .	0,5408	0,0180	0,5228	0,0009	0,0491	0,2359	0,0026	0,0009	0,0013	0,0035	0,0017	0,0134	0,2256	
C— 125—130 .	0,1754	0,0170	0,1594	ślad	0,0523	0,0180	0,0016	0,0007	0,0008	0,0010	0,0006	0,0043	0,0840	

Wobec rozdziału wód gruntowych i powierzchniowych działają one na glebę jedynie w poziomach panowania wód atmosferycznych. Dzięki ruchom wody włoskowatej przesuwały się one z poziomu do poziomu w warstwach leżących ponad poziomem gipsowym. Wspomniane już raz wody deluwjalne, spływające po glebach stepowych pozbawionych budowy, zmywają sole rozpuszczalne, występujące na powierzchnię wraz z prądem wstępującym wody i znoszą je do zakłębnień wraz z drobniejszymi cząsteczkami, gleb wyżej położonych, które sortują. To też najsilniej są wylugowane z soli gleby w miejscach wyżej położonych w porównaniu ze stokami i zakłębnięciami.

Te ostatnie zwłaszcza łatwo ulegają *zasoleniu*, przy którym prądy wody wstępującej sprzyjają powstawaniu *wykwitów soli* a nawet *skorup solnych* w miejscach bardziej niskich. Sole podsiąkające i wykwitające na powierzchnię gleb stepowych mogą być rozwiewane przez wiatr trudniej lub łatwiej, zależnie od postaci swego występowania.

Najtrudniej podlega wywianiu chlorek sodowy wykwitający na powierzchnię gleby wyłącznie prawie pod postacią krystaliczną, lub czasem pod postacią skorup. Siarczan sodu ściągający się w cienkie igły łatwiej podlega wywiewaniu.

Ługowaniu łatwo rozpuszczalnych soli potasowych, fosforowych i azotowych, zapobiegają przez ich pobieranie rośliny stepowe, jednak proces ługowania przeważa i w rezultacie końcowym daje się zauważyć zubożenie gleb stepowych w związki fosforu i potasu.

Takie naturalne warunki glebotwórcze gleb stepowych są przyczynowo związane z występowaniem trzech podstawowych grup roślin współżyjących (w symbiozie) i związanych z sobą warunkami walki o pokarmowe składniki mineralne, ciągle narażone na wylugowanie drogą procesów abiotycznych. W warunkach stepowych rośliny mniej urabiają glebę a bardziej od niej zależą. Za to każdej glebie w stepie odpowiada pewna zbiorowość roślinna.

Najważniejsza i podstawowa jest grupa roślin najbardziej właściwych stepom, a mianowicie *grupa roślin trawiastych, kończących całkowity okres swej wegetacji w początku lata*.

Wszystkie organy wegetatywne tych roślin po osiągnięciu pełni swego rozwoju zamierają corocznie i ulegają rozkładowi zaraz po dojrzeniu nasion i powstaniu nowych wegetatywnych organów rozmnażania. Stąd płynie taka szybka mineralizacja wszystkich składników, zawartych w wytworzonej przez nie materji organicznej pod wpływem działalności bakteryj tlenowców. Powstające łatwo rozpuszczalne w wodzie (z CO_2) związki soli

mineralnych są bardzo ruchliwe i narażone na stopniowe powolne i nieuchronne wylugowanie drogą abiotyczną.

Jak widzimy, wyłączna hodowla roślin uprawnych jednoletnich musi doprowadzić do zubożenia kraju, w którym jest stosowana.

Dążenie roślin do zużytkowania składników pokarmowych, pochodzących z rozkładu poprzedzającego je pokolenia, wyraża się najdobitniej w przewodzie roślin ozimych, rozpoczynających swą wegiację podczas drugiego, Rośliny
ozime. jesiennego maximum wilgotności. Zużywają one wilgoć jesienną na przygotowanie zapasów pokarmowych i zimującego listowia. Daje to im możliwość szybszego, całkowitszego i lepszego zużytkowania wilgoci wiosennej, aniżeli by mogły tego dokazać, rozwijając się na wiosnę z nasienia. Zapobiegają one wylugowywaniu jesiennemu składników pokarmowych z gleby. Drugą część składników pokarmowych pobierają te krótkowieczne rośliny stepowe, które kończą swój cykl całkowitego rozwoju (aż do samego dojrzewania nowych nasion) podczas krótkiego okresu stepowej wiosny oraz te wieloletnie rośliny trawiaste, które rozwijają, częściowo nawet pod śniegiem, swe młode organy wegiatywne i reproduktywne z cebul, kłaczy i bulw. Niemniej jednak część mineralnych składników pokarmowych i tak ulega wypłukaniu.

One to, wraz z solami nie odgrywającymi zasadniczej roli przy tworzeniu materji organicznej, dają początek *glebom słonym*.

Ta reszta mineralnych składników pokarmowych sprzyja rozwojowi innych podstawowych zbiorowisk roślin stepowych — a mianowicie wieloletnich stepowych krzewinkowych i roślin halofitów. Krzewinkowe
rośliny i halo-
fity.

W przeciwieństwie do poprzednio wspomnianych mają one długi okres wegiacji od wiosny do jesieni.

Części nadziemne tych roślin składają się z krótkiej nadziemnej łodygi, na której rozwija się krzak jednoletnich pędów kwitnących i owocujących, a ulegających szybkim rozkładowi aerobowemu za nadejściem cieplej wilgotnej wiosny. Najwybitniejsza przedstawicielka tej grupy roślin jest bylica nprz. biała bylica *Artemisia maritima* L., a prócz niej motylkowe *Caragana*, *Alhagi Camelorum*¹⁾, *Glycyrrhiza*, *Astragalus*. Ich korzenie sięgają nadzwyczaj głęboko, bo kilka metrów i głębiej. Tem tylko można objaśnić ich zdolność wegiowania podczas suszy letniej. Długie korzenie roślin

¹⁾ Wśród tych roślin zjawiają się też *Xanthium spinosum* i *Eryngium Campestre*. W Ameryce północnej *Artemisia tridentata* pomieszana z *Atriplex confertifolia*, *A. canescens*, *Artem. spinescens*, *Kochia prostrata*, *Eurotia lanata* i t. p. W Kaplandzie w Afryce południowej rośliny należące do złożonych *Heichrysum*, *Senecio*, *Berkhaya Euryops*, *Penzia* i *Gazania*.

grupy pomienionej rozrastają się silnie w warstwach gleby leżących pod poziomem gipsowym i pobierają wodę gruntową. Rozwijają one co prawda corocznie cienkie korzenie w najbardziej powierzchniowych warstwach gleby, lecz żywią się głównie składnikami mineralnymi, pobieranymi z wody gruntowej, chociażby tylko w okresie, w którym woda powierzchniowych poziomów gleby jest nie do pobrania dla roślin, co trwa przez dłuższy czas ich wegetacji. Jak widać, rośliny bylicowe są jak gdyby łącznikami między powierzchniowymi poziomami gleby i głęboko położonym poziomem wód gruntowych, bez względu na rozdział ich dziedzin wodnych.

Bylice pobierają składniki pokarmowe z poziomów głębszych (leżących pod poziomem gipsowym) i przenoszą je do naziomu i powierzchniowego poziomu gleby, wzbogacając te ostatnie w sole mineralne—produkty tlenowcowego rozkładu roślin bylicowych.

Te składniki pokarmowe „wędrują” wraz z innymi w poziomach powierzchniowych gleby ku zakłębnięciom i kotlinom, wytwarzając gleby słone. Wędrówka soli mineralnych jest jedną z charakterystycznych cech gleb stepowych. Poziom gipsowy rozdzielający wodę gleby na dwie dziedziny pozbawione łączności i powodujący przenoszenie przez rośliny składników pokarmowych z wód wgłębszych do warstw powierzchniowych gleby, „wysładza” i „zmiękcza” wody wgłębne, a że otrzymują one wodę atmosferyczną częstokroć w miejscowościach bardzo daleko położonych od stepów, przeto „zasolenie”

Wędrówka soli pokarmowych w glebie stepowej.

Zasolenie i odsalanie. kotlin stepowych odbywa się kosztem (wysłodzenia) „odsolenia” innych terytorjów glebowych. Tak powstają w kotlinach i obniżeniach terenowych (szoty w depresjach) *gleby słone*, zwane przez Rosjan „sołoncy”.

W związku z temi glebami znajdują się halofity czyli rośliny solankowe zarówno jednoletnie, jak i dwuletnie. Jednoletnie rośliny solankowe żywią się samodzielnie składnikami mineralnymi, wywiązane przez tlenowcowe procesy rozkładu szczątków roślin trawiastych. To żywienie się utrudnia im zbytne stężenie w glebie, niepobieranych specjalnie przez rośliny soli mineralnych¹⁾, bowiem takie gleby stają się „fiz-

¹⁾ Najczęściej daje się zauważyć panowanie trzech soli: NaCl, Na₂SO₄, Na₂CO₃ (i NaHCO₃). Dwie pierwsze są współzawodnikami trzeciej (antagonizm soli): gdzie znajduje się wiele sody, tam jest mało lub niema wcale siarczanu i chlorku sodu i naodwrot. Amerykanie dzielą ziemie słone na *białe ziemie słone* (White Alkali Soil) zawierające: Na Cl, Na₂ SO₄, Ca Cl₂, MgCl₂, a czasem borany i azotany i *czarne ziemie słone* (Black Alkali Soil), gdzie głównie panuje sód (Hilgard Origin, value and reclamation of alkali lands. Yearbook of the U. S. Depart. of Agric. 1895, 103).

jologicznie suche“ przez nadmierną koncentrację tych soli. Bez względu na nadzwyczajną zasobność tych gleb w mineralne składniki pokarmowe i to pod utlenioną postacią przyswajalną, do tego stopnia, że nieraz takie gleby bywają używane jako nawozy pomocnicze,—bez względu na ich wilgotność w okresach wiosennym i wczesnym letnim a także na sprzyjające w tym czasie warunki temperatury i insolacji, rośliny rosną na nich słabo i wolno, wytwarzając bardzo małe ilości materji organicznej, a przytem rozwijają się nawet i wówczas, gdy temperatura letnia, insolacja i wilgotność gleby dochodzą prawie do wartości krańcowych przy których rośliny już nie mogą rosnąć. W tym celu posiadają one różne przystosowania ochronne i specjalną budowę ułatwiającą im bytowanie w tych warunkach.

Obumierające części roślinności stepowej wysychają tak szybko, że nie mogą odrazu ulec rozkładowi pod wpływem tlenowców. Wyrwa je wiatr i znosi w kotliny i obniżenia, gdzie stają się one podstawą dla rozwoju innej grupy zbiorowisk roślin stepowych mającej wszystkie cechy roślin solankowych. Są to wieloletnie rośliny solankowe na pół drzewiaste. Rośliny powyższe mają najczęściej bardzo krótki i silnie rozkrzewiony pień, na którym rozwijają się mniej lub bardziej obficie mięsiste, czasem rozczłonkowane jednoletnie zielone łodygi—*phyllo dia*¹⁾ czasem opatrzone listkami lub kolcami. Korzenie tych roślin składają się z bardzo długich powierzchniowych lub mało zagłębionych w ziemię grubych korzeni drzewiastych, otoczonych grubą korą; korzenie te nie mają prawie wcale rozgałęzień lecz w całej rozciągłości składają się, jak gdyby z krótkich kolanek, pochylonych to w jedną to w drugą stronę pod kątem rozwartym. Z każdego takiego kąta występuje wyraźnie widzialny gołym okiem krótki, czasem rozdwojony, biały, zaokrąglony na końcu walec mycorrhizy, do którego najczęściej przylegają ściśle szczątki materji organicznej²⁾.

Mycorrhiza rozwija się najsilniej u podstawy rozgałęzionej drzewiastej łodygi i na podstawach jej krótkich gałązek, które są zawsze obficie otoczone zwartą masą przyciśniętych wiatrem do krzaku resztek materji organicznej powstałej z suchych jednoletnich pędów bylicy, z obumarłych liści traw, krzyżowych i t. p. Cała masa martwej materji organicznej, jak gdyby przyrasta dość ściśle do łodygi za pośrednictwem wnikaających w nie wypustek mycorrhizy.

„Duże ilości soli w glebie mają w wysokim stopniu siłę wyłączającą (obecność większości roślin). Sól sterylizuje, wywołuje „fizjologiczną suchość“ i tylko niektóre gatunki roślin, najczęściej pewnych rodzin (*Chenopodiaceae* i in.) znoszą chlorki w większej ilości“ (Warming, str. 120 wyd. 3).

¹⁾ Np. akacja australijska.

²⁾ Williams.

Jak widać z powyższego przeglądu roślinności stepowej, jej oddziaływanie na kształtowanie się gleby zależy od przewagi pewnych zbiorowisk roślinnych i od tego, jaka część powierzchni jest przez nie zajęta. Wahania są bardzo wielkie w granicach: *gleba łąkowa darniowa* z jednej strony a *skorupa pustynna* z drugiej.

Stepy czarnoziemne dziewicze pokrywa obecnie roślinność trawiasta bardzo rozmaita i bardzo silnie rozwinięta¹⁾. Cechuje ją szybki cykl rozwoju dzięki natężonej insolacji, długotrwałości insolacji, wysokiej temperaturze i stosunkowo nieznacznym ilościom wody w glebie. Przystosowanie się roślin stepowych do warunków znacznego parowania wyraża się bądź przez zmniejszenie rozmiarów liści, bądź przez ich pokrycie białymi włoskami, bądź też przez rozwinięcie systemu korzeniowego przenikającego bardzo głęboko w ziemię.

Za najcharakterystyczniejsze dla stepów czarnoziemnych uważać należy trzy trawy socjalne: *Stipa pennata*²⁾, *Festuca ovina* i *Koelleria cristata*. Rosną razem, bądź też, głównie dwie pierwsze, niepodzielnie panują na danej powierzchni. Czasem pomiędzy temi trawami widać gołą ziemię, to znów rosną wśród nich: *Adonis vernalis*, *Linum flavum*, *Salvia nutans*, *Scorzonera purpurea*, *Verbascum phoeniceum*, *Campanula sibirica*, *Trinia Heningia*, *Echium rubrum*, *Aster amellus* *Phleum Boehmeri* i t. p.

Z pośród krzaków wyróżniają się jako charakterystyczne: dzika wiśnia (*Prunus chamaecerasus*) dziki migdał (*Amygdalus nana*) i grochownik (*Caragana frutescens*). Z drzew nad rzekami, w obniżeniach na stokach północnych i t. p. widzimy rozrzucone wysepkowato laski: dębowe, klonowe, osikowe, brzoźowe, dzikiej jabłoni i t. p.

Stepy kasztanowe pokrywa prawie jednolicie: *Festuca ovina*, *Stipa capillata*, *Koelleria cristata* i czasem *Stipa Lessingiana*. Ich roślinność ma charakter przejściowy pomiędzy roślinnością trawiastą a pustynną³⁾.

Bohdan i Keller charakteryzują je: pierwszy, jako formację stepu bylicowo-artemizjowo-festukową, drugi—jako festukowo-pyretrową. Najtypowsze rośliny gleb brunatno-kasztano-

¹⁾ Blasius wspomina o wywiezieniu przezeń ze stepów Połtawskich konopi wysokości 20 stóp (około 6 mtr.), a koniczyna, lucerna i esparceta miały osiągać 12 stóp (około 3,5) wysokości. Rozmaici badacze podają, że rozwój traw dawnemi czasy pozwalał jeźdźcowi chować się całkowicie wraz z koniem w „morzu” traw stepowych.

²⁾ Osnice zwane też tyrsą a przez Rehmana piórkowatą osetnicą.

³⁾ Półpustynia czyli pustynia połowiczna ma charakter i stepu i pustyni.

wych są: *Festuca ovina* (*Festuca sulcata* Keller) a przerwy między jej kępami zajmuje roślinność bylicowa (piołunowa): *Pyrethrum achillaeifolium*, *Artemisia maritima* v. *fragrans* Willd. (Według Kellera—*Artem. marit. vel incana*); *Kochia prostrata* a pozatem: *Triticum cristatum*, *Statice gmelini*, *Linosyris villosa*. „Rośliny wyższe nie maskują gleby; w dużej ilości, choć rozrzucone, występują darnie traw (głównie *Festuca ovina*); prócz niej w znacznej ilości rośnie *Pyrethrum achillaeifolium*; często zaś w ilości większej lub mniejszej *Artemisia maritima incana*. Na powierzchni wolnej nie zajętej przez rośliny wyższe rozwijają się liszaje i wodorosty niebiesko-zielone“ (Keller).

Murgańskie i karabachskie białoziemy mają roślinność bardziej pustynną: *Glycyrrhiza glabra*, *Salsola verrucosa*, *Halostachys Caspica* a także *Tamarix Pallasii* Dest. i *Tamarix tetragina*, *Alhagi Camelorum* i t. p. i bylica (*Artemisia*). Formacje roślinne półpustynne jak i rzeźba miejscowości odznaczają się różnorodnością i znajdują się w najściślejszym związku z całokształtem gleb półpustynnych. Najcharakterystyczniejszą cechą tej roślinności jest ubóstwo form roślinnych i rzadkie ich rozmieszczenie występujące tem wyraźniej, im więcej gleba obfituje w sole rozpuszczalne. Tylko na wiosnę w okresie dostatecznej wilgoci step półpustynny pokrywają trawy, w lecie w porze suchej, tylko zagłębienia i kotlinkowate obniżenia gruntu zielenią roślinnością na tle żółtawej spalonej powierzchni stepowej. Poszczególne miejscowości półpustynne w różnych częściach świata przedstawiają się odmiennie jakościowo i ilościowo, co do składu swej roślinności, są to jednak różnice nie wpływające na ogólny charakter zasadniczy flory pustynnej.

Łlatoziemy
i ich roślin-
ność.

Główni przedstawiciele flory słonych gleb słupowych (carycyńskich—Keller) są: *Camphorosma Ruthenicum*, *C. monspeliacum*, *Artemisia pauciflora*, *Kochia prostrata*, *Pyrethrum Achillaeifolium*, *Triticum cristatum*. „Kępki ciemnej aksamitnej zieleności przyziemnego podkrzewu“ kamforosmy, „na początku lata robią wrażenie klombu sztucznie posadzonego. Zazwyczaj krzaki są rozrzucone w pewnym oddaleniu od siebie. Na wiosnę i w jesieni pomiędzy krzakami rozwijają się liszaje. Lecz i niższe rośliny (a są i wodorosty *Nostoc*) nie zakrywają gleby“ (Keller).

Gleby słone
słupowe.

Istnieje cały szereg przejściowych zbiorowisk roślinnych od flory trawiasto (łąkowo)-stepowej do Camphorosmowej i bylicowej. Te stopnie przejściowe są właściwe glebom mającym odpowiedni charakter przejściowy przytem naogół zmiany w roślinności przebiegają równoległe do zmian w glebach.

„Postacią roślinną panującą na czarnoziemnych słonych glebach słupowych jest *Festuca ovina*, wśród której rośnie *Artemisia maritima*, *Statice gmelini* i *Plantago maritima*. Tam jednak, gdzie na ich powierzchnię występuje cienka białawo-szara skorupka krzemionkowa, roślinność jest bardzo słaba, której przedstawicielką *Atropis festucaformis* rośnie oddzielnymi mizernymi kępkami¹⁾).

Roślinność gleb słonych piaszczystych, łączą w sobie przedstawicieli flory piasków, roślin czarnoziemnych stepowych i bylicowo-stepowych. Na czysto piaszkowych wzgórzach rosną rośliny nieliczne. z nich najcharakterystyczniejsza: wydmuchrzyca *Elymus sabulosus*, potem *Euphorbia Gerardiana et virgata* a także *Triticum cristatum*²⁾).

Roślinność mokrych gleb słonych różni się od roślinności gleb słonych słupowych głównie tworzeniem mięsistych liści i mniejszą procentowością roślin okrytych włoskami. Roślinność jest tem uboższa, im więcej soli zawiera gleba; gdzie soli mniej, tam występuje więcej form typu błotnego. Główne rośliny gleb słonych mokrych są: *Salicornia herbacea*, *Salsola*, *soda*, *Suaeda maritima*, *Obione pedunculata* i *Ob. verrucifera*, *Opaiston monandrum*, *Crypsis aculeata*, *Halocnemum maritimum*, *Plantago maritima*, *Artemisia maritima salina* i inne.

Roślinność gleb stepowych biellicokształtnych składa się z form błotnych: *Scirpus*, *Alisma*, *Thypha* i t. p., jeśli gleba długo od wiosny jest wilgotna. Najczęściej jednak wysycha ona dość szybko i wówczas albo jest pozbawiona roślinności zupełnie, lub też w razie obecności wilgoci w glebie porasta jednoletnimi chwastami⁴⁾).

Przy 400—500-m opadów atmosferycznych w klimacie umiarkowanym gleby mają charakter półwilgotny. Są to gleby Sawan-czarnoziemy; występują one w Europie: w okolicach gór Harcu, w Saksonji, w Galicji, głównie zaś na Węgrzech, a w szczególności w Rosji. W krajach podzwrotnikowych Sawany Afryki wschodniej i Ljanosy nad Orinoko, są to także czarnoziemy. Cechą szczególną czarnoziemu jest jego wysoka zasobność w zgrużloną skoagn-

1) Keller. Trudy Obszcz. Jesties twoisp. pri. Imp. Kazan, Uniw. T XXXVII wyp. 1. 1903 r. 121—131.

2) Dimo.

3) Bohdan.

4) Bohdan.

Kształtowanie się gleb czarnoziemnych z punktu widzenia chemii koloidalnej.

gulowaną próchnicę a jednocześnie w glinę. Występują w nim w dużej ilości „sole wymienne zeolitowe“ obok próchnicy.

Z punktu widzenia chemii koloidalnej powstawanie tych gleb można sobie wyobrazić w sposób następujący.

Przedewszystkiem¹⁾ działa zawsze hydroliza wody, która zasady przeobraża w wodorotlenki a więc $\text{Na}(\text{OH})$, $\text{K}(\text{OH})$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ i t. d. potem zaś w postaci „sol'u“ koloidalny wodorotlenek glinowy $[\text{Al}(\text{OH})_2]^+$ i koloidalny wodorotlenek żelazowy $[\text{Fe}(\text{OH})_2]^+$. Jednocześnie powstaje koloidalny kwas krzemowy $[\text{kwas krzemowy}]^-$ pod postacią „sol'u“. Te rozkłady przebiegają w obecności obfitości próchnicy, która, w warunkach względnie dobrej zawartości soli w warstwie wietrzejącej, powstaje z bogatej roślinności. Próchnica absorbuje zasady i przybiera postać grubego rozproszenia, przechodzą w stan zgrużony próchnicy absorbcyjnie nasyconej. W tej postaci nie może ona działać ochronnie.

Jej rozkład przebiega względnie wolno, ponieważ przedewszystkiem w lecie w sprzyjającej, wysokiej temperaturze brakuje dostatecznej ilości wody dla jej rozkładu przez drobnoustroje. Próchnica nagromadza się silnie w ciągu wieków. Zasady powstające podczas wietrzenia podlegają przedewszystkiem absorpcji przez próchnicę, która dzięki temu zgruża się (koaguluje); rozdrobnienia koloidalne $[\text{Al}(\text{OH})_2]^+$ i $[\text{Fe}(\text{OH})_2]^+$ z jednej strony i $[\text{kwas krzemowy}]^-$ z drugiej wzajemnie się zgrużają i tworzą „wymienne sole zeolitowe“, które, po rozłożeniu się próchnicy, ze swej strony nasycają się zasadami i wykazują reakcje wymienne. Wobec tego mamy gleby, które dzięki swej próchnicy, znajdującej się w dogodnej postaci fizycznej grubego rozproszenia, mają względnie dobre własności fizyczne i w których, wskutek znacznej w nich zawartości „wymiennych soli zeolitowych“ — gliny, są nagromadzone składniki pokarmowe i drogą mineralną, a przeto i ich własności chemiczne są dobre. Zsigmond zupełnie zupełnie trafnie nazywa „wymienne sole zeolitowe“, komorami składników pokarmowych¹⁾. To też czarnoziemy są wspaniałymi ziemiemi; ich urodzajność hamuje i zmniejsza tylko ich klimat względnie nie sprzyjający, który jednak był powodem ich powstania. Jest rzeczą zastanawiającą powstawanie czarnoziem przeważnie na lössach. Wraz ze zwiększającą się ilością opadów musiał powstać napółwilgotny czarnoziem na napółsuchym lössie i nawet dziś przepuszczalny pył lössowy nadaje czarnoziemowi suchsze własności aniżeli by to wypadło ze względu na ilość opadów.

¹⁾ Ramann. Ueber den Einfluss der Hydrolyse bei der Vervitterung Bodenkunde, 1911 str. 24 i 37.

¹⁾ A. v. Zsigmond Austauschzeolithe als Nährstoffkammer. Int. Mitth. für Bodenkunde s. 171. 1915.

Gleby napół suche i suche. Przy 200—400 mm. opadów rocznych występują stępy nie czarnoziemne lecz lössowe. Nawiewane z pustyni cząsteczki układały się jako materiał mało zwietrzały chemicznie i malej uległy zmianie w warunkach klimatu połowicznie suchego. Cząstki lössu nie rozkładają się drogą hydrolizy; wobec niepowstawania ani wodorotlenku sodowego ani kwasu krzemowego niema w nim gliny. Nie mógł też powstać drogą hydrolizy wodorotlenek żelazowy zabarwiony na czerwono. To też czysty niezmienny löss ma barwę jasno żółtą. Wrazie zmiany klimatu na wilgotniejszy z materiału lössowego niezwiertzałego powstają drogą wietrzenia $Al(OH)_3$ i kwas krzemowy, które wzajemnie się strącają, tworząc glinę. Löss degraduje się w glinę.

Jeśli opady atmosferyczne wahają się około 200 mm. rocznie wówczas w wysokiej temperaturze w chwilach dostatecznej wilgotności może się jednak odbywać hydroliza skały i wobec tego otrzymujemy wówczas roztwory elektrolitów, które tężeją, ponieważ parowanie jest tak wielkie, że nie pozwala na odpływ roztworów solnych i ich ługowanie¹⁾. Naogół różnica między glebami suchymi i wilgotnymi polega głównie na tem, że w glebach suchych koncentracja składników rozpuszczonych i rozpuszczalnych jest o wiele większa. Tę podstawową różnicę dowodnie wykazał Hilgard i ujął ją w liczby średnie wyprowadzone z 600—700 analiz gleb²⁾.

	Gleby terytorjum suchego		Gleby terytor. wilgotnego	
	w %		w %	
Ka_2O	0,67	0,21		
Na_2O	0,35	0,14		
CaO	1,43	0,13		
MgO	1,27	0,29		
Fe_2O_3	5,48	3,88		
Al_2O_3	7,41	3,66		

¹⁾ W terytorjum suchego klimatu opady atmosferyczne wyparowują po większej części z powrotem do atmosfery, w wilgotnem większa ich część odpywa wgląd gleby. Wobec tego w klimacie suchym wstępujący prąd wody wynosi składniki mineralne pochodzące ze zwietrzenia z dołu ku górze, mamy tedy dolny poziom eluwjalny (z którego wypłukują się składniki pokarmowe) i górny iluwjalny (do którego te składniki się wplukują), co wobec wzbogacania w związki żelaza daje się nieraz zauważyć po intensywności zabarwienia na czerwono wzrastającego z dołu ku górze. W klimacie mokrym naodwrot, górny poziom jest wyługowany ze związków rozpuszczalnych a więc eluwjalny, dolny w nie wzbogacony a więc iluwjalny. (Wiegner, Boden und Bodenb. r. 1921 str. 53).

Profil gleby terytorjum suchego

 Poziom iluwjalny

 Poziom eluwjalny

Profil gleby terytorjum wilgotnego

 Poziom eluwjalny

 Poziom iluwjalny

²⁾ Hilgard. Soils itd. 1914. S. 377 i Die Böden arider und Humider Länder Int. Mittheil. f. Bodenkunde 1.—415—429.

	Gleby terytorjum suchego	Gleby terytor. wilgotnego
	w %	w %
P_2O_5	0,16	0,12
SO_3	0,06	0,05
SiO_2 (rozpuszczalna)	6,71	4,04
Próchnica	1,13	1,22
N.	0,13	...

W glebach wybitnie słonych nagromadzenie się składników mineralnych jest o wiele większe, tak że powstają wykwyty. Najczęściej występują w ilościach większych siarczan sodu i magnezu; chlorek sodu nie dorównywa ich ilościom. Węglan sodowy trafia się w ilościach niewielkich lub średnich.

Podczas gdy elektrolity z silnie dodatniego kationu i silnie ujemnego anjonu reagują obojętnie i stosownie do wartości swego kationu działają silnie zgrużlająco na rozproszenie ujemne, węglan sodowy dzięki hydrolizie reaguje alkalicznie. Mamy tedy ujemne wolne OH-jony w roztworze, o których wiemy, że powiększają one dyspersję ciał rozproszonych. To też własności fizyczne gleb ubogich w sodę są różne od gleb w nią zasobnych. Gleby z Na_2SO_4 i $MgSO_4$, a także z $NaCl$ czyli białe gleby alkaliczne mają budowę ziarnistą, zawierające sodę czarne gleby alkaliczne—zbitą i (szlamowatą) madowatą. Próchnica białych gleb słonych jest w postaci zgrużłonej, próchnica czarnych gleb słonych jest w postaci wysoko rozproszonego „sol'u”. Dla ich poprawienia radzi Hilgard stosowanie gipsu, który z sodą tworzy Na_2SO_4 i $CaCO_3$. Produkty reakcji mają wówczas odczyn obojętny, następuje usunięcie szkodliwego OH-jonu powiększającego rozproszenie, to też gleba nabiera dobrych własności fizycznych oraz lepszych biologicznych i chemicznych. Wszystkie koloidalne rozproszenia (dyspersje) są zgrużłone w glebach słonych przez jony; wzajemne strącanie się koloidów jest nieprawdopodobne wobec wysokiej koncentracji elektrolitów; dyspersoidy zgrużlają się oddzielnie.

d) Roślinność pustynna.

Wedle obrazowego określenia Walthera¹⁾ pustynia to dziedzina panowania paradoksów geograficznych, bowiem „jej cechą charakterystyczną są: chmury bez deszczu, źródła bez strumieni, rzeki bez końców, jeziora bez odpływów, suche doliny i delty, bezwodne depresje, leżące poniżej poziomu morza, rozkład skał od wnętrza ku powierzchni, rośliny bez liści”. Określenie „pustynia” nie jest ściśle naukowe. Właściwie wyraża ono tylko duże przestrzenie, gdzie nie występuje życie lub gdzie to życie przejawia się bardzo słabo. Daleko właściw-

¹⁾ Walther. Das Gesetz der Wüstenbildung. 1900.

szem określeniem pustyni jest uważanie jej za teren, na którym występuje więcej gołej powierzchni ziemi, aniżeli pokrytej roślinnością. Różnice pomiędzy pustynią a półpustynią (pustynią połowiczną) są tylko ilościowe lecz nie jakościowe i ściśle nie dadzą się przeprowadzić. W pustyni panuje bądź brak składników pokarmowych, ciepła lub wody, bądź też nadmiar składników mineralnych, co szkodzi (głównie sól kuchenna) większości roślin. Co może woda, wskazują na to podziemne wody oaz i suchych dolin rzecznych „oued'ów” lub „wadi”. Rosną w nich palmy daktylowe, drzewa owocowe, trawy uprawne i inne. W pustyni rosnąć mogą gdzieśgdzie topola, tamaryszek a także wysokie trawy, jak *Phragmites* (trzcina) i *Erianthus* oraz halofity, jak *Scirpus holoschoenus*, *Sonchus maritimus* i t. p. Słusznie też Rikli i Schröter wyrażają się o pustyni, jako o terenie suchym uzależnionym od klimatu i bądź zupełnie pozbawionym roślinności, bądź zajęтым przez rosnące oddzielnie rośliny-suchorosty, podkrzewy i krzewiaste w taki sposób, że przeważa goła gleba“.

Cechą charakterystyczną roślinności pustynnej jest szybkość jej rozwoju. Flora pory deszczowej składa się przeważnie z jednoletnich traw, które szybko kwitną i owocują, aby znów wkrótce zniknąć, wydawszy nasiona dobrze zabezpieczone przed gorącem. Wiele z nich kończy swój okres wegetacji w ciągu niewielu tygodni. Jest to roślinność efemeryczna, nprz. *Odontospermum pygmaeum*. Jednoletni *Ceratocarpus arenarius* zmienia wraz z porą roku swą postać, redukując liście na kolce. Zmiany postaci idą zazwyczaj w dwu kierunkach: 1) redukcji i zabezpieczenia powierzchni od parowania (brak liści) i 2) rozwoju organów magazynujących np. wodę: niektóre gromadzą wodę „na dekady“. Niektóre z roślin wyrywa wiatr i toczy w pustyni, tak jak i na stepie (t. zw. perekotypole). Zaliczono do nich i jerychonkę (*Anastatica Hierochuntica*) podobno niesłusznie. Do litofilnych (skałolubów) roślin należy *Parmelia esculenta*, porwana przez wiatr i opadająca w wielkich ilościach (po przeniesieniu na inne terytorjum) jako „manna“.

Wszystkie rośliny pustynne raczej same są zależne od własności gleby i mało ją kształtują, bądź wskutek swej efemeryczności, bądź rozrzucenia, jako oddzielne rośliny niezdolne masowo oddziaływać na glebę.

W glebach wybitnie suchych, otrzymujących opady atmosferyczne poniżej 200 m/m. rocznie, wietrzenie chemiczne jest przeważnie bardzo nikłe, ponieważ brakuje głównego czynnika—wody, to też działanie chemiczne hydrolizy, wietrzenie chemiczne lub rozkład materji skalnej są zupełnie lub prawie zupełnie wykluczone. Są to tereny o wybitnem wietrzeniu mechanicznem. Wodorotlenek glinowy i kwas krzemowy pow-

staje drogą hydrolizy, to też w glebach pustynnych niema ani gliny (kaolinu) ani „wymennych związków podobnych do zeolitów“. Brak też i składników pokarmowych roślin. To też gleby pustynne nie są nieurodzajne jedynie wskutek braku wody. (Chociaż woda nawodniająca nadaje im wielką urodzajność, bo zaraz następuje wietrzenie chemiczne materiału przygotowanego do tego przez wietrzenie mechaniczne). Istnieją gleby pustynne w ich postaci najsłabszej, które zbliżają się w pewnym stopniu do gleb wysokich gór i gleb polarnych, ponieważ i tam także, dzięki brakowi wody pod postacią ciekłą, wietrzenie chemiczne schodzi na drugi plan, choć może nie tak całkowicie, jak w glebach pustynnych.

Ponieważ i tlenek żelazowy nie może w glebach pustynnych powstać drogą wietrzenia, przeto barwa gleb pustynnych jest najczęściej szaro żółtawa, żółtawo-biała lub śniegowo-biała ¹⁾.

Gleby czerwone występują w pustyni tylko tam, gdzie skała macierzysta ma barwę czerwoną. Próchnicy gleby pustynne nie zawierają wobec braku lub niedostatecznej roślinności.

Zestawiając panujące poglądy na kształtowanie się gleb, zaliczonych przez Glinkę do gleb ektodynamomorficznych t. zn. kształtujących się pod wpływem czynników zewnętrznych, możemy ustalić punkty następujące:

Pogląd ogólny na powstawanie gleb z punktu widzenia chemii koloidalnej.

1) Rozkład skały drogą elektrolizy jest niemożliwy w razie braku wody ciekłej. W klimacie krańcowo suchym ²⁾ powstają gleby tylko drogą kruszenia się mechanicznego skał (gleby pustynne w suchym klimacie zwrotnikowym, gleby lössowe w stepach połowicznie suchych, gleby wysokich gór i polarne w klimacie zimnym).

2) Rozkład chemiczny przejawia się przede wszystkim jako hydroliza, która wkrótce powoduje powstanie wodorotlenków zasad $K(OH)$, $Na(OH)$, $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$ i t. p. i koloidalnych rozdrobnień $[Al(OH)_3]^+$, $[Fe(OH)_3]^+$ i [kwasu krzemow.] - pod postacią „sol'u”.

3) Na przebieg możliwych wymian wtórnych pierwotnych produktów hydrolizy wpływa silnie obecność lub nieobecność i rozproszenie ewentualnie obecnej próchnicy.

4) Próchnica schodzi na plan drugi w glebach słonych suchych i połowicznie suchych, ponieważ wobec niedostatecznej ilości wody wysoka koncentracja soli mineralnych tłumi

¹⁾ Blanckenhorn. Die Farbe der Wüstenboden. Geolog. Zentral. 1909, S. 345

²⁾ Teren ma klimat suchy, jeśli mogłoby wyparować więcej wody niżeli jej przybywa w opadach; zaś klimat mokry, jeśli ilość opadów przewyższa ilość wody parującej.

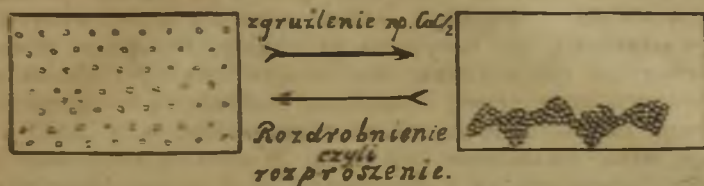
roślinność. Kationy koncentrowanych roztworów elektrolitów zgrużlają (ob. rys. 8, 9 i 10), w razie nieobecności OH — anionów, oddzielnie dispersjony, oddzielnie zaś dispersoidy. (Białe gleby alkaliczne).

W obecności działającego rozpraszająco OH — anionu, jak w glebach sodowych, powstają zbite, czarne gleby (alkaliczne) słone w stanie wysokiego rozproszenia, które jednak dla wielkiego braku wody nie mogą być ługowane wgląb.

5) Próchnicy brak w wilgotnym klimacie zwrotnikowym, ponieważ wysoka temperatura i bogate opady sprzyjają procesom biologicznym rozkładu próchnicy. Roztwory glebowe zlekką alkaliczne zawierają wielce rozcieńczone OH — i CO₂ — anjony. Utrzymują one $[Al(OH)_3]^+$ i $[Fe(OH)]^+$ w stanie grubego rozproszenia, t. j. zgrużenia, gdy odjemne dispersoidy, przedewszystkiem $[kwas\ krzemowy]^-$ i elektrolity, ulegają wypłukaniu do podłoża przez obfite opady atmosferyczne. Powstają gleby silnie wzbogacone w tlenek żelazowy i tlenek glinowy. Połączony „gel” wodorotlenku glinowego i kwasu krzemowego, (kaolin) glina, nie może powstawać podczas kształtowania się gleby tego typu. (Wilgotne gleby laterytowe i ich poddziały przejściowe — gleby czerwone w wilgotnym klimacie zwrotnikowym i podzwrotnikowym).

6) Zasobność w próchnicę wzrasta nieznacznie w warunkach dostatecznej wilgotności, natomiast wzrasta silnie w warunkach zmniejszającej się temperatury, np. w klimacie umiarkowanym, gdzie niska temperatura hamuje i zwalnia rozkład materji organicznej oraz uniemożliwia dostateczne zbutwienie szczątków roślinnych. Pierwotne produkty hydrolizy — wodorotlenki zasad, są absorbowane przez próchnicę, która, występując w ilościach nieznacznych, nasycza się absorbacyjnie i zgrużla się. Próchnica w tej postaci nie wykazuje żadnego działania ochronnego. $[Al(OH)_3]^+$ i $[Fe(OH)]^+$ z jednej strony i $[kwas\ krzemowy]^-$ z drugiej strącają się wzajemnie w postaci „sol'u” przez koloidalne zgrużlenie się i tworzą „zeolity wymienne”, które wraz z postępującym rozkładem próchnicy (uwalniającym składniki mineralne zawarte w niej, jako organiczno-mineralne) wzbogacają się w zasady i wymieniają je. Otrzymujemy glinę obok nieznacznych ilości próchnicy (wilgotne gleby brunatne). Jeśli rozkład próchnicy, przedewszystkiem w czasach optimum temperatury, ustaje wskutek niedostatku wody, jak np. w terenach sawan, to wzbogacanie się w próchnicę jest większe wobec bujnej roślinności letniej i jesiennej, lecz roztwory wietrzeniowe koncentrowane są w stanie absorbacyjnie nasycić te masy i zgrużlić. Powstaje glina obok bogatych ilości zgrużlonej próchnicy (połowicznie suche czarnoziemy).

7. Ilości próchnicy szybko wzrastają a w wielkiej ilości

SCHEMAT KOAGULACJI¹⁾ CZYLI ZGRUŻENIA.

Ryc. 8.

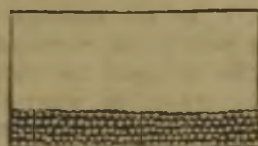
Postać „sol'u”. Częsteczki fazy rozproszonej mają ładunek — i znajdują się w ruchu molekularnym Brown'a.

Postać zgrużenia. Częsteczki elektrycznie rozbrojone. Swobodnie poruszanie się ultramikronów wykluczone.



Ryc. 9.

Częsteczki gleby, jako faza rozproszona, w wodzie, jako środowisku rozproszenia. (Szlamowanie). Analogon „Sol'u”.

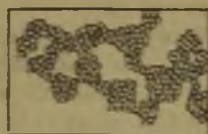


Częsteczki gleby, jako środowisko rozproszenia, z wodą wzgl. roztworem, jako fazą rozproszenia. (Gleba w stanie rozpylenia²⁾). Analogon „Gel'u”.



Zgrużenie,
Peptyzacja.

Rozproszenie,
Peptyzacja.



Ryc. 10.

„Gel” w stanie wysokiego rozproszenia z drobnymi, amikroskopijnymi lub ultramikroskopijnymi cząsteczkami pierwotnymi. Czyli „gel” zachowuje się tak samo jak „Sol”.

„Gel” w stanie grubszego rozproszenia z ewent. mikroskopijnymi cząsteczkami wtórnymi. (J. v. Bemmelen. Die Absorbition. r. 1910 i Zsigmondy. Über Gelstrukturen. Phys. Zeitsch. 14 — 1096 — 1105 r. 1913).

¹⁾ Smoluchowski wyprowadził teoretyczną formułę koagulacji nieodwracalnej a R. Zsigmondy doświadczalnie wykazał jej zgodność z rzeczywistością, badając „Sol'e” złota (R. Zsigmondy, Nachr. d. kgl. Ges. d. Wissensch. Göttingen. Mat. phys. Kl. 1917. 1—43).

²⁾ E. A. Mitscherlich. Bodenkunde 1913. 130.

przy silnem powiększeniu się wilgoci i niskiej temperaturze, ponieważ wówczas bardzo wolno przebiega rozkład próchnicy. Wodorotlenki i węglany, które powstają przedewszystkiem, nie wystarczają do nasycenia próchnicy. Próchnica pozostaje absorbcyjnie nienasycona, ma odczyn kwaśny i obniża przez ten odczyn prawidłową działalność rozkładową drobnoustrojów. Postacie nienasycone są mocno rozproszone, jako „sol” i rozwijają silną działalność ochronną. Wszystkie rozproszenia zarówno dispersiony jak i dispersoidy są wówczas chronione, zarówno w postaci ciekłej jak i stałej, od powiększenia grubości swego stanu rozproszenia. Mogą one podczas znacznych opadów atmosferycznych łągować się do podglebia i strącają się tam, jako ortsztajn (rudawiec). Dopóki panują wspomniane warunki klimatyczne, w warstwie powierzchniowej pozostają wodorotlenek glinowy i kwas krzemowy ochronione przez próchnicę, a, że nie strącają się wzajemnie, więc glina nie powstaje. Jeśli jest glina, wówczas zostaje ona wylugowana do podglebia. Ze względu na ubóstwo w składniki pokarmowe te gleby wylugowane ze wszystkich składników pokarmowych zbliżają się do miejscowych utworów wysokiego torfu (mszarów) [torf wysoki bezpośrednio na glebie mineralnej], ponieważ w terenach mniej wilgotnych, zajętych przez gleby brunatne, torfy wysokie lokalnie występują na torfach niskich (ziemie białe, szare, bielice i gleby bielcowate w terenach mocno wilgotnych).

Właściwości danego utworu glebowego nadane mu przez klimat występują tem jaśniej, im gleba leży bliżej środka terenu swego występowania. Tam też najłatwiej mogą być zbadane typy gleb.

Wpływy lokalne na glebę i roślinność występują tem wyraźniej im bardziej krańcowy jest klimat, w jakimkolwiek kierunku. (Działanie wiatru na brzegach morskich, temperatura w ubogich w opady). Prawo to służy i dla wyznaczenia zasięgów poszczególnych roślin i formacji roślinnych. Działania klimatyczne występują tem jaskrawiej i dają się zauważyć tem łatwiej, im bardziej krańcowe własności ma gleba w kierunku jakimkolwiek i np. widać je lepiej na glebach piaszczystych słabych i gliniastych mocnych aniżeli w glebach piaszczysto gliniastych

Rozróżnianie i charakterystyka gleb na podstawie rosnących na niej roślin może mieć, jak widać z rozważań poprzednich, wielkie znaczenie wobec wpływu, jaki wywierają zbiorowiska roślin na kształtowanie się gleby. Pamiętać jednak należy, że da się to zastosować *jedynie* do gleb nieuprawnych, dzikich. Flora

Roślinność
dzika a ro-
dzaj gleby.

gleb uprawnych *nie charakteryzuje* typu gleby lub *w stopniu bardzo nikłym*, to też nie należy wyciągać bardzo daleko idących wniosków gleboznawczych z obecności lub nieobecności na polach uprawnych pewnych chwastów wnoszonych z nawozami sztucznymi, nasionami przy ich wymianie i t. p.

4. Wpływ człowieka ¹⁾.

Gleba dzika, kształtująca się i bytująca bez współdziałania człowieka, jest o wiele łatwiejsza do uchwycenia w swoim bycie i przejawach „swego życia“ od gleby — warsztatu rolniczego, gdzie działalność człowieka często zaciera lub osłabia przyrodzone cechy charakterystyczne, przeciwstawiając się niejako splotowi czynników naturalnych miejscowych. Stąd wypływa nadzwyczajna wartość naukowa badań gleb dziewiczych krajów niezaludnionych lub nierolniczych. Człowiek zmienia charakter gleby nieraz bardzo silnie, chociażby przez dopomaganie pewnym zbiorowiskom roślinnym w ich współzawodnictwie z innymi w opanowaniu terenu, zapewniając im prawidłowy rozwój, przewagę lub nawet wyłączność terytorjalną, np. przez sianie pożądanych a tępienie roślin dla siebie niepożądanych.

Gleby uprawiane zazwyczaj zachowują swój typ zasadniczy, zmieniają się jednak zawsze bardzo znacznie, jako środowiska.

Gleba uprawna nie nagromadza ani ściółki leśnej, ani darni; nie posiada cechy gleby dzikiej: znajdowania się w niej mineralnych składników pokarmowych w ilościach stałych, tylko przenoszonych z poziomu do poziomu; nie posiada zdolności gromadzenia składników pokarmowych lecz ubożeje w składniki pokarmowe roślin usuwane z plonem, bądź ulegające wylugowaniu; ma inny płodozmian, różniący się od naturalnego w szczególności bardzo silnie ilościowo w czasie ²⁾; o ile jest w dużej kulturze, to każda gleba nie różni się wielce swą urodzajnością od gleb innych typów i te różnice żyzności naturalnej zacierają się wraz ze wzrostem kultury ³⁾.

Gleba uprawna jako środowisko.

¹⁾ Ob. na str. 96 i Sławomir Miklaszewski: Gleba, jako warsztat rolniczy. Wykłady akademickie C. T. R. T. IV. r. 1922.

²⁾ Płodozmian naturalny łąkowy przebiega w ciągu lat kilkudziesięciu ze zmianami co lat kilka, kilkanaście, kilkadziesiąt lub kilkaset i więcej. Człowiek zmienia roślinność rok rocznie. To też zmiany wywoływane w tak krótkim okresie czasu nie mogą być trwałe i nie wpływają na zasadnicze przekształtowanie się gleby.

³⁾ Tracąc kulturę, gleby należące z natury do typów mniej urodzajnych bardzo szybko zmniejszają ilość plonów, co, niestety, dobitnie daje się nam odczuwać po okresie rabunkowej gospodarki wojennej i powojennej. Bielice dorównyujące już prawie w plonach przed wojną lóssom, obecnie są od tych ostatnich dużo gorsze.

Prócz tego cechą gleb uprawnych jest zmiana rytmiki w cyklowości rozwoju i zamierania organizmów roślinnych w okresie (takcie) rocznym.

Rytmika cyklowości rozwoju i rozkładu roślin. W glebach dzikich:
1) W krainach panowania formacji lasów międzyzwrotnikowych i podzwrotnikowych niema przerwy w wegetacji lecz jej ciągłość.

2) W glebach formacji roślinnej lasów iglastych i liściastych klimatu umiarkowanego i w formacji roślinnej darniowej po wegetacji letniej następuje kilkumiesięczna przerwa zimowa, a więc dłuższy okres rozwoju + krótsza przerwa (pauza).

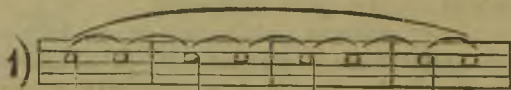
3) W glebach formacji roślinnej stepowej: przerwa zimowa + okres rozwoju wiosenno-letni + przerwa letnia + okres rozwoju jesienny.

4) W glebach formacji roślinnej pustyń wielokrotne, nieregularne okresy krótkiego rozwoju po każdym deszczu i długich przerw podczas okresów suszy¹⁾.

Prócz przypadku czwartego widzimy stałość rytmiki cyklowości rozwoju i zamierania roślinności w glebach dzikich.

Wprowadzenie przez człowieka upraw i płodozmienu a zwłaszcza zapewnienie w nim wybitnego stanowiska roślini-

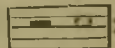
¹⁾ Gdybyśmy to zechcieli wyrazić zapomocą nut, to rytmika rozwoju i zamierania roślinności każdej ze wspomnianych formacji dałaby się ująć w takcie rocznym, jak niżej np. w ciągu lat pięciu:



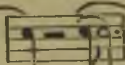
Ciągłość zupełna rozwoju roślinności (nie roślin) bez przerw.

2a. Licząc od 1 listopada do 1 listopada r. nast. (5 razy)


$\left| \overline{4} \overline{8} \right|$: (rytmika naszego klimatu)

2a)  : lub 2b) licząc od 1 października do 1 października roku następnego, (5 razy)

2b. $\left| \overline{1} \overline{4} \overline{7} \right|$: (rytmika naszego klimatu).

2b)  : co zresztą wychodzi na jedno i to samo.

3. $\left| \overline{2} \overline{4} \overline{4} \overline{2} \right|$: od 1 października do 1 października r. następnego (5 razy).

3)  : (rytmika klimatu stepowego).

4. rozwój roślinności pustynnej ma zazwyczaj rytm dowolny i kapryśny nie dający się ująć.

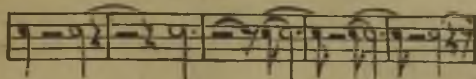
nom zbożowym zmienia tę rytmikę w takcie rocznym i zakłóca w okresie płodozmiennym¹⁾

Najjaskrawiej rzuca się to w oczy przy oziminach, gdzie w okresie rocznym (rok I-y i rok V-y) widzimy dwie fazy rozwoju i dwie przerwy (pauzy): jedną zimową, drugą letnią. Jest to cecha sztucznie wytworzona przez człowieka obca panującym warunkom klimatycznym terenu (2) naszego a właściwa klimatowi stepowemu (3), wobec braku na stepach wody dostępnej dla roślin nietylko, jak u nas, w okresie zimowym lecz i w letnim. Hodowla zbóż, kończących okres swego całkowitego rozwoju już na początku lata, powoduje wzmoczenie ługowania i usuwania, z poziomów dostępnych dla roślin, mineralnych składników pokarmowych gleby przez procesy geologiczne abiotyczne. Szybkość mineralizowania się próchnicy (przez jej rozkład tlenowcowy), a więc jej zanik w podorywanych polach, uruchamia składniki organomineralne, które ulegają procesom ługowania (w stepie nie, bo wówczas sucho) a że nie są pobierane przez rośliny, wówczas nieobecne, więc gleba ubożeje w składniki pokarmowe.

Słowem w pewne lata płodozmiennie człowiek nadaje w naszych warunkach klimatycznych glebom naszym, obcy im w ich stanie dzikim, rytm rozwoju i rozkładu roślinności właściwy glebom stepowym a w inne lata wogóle go zmienia. Niebezpieczeństwo wylugowania składników pokarmowych jest jednak o wiele większe w naszym klimacie aniżeli w stepowym dla przewagi w glebach naszych wody przesiąkającej, ługującej nad parującą, podsiąkającą.

1) Nprz. w płodozmianie: 1) Ozimina (Wj+Pz+Wl+Pl), 2) Okopowe (Pz+Wl) 3), jarzyna z wsiewką koniczyną (Pz+Wl), 4) koniczyna pierwsza (Wj+Pz+Wl) i 5) koniczyna druga (Wj+Pz+Wl+Pl), rytmika w okresach rocznych (mniej więcej od 1/X—1/X roku następnego) da się wyrazić w przybliżeniu, zaokrąglając dla prostoty normalną przerwę zimową wegetacji do 4 miesięcy a czas trwania normalnej wegetacji roślinności dzikiej do 8 miesięcy:

$\left[\overline{2} \overline{4} \overline{4} \overline{2} \right] \overline{6} \overline{6} \mid \overline{5} \overline{9} \mid \overline{1} \overline{4} \overline{7} \mid \overline{1} \overline{4} \overline{4} \overline{3} \mid$



r. I-ty r. II-i r. III-ci r. IV-ty r. V-ty.

(rytmika naszego klimatu zakłócona płodozmiannem ob. na str. 168 2b).

NB. Wj—oznacza wegetację jesienną, Wl—letnią, Pz—przerwę (pauzę) zimową zaś Pl—letnią. Znak — oznacza przerwę (pauzę); o okres wegetacji; liczby oznaczają w przybliżeniu miesiące trwania przerw lub okresów wegetacyjnych.

Rytmika kolejności pór wegetacji i przerw w takcie rocznym w glebach dzikich, w ten sam sposób ujęta, w ciągu takiego samego pięciolecia, (ob. 2a i 2b) różni się od tylko co przytoczonej swą stałością.

Zmiany powstające z tego powodu w glebach zacieraają, przynajmniej częściowo, piętna wyciskane na glebach przez makro i mikro-klimat, zwłaszcza tam, gdzie meljoracje regulują stosunki wodne naturalne. Z tego też powodu gleby uprawne są o wiele trudniejsze do badania aniżeli dzikie.

A więc, jako biotyczny czynnik glebotwórczy, człowiek:

Człowiek jako czynnik biotyczny. 1) pozbawia glebę jej właściwych nadziemnych i naziemnych materij organicznych (zbiory);

2) przeszkadza magazynowaniu się materji organomineralnej nagromadzonej w powierzchniowych warstwach gleby, wywołując drogą przewietrzania zanik pseudodarni¹⁾ przez jej szybkie spalanie się i mineralizację (orka, bronowanie, czarny ugóř i t. p.)

3) Zuboża glebę w składniki pokarmowe, bądź powoduje przez stosowanie odpowiednich upraw, hodowanie pewnych roślin i meljoracje (np. drenowanie) ich abiotyczne wylugowanie do warstw dla roślin niedostępnych.

4) Wprowadza jednolite czyste zbiorowiska roślinne, zapewniając im wyłączne panowanie na krótki okres czasu (najczęściej rocznych) i przez płodozmian zmienia naturalną kolejność następowania po sobie zbiorowisk roślinnych zarówno co do gatunku, jak i co do czasu ich panowania.

5) Zmienia z roku na rok rytmikę okresów wegiatacji roślin i jej przerw, a tem samem i porę, czas oraz szybkość rozkładu obumarłej materji organizowanej (w takcie rocznym), a także abiotycznego lugowania mineralnych składników pokarmowych wbrew warunkom klimatycznym.

6) Wzbogaca okresowo glebę w obce jej (to jest nie powstałe na miejscu) materje organiczne w stanie częściowego, nieraz daleko posuniętego rozkładu (obornik) i w obce glebie związki mineralne (nawozy sztuczne pomocnicze), przeciwdziałając prawu stałości związków mineralnych gleb dzikich.

7) Uprawia i meljoruje glebę (sztuczne wietrzenie), wzmagając drogą przewietrzania i regulowania ruchów wody (odwodniania, magazynowania wody i t. p.) rozkład tlenowcowy próchnicy i wogóle aerobiozę, lugowanie składników pokarmowych i rozwój roślin uprawnych.

Gleba uprawna jest zazwyczaj bardziej czynna od odpowiadającej jej gleby dzikiej i nabiera cech gleby powstającej w klimacie nieco cieplejszym²⁾.

¹⁾ Siew szczególnie rzędowy nie sprzyja wytworzeniu istotnej, zwartej, jednolitej, ścisłej darni, pozostawiając między roślinami miejsca wolne, to też taką darni zwę, dla odróżnienia jej od naturalnej istotnej darni, „pseudodarnią” czyli darnią rzekomą.

²⁾ Wyjątek stanowią gleby nadwodniane pustyńne, które się stają ziemniejsze i wogóle nabierają cech zbliżających je do gleb klimatu bardziej umiarkowanego.

Człowiek a typ gleby. Działalność człowieka nie może jednak wpłynąć na zasadniczą zmianę typu glebotwórczego gleb, tembardziej, że, pozostawione przez czas dłuższy bez uprawy, zdziczałyby one i powróciłyby do stanu pierwotnego. Żaden zabieg ludzki nie jest w stanie zmienić ich cech niezmiennych od woli ludzkiej niezależnych. Gleba nie zmienia się wówczas zasadniczo, jako typ, lecz może się zmienić silnie, jako środowisko, zależnie od natury swych części składowych czyli elementów.

Rozważenie zmian wspomnianych oraz ostateczne sprecyzowanie ukształtowania się gleby, jako wyrazu zróżnicowania się rozpatrzonych typów glebotwórczych w postać określonych typów gleb, należy poprzedzić jeszcze rozpatrzeniem poszczególnych elementów gleb i ich właściwości, których łączne zespoły tworzą rozmaite gleby — środowiska procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych, nieraz bardzo odmiennych i to nie tylko ilościowo lecz i jakościowo.



W Nr 11—12 *Praktycznej Encyklopedji Gospodarstwa Wiejskiego* pod tyt.: *Rozpoznawanie gleb w polu na ziemiach polskich.*

poprawić należy:

Na stronie 27 wiersz 2-gi z dołu . . .	Deluwjum na Abluwjum.
Na . . . 26 . . . 4-ty z góry . . .	Eluwjum na Deluwjum.
Na . . . 28	wymycia na zmycia.
Na . . . 28 w rysunku	Deluwjum na Abluwjum.
Na	Eluwjum na Deluwjum.
W podpisie pod rysunkiem	Eluwjum na Abluwjum.

Na str. 28 zdanie poczynające się w wierszu drugim z góry od: „Nie należy” aż do „(dyluwjalne)” przenieść i umieścić za końcowym wyrazem wiersza 5-go z góry: „osadzony niżej”.

Za rysunkiem należy wstawić przepuszczone zdanie: „Eluwjum — produkt pozostały po wymyciu, wyplukaniu i wylugowaniu z niego wgląb cząstek rozpuszczalnych i niektórych zawiesin”.

Skorowidz.

Ablotyczne zjawiska kształtujące		Czarnoziem 12 -ne stepy	156
glebę	95	Czas trwania now. okr. sphagno-	
Aeroby	82	wego	145
Albedo ziemi	102	Człowiek i jego wpływ	49, 167
Alkohol w atmosferze	36	— jako czynnik glebotwórczy	96
Aluwjum	56	— biotyczny	171
Aluwjalne utwory	31	Czynniki glebotwórcze 50 wietrze-	
Amplituda wahań temperatury .	52	nia: energetyczne	50
Anaerobioza	115	Czyn. gleb. wietrz. — materialne	50
Anaeroby	82	(glebę) — kształtujące	97
Antagonizm mchów i innych roślin		— ich podział	97
w mszarze	142	Darń błotna	135
Apokrenowy kwas	85	— łąkowa	125
Atmosfera... 22, 33-ryczne opady	105	-ni grubienie (warstwy)	136
Azotu % w atmosferze	33	-ni powstawanie	126
Azotany alkaliów	150	-ni żywej poziom	133
Bakterje w glebie	47, 82	-niowy poziom	133
-yj (w glebie) ilość	47	Definicja gleby	20
-yj (w glebie) rozmieszcze-		— nauki o glebie	20
nie	47	— pojemność	26
-yj tlenowcowych działaa-		Deluwjum	55
ność	89	Dennej moreny krajobraz	71
Beztlenowce	82	Deszcz 38, 55 -owe współczynniki	110
-owy rozkład mat. organ. . . .	88	Dolne gliny	71
Bezwodnika węglowego ilość w		Dolomity 29 -yzowanie wapieni .	66
atmosf.	34	Domieszki do skał węglanowych.	65
Białoziemny i ich roślinność . .	157	Drobnoustroje 71, ich działalność	81
Bielicowanie	113, 114	— potrzeby	82
-owy poziom	133	Drzewiasta roślinność	79, 112
-y budowa	120	Dwutlenek wodoru w atmosf. . . .	36
-y odmiany	122	Dyluwjalne utwory	31
-y profil	121	Działalność bakteryj tlenowców .	89
Biosfera	20, 39, 74	— roślin 44 wyższych	76
Biotyczne zjawiska kształt. glebę	95	— mechaniczna wody	54
(jako) -y czynnik człowiek	171	-nia klimatu ujęcie w liczby	109
Błota przejściowego (stadium) ko-		Dżdżownice 41 wielkie	43
nolec	138	Eluwjalny poziom	114
Błotna darń	135	Energja słoneczna	19, 102
Budowa bielicy	120	Eoliczne osady	73
— gleby ścista	127	Fizjologicznie suche środowisko .	141
— gruzłowata gleby	128	Flora górska	46
Cechy gleb stepowych	147	Formacyj roślinnych pasy	112
— rumowisk skalnych	52	Formuła Stokes'a	58
Chemiczna działalność wody . . .	57	Gipsowy poziom	150
— organizmów na skały	75	Gleba gruzelkowata	148
-y skład skał glebotwórcz.	57	jako indywiduum	15
Chlorki alkaliów w	150	j. masa	8
Chrząszcze	40	j. środowisko	9
Ciała stałe w atmosferze	36	j. utwór geofizyczny,	10
Cykle zmienności gleb	21	j. warsztat rolny	24, 157
Cyklowości rytmika	108		

Gleba uprawna, jako środowisko	166	Kwasy: huminowy 84, próchni- cove	84
-słona czarnoziemna z gub. Sar.	157	Kwas ulminowy	84
-eb geografja	11	Lasu i jego podszycia wpływ na gleby	125
— stepowych cechy	147	Lateryt 12, 123 — owanie	123
-y definicja	20	Litosfera	22, 27
— glejowy poziom	118	Lód, lodowiec	38, 68, 69
— gruzłowata budowa	128	-wca cofanie się	70
— ścisła budowa	127	— nasuwanie się	70
— na pół suche i suche	160	— stanie	70
-y słone	153, 154	-wcowy pył	70
— słupowe	157	Löss 73 i skały podścielające	74
— ich roślinność	158	Luźnokępinowych traw zbioro- wisko	127
Gleboznawstwa cel	18	Łąki kwaśnienie	130
— stanowisko w nauk. przyr.	18	-owa darni	125
Glin wietrzenie	67	Ługowanie soli rozpuszczalnych	61
-y 29, dolne 71, górne	71	Łupki	29
Głębokość gleby	27	Makro-rzeźba terenu	105
Grubienie korzenia i jego skutki — warstwy darni	77 135	Margle	30, 66
Gruzelkowata gleba 148 i niegru- zelkowata	128	Markazytu wietrzenie	66
Gruźlowa budowa gleby	128	Materjalnego i energetycznego wietrzenia współrzędność	63
Halofity	153	Materji organicznej powstawanie — rozkład	75 75
HNO ₃ w atmosf. 35 HNO ₃ w atm. Humina 85 — nowy kwas	35 85	-u procesy 86, w lesie 113, beztlenowy 86, pleśniowy	91 81
Iluwalny poziom	114	-u typy	138
Ilołupki	29	Mchy	54
Iły	29	Mechan. dział wody -chem dział-organizmów na skałę	75 89
Insolacja	19	Mikrobiologii gleby kierunek	47
Jeziora	38	Mikroflora terenu	107
Kasztanowe stopy i pół pustynie Kierunki gleboznawcze	156 12	Mikroklimat	105, 106
-ek mikrobiologii gleby	89	Mikro-rzeźba terenu	31
Klimat 11,104 — u działania uję- cie w liczby	107 103	Minerały glebotwórcze	70
-yczne strefy	103	Morena boczna 70, denna 69, środkowa 70, końcowa	71
Kłaczowych roślin zbiorowisko	125	Moreny dennej krajobraz	38
Koagulacji schemat	165	Morza	40
Koloidalna teoria powstawania ru- dawca	115	Mrówki	139, 142
Koncentracja skład. pokarm w darni	135	Mszary	131
Konfiguracja terenu	122	Mycorrhiza	103
Konglomeraty	30	Nad poz. morza położenie	88
Kraby	40	Nagromadzanie się materji organ. — próchnicy w glebie	92 92
Krajobraz moreny dennej	71	— składników pokarmowych	99
Krenowy kwas	58	Natura skał macierz. gleby	35
Kruszenie się skał	52	NH ₃ i (NH ₄), CO, w atmosf.	31
Krzemianów wietrzenie	58	i	122
Krzemionka	65	Odmiany bielicy	154
Krzewinki	138, 153	Odsalanie gleb	65
Kształtowanie się gleb czarnoziem. z punktu widz. chemji koloidaln — gleby między i podzwrot- nikami	158 123	Okrzemki	105
Kwarc 33, 65 — związek trwały	58	Opady atmosferyczne	
Kwaśnienie łąki	130		

Organizmów działanie na skałę: mechaniczne i chemiczne	75	Roślin zależność od gleby	46
Orohydrografia terenu	103	Roślin zależność — od przeszłości geologicznej	46
Organicznej mater. rozkładu typy — beztlenowcowy 86 pleśnio- wy	81	Roślin — zbiorowisko kłaczowych — wyższych działalność	125 76
-u procesy	91	-y owadożerne 144, ozime 152, stepowe	151
Ortsztajn	116	-y drzewiaste 79 i trawia- ste 79, 80, 112	125
Osady eoliczne	73	— różnice ich składu chemicz. — błotne 137, stepowe	81 146
Osypliska	53	— ich przerzedzanie się	140
Ozime rośliny	152	-na szata 112, -nych forma- cyj pasy	112
Owadożerne rośliny	39, 144	Rozkład mater organ. 65, beztle- nowcowy	86
Ozon w atmosferze	36	Rozkład mater. organ. tlenowcowy -u procesu	89 86
Para wodna 37 -ą -ą stopień nie- dosycenia	37	Rozmieszczenie roślin na pow. ziemi	93, 94
Pasy formacyj roślinnych	112	Rozmieszczenie roślin i ich zgru- powanie	94
Pasy koncentryczne roślinności	45	Różnica składu chem. rośl. drzew. i traw	81
Płaski 30 —wulkaniczne	30	Rudawiec 115. Koloidal teoria je- go powstaw	115
Płaskowce	30	Rudawca skład 116, profil	118
-ów wietrzenie	66	Rumowisk skalnych cechy	53
Pirytu wietrzenie	66	-o in situ	64
Pleśniowy rozkład materji organ. Podszycia leśnego i lasu wpływ na glebę	91 125	Rytmika cyklowości	168
Położenie nad poz. morza	103	Rzeki	38
Popioły wulkaniczne	30	Sandr	71
Powrót do stanu błota sphagno- wego	124	Schemat koagulacji	165
Powstawanie darni	126	— zgrużenia	165
-e mater. organ.	75	Siarczany alkaliów	150
Powstawanie gleb z punktu widz. chemji koloidalnej	163	Skały glebotwórcze:	27
Poziom bielcowy 122, darniowy 133, eluwjalny 114, gipsowy 150, glejowy (podsiakowy) 118, 122, -iluwjalny 114, rudawcowy 112, 152, ściółki	133 122	— kwaśne i zasadowe	60
-skały macierzystej	122, 133	— metamorficzne	29
-żywej darni	133	— węglanowe	65
Profil bielicy 121, rudawca 119, typu darniowo-bielcowego 132, 134	134	-ych skład chem.	57
Procesy rozkładu mat. organ.	86	Skał kruszenie się	52
Produkty końcowe wietrzenia skał kwaśnych	62	-stan na powierzchni ziemi	93
— skał zasadowych	62	Skały macierzyste gleby	50
— skał wogóle	68	-ych gleb natura	99
Próchnica 82 -cove kwasy	84	— pokarm. roślin koncentracja Skał rudawca 116 i zestawienie ru- dawca, bielicy i piasku podściel. Składników pokarm. nagromadz. w darni	135 116 132
Przenoszenie składn. pokar. do poz. wyższych	77	Składników przenoszenie do po- ziomów wyższych	77
Przerzedzanie się roślin drzewias- tych	140	Składników wędrowka w glebach stepowych	154
Przyrost próchnicy w glebie	92	Skorupy	152
Pył lodowcowy	70	Słoneczna energia	19, 102
Pustynna roślinność	161, 162	Stepowe słone gleby	157
Rodzaj gleby a roślinność dzika	165	Soli wykwity	152
Roślinność czarnoziem, gleb słurow. — słonych gleb piaszkowych	158 158	Sphagneta	141
— słonych gleb mokrych	158	Sphagnum żywienie się	145
— pustynna	161, 162	Stepowe rośliny 152 -ych gleb cechy	147
— dzika a rodzaj gleby	166		
Roślin zależność od klimatu	45		

Stepy czarnoziemne	155	Wędrówka soli w glebie stepowej	154
Stopień niedosycenia parą wodną	38	Węglowodory w atmosf.	31
Stosunek (gleboznawstwa) do geologii	25	Węglanowe skały	65
Stosunek do nauk przyrodniczych	18	Wije	40
Skład rudawca 116 i zestawienie: rudawca, bielicy i piasku podścielającego	116	Wilgotność: względna 36, bezwzględna	38
Strefy klimatyczne	103	ci wpływ	109
Swoistość przeobrażeń gleby	22	Wiatr	72
Szata roślinna	112	Wietrzanie: glinokrzemianów 59, krzemianów 58, markazytu 66, piaszczowców 68, skał węglanowych	67
Szkoły glebozn. Ameryk. i Rosyjska	19	Wietrzania skał kwaśn. produkt. końcowy 62 glin	67
Ścisła budowa gleby	127	Wietrzania energetycznego i materialnego współzależność	63
Ściółka 113 — ki leśnej poziom	122	Woda, jako czynnik wietrzania	53
Srodowiska skalne 27 powietrzne	33	— j. podstawa klasyfikacji	15
— o wodne, 37 glebotwórcze	27	— marznąca 68, wsiąkająca	56
— o fizjologicznie suche	141	— y działalność mechaniczna	54
Świat roślinny 44 i zwierzęcy 39, 74		— chemiczna	57
Temperatury amplituda wahań	52	— jako cieczy	54
— wpływ	109	Wpływ lasu i jego podszycia na glebę	125
Teoria koloid. powstaw. rudawca	115	— wilgotności 109, temperat.	109
Terenu: konfiguracja 112, makro- i mikro-rzeźba 105, 106, orohydrografia	103	— człowieka	167
— topografia	103	Współczynniki deszczowe	110
Tlenowce, 82-wcowy rozk.mat.org.	89	Współzależność wietrzania energ. i materialnego	63
— ów bakterij działaln.	89	Wydmy	73
— owy pleśniowy rozkł. mat. org.	91	Wystawa	106
Tlenu % w atmosf.	33	Zależność roślin: od klimatu 45, od gleby	46
— stałość w atm. 33, — powietrza zużycie	34	— od przeszłości geologicznej	46
Topografia terenu	103	— ość składu mineralog. od drobności	64
(w)Torfie zmniejszanie się ilości skład. mineral.	136	Zasalanie	154
Torfowiska wysokie	141	Zastosowanie gleboznawstwa	21
Traw luźno-kepinow. zbiorowisko	127	Zbiorowisko roślin kłączowych 125, traw luźnokępinowych	127
— zwarto kepinowych zbiorow.	130	Zdrojowy kwas	85
Trawiasta roślinność 79, 80, 112		Zestawienie składu bielicy,	
Typ gleby 14 darniowo-bielicowaty i jego profil	133	rudawca i piasku podłoża	126
— glebotwórczy	25	Ziemi albedo	102
Typ - y rozkł. mat. organ.	81	Zjawiska glebotwórcze	50
Ubożenie gleb stepowych w P i K	152	— cze kształt. glebę biotyczne 95, abiotyczne	95
Ujęcia (próba) działania klimatu w liczby	109	Zmiany temperatury	51
Ulmına 85-owy kwas	84	Zmienność gleb	21
Utwory: aluwjalne 31, dyluwjalne	31	Zmniejszanie się ilości składn. w torfie	136
Usłonecznienie 19, 108		Zwartokępin	130
Wahań temperatury amplitudy	52	Związek morfologii gleb z genetyką	25
Wapienie	29	— z rolnictwem	24
Wapieni dolomityzowanie 66 wietrzanie	67	Żywej darni poziom	132
— zanieczyszczenia	65	Zycie gleby	22
— zanieczyszczenia	65	Zywienie się sphagnum	143
Wąwozy	55	Zródłowy kwas	85
Węgielacji przerwa letnia	147		

SPIS RZECZY.

	<i>str.</i>
Przedmowa	3
Wstęp. Rozwój pojęć gleboznawczych	5
ROZDZIAŁ I. Definicja gleby. Nauka o glebie	18
ROZDZIAŁ II. Środowiska glebotwórcze.	
1. Środowiska skalne (Litosfera).	
a) Skąły glebotwórcze	27
b) Minerąły glebotwórcze	31
2. Środowisko powietrzne (Atmosfera)	33
3. Środowisko wodne (Hydrosfera)	37
4. Świat roślinny i zwierzęcy (Biosfera).	
a) Świat zwierzęcy	38
b) Świat roślinny	44
ROZDZIAŁ III. Czynniki i zjawiska glebotwórcze.	50
1. Zmiany temperatury	51
2. Woda	52
a) Działalność wody, jako cieczy	54
1. Mechaniczna działąlność wody. /	54
2. Chemiczna działąlność wody	57
b) Lód. Lodowiec	68
3. Wiatr	72
4. Świat roślinny i zwierzęcy (biosfera)	76
a) Działalność roślin wyższych	74
b) Działalność drobnoustrojów	82
1. Typy rozkładu materji organicznej	82
2. Procesy rozkładu materji organicznej	86
3. Nagromadzenie się próchnicy w glebie	93
c) Stan skał na powierzchni ziemi i rozmieszczenie roślin	94
d) Człowiek jako czynnik glebotwórczy	96
ROZDZIAŁ IV. Czynniki (kształtotwórcze gleby) kształtujące glebę.	
1. Natura skał macierzystych gleby	99
2. Energia słoneczna	102
3. Szata roślinna	112
a) Roślinność drzewiasta	112
1. Biellcowanie.	113
2. Laterytowanie	123
b) Roślinność trawiasta	125
1. Darń łąkowa	125
2. Darń błotna	135
c) Roślinność stepowa	146
d) Roślinność pustynna	161
4) Wpływ człowieka	167
Skorowidz	172



BG Politechniki Śląskiej
nr inw.: 102 - 134358



Dyr.1 134358