

INŻ. S. EHRLICH

Teoria jednolitego procesu glebotwórczego podstawą praktyki rolniczej

Teoria genezy gleb Williama opiera się na jego definicji gleby. Według tej definicji podstawową cechą gleby jest żyzność. Niezależnie od ilościowych przejawów żyzności jest ona podstawową cechą gleby, która zasadniczo wyróżnia ją od martwej epoki.

Żyzność gleby jest to zdolność jej do jednoczesnego zaopatrywania roślin w wodę, pokarm i powietrze. Zdolność ta nie może się wytworzyć wyłącznie w rezultacie procesów wietrzenia, tym samym procesy te nie mogą stworzyć gleby. Mogą one jedynie przeobrazić epokę w skałę macierzystą, przygotować ją do procesu glebotwórczego. Sam proces tworzenia się gleb jest procesem biologicznym.

Z punktu widzenia procesu glebotwórczego należy wyróżnić dwie grupy roślin zielonych: rośliny drzewiaste i rośliny zielne.

Tkanki roślin drzewiastych zawierają dużo drzewnika zapewniającego im elastyczność wzrastającą wraz z wilgotnością. Poza tym są one całe przepojone garbnikami, a niektóre ponadto smołami stanowiącymi roztwór takich kwasów jak pimarowy, abietynowy, sylwinowy i inne w terpentynie.

Rośliny zielne natomiast zawierają mało drzewnika, co warunkuje ich małą sprężystość w suchym stanie i zupełną jej utratę w stanie mokrym. Nie posiadają one również trwałej reakcji kwaśnej. Kwasy organiczne nie przepajają ich tkanek, a jedynie rozpuszczają się w ich soku

komórkowych. Po obumarciu roślin zielnych kwasy łatwo ulegają wyplukaniu z ich resztek, które uzyskują wskutek tego reakcję neutralną.

Resztki roślin drzewiastych odkładają się w ciągu roku na powierzchni gleby, bo korzenie ich są wieloletnie, resztki roślin zielnych głównie w glebie — wskutek spasanania części nadziemnych.

W dziedzinie roślin zielnych możemy wyróżnić dwie biocenozy, które wyznaczają dwa różne procesy glebotwórcze: łąkę i step. Zasadnicza różnica tych dwóch biocenoz leży nie w ich składzie botanicznym, ale w okresie ich obumierania: łąka obumiera z początkiem zimy, w warunkach anaerobowych, step w lecie w warunkach aerobowych.

Na tych różnorodnych substratach organicznych rozwijają się różne grupy organizmów heterotroficznych.

Z punktu widzenia procesu glebotwórczego ważny jest podział ich na aeroby i anaeroby. Grupę anaerobów stanowi jedna tylko klasa botaniczna — bakterie anaerobowe. W skład aerobów wchodzi bakterie aerobowe i grzyby. Bakterie wymagają dla swojego rozwoju odczynu neutralnego lub lekko alkalicznego. Nie mogą się rozwijać w obecności garbników.

Z tego wynika podział roślinności naziemnej na cztery formacje o swoich biologicznych obiegach materii:

1. formacja drzewiasta: rośliny zielone drzewiaste — grzyby i *aktinomyces* — bakterie anaerobowe;
2. łąkowa: rośliny zielone zielne — bakterie anaerobowe i w pewnym stopniu aerobowe;
3. stepowa: rośliny zielne — aeroby;
4. pustynna, właściwa początkom procesu glebotwórczego. Synteza przez bakterie chemotroficzne i glony, rozkład kolejno przez oba typy bakteryj i grzyby.

W formacjach tych tworzą się różne typy próchnicy.

Czym jest próchnica?

Zwykle uważa się ją za przejściowy produkt mineralizacji, rozpadu substancji organicznej. Niekiedy uważa się ją za końcowy produkt rozpadu w pewnych warunkach. Oba te poglądy Williams zdecydowanie odrzuca.

Produkt przejściowy jakiegokolwiek procesu nie może gromadzić się w dużych koncentracjach, bo musi stale przechodzić w produkt ostateczny. Wiemy zaś w jak dużych koncentracjach może się gromadzić próchnica.

Natomiast produkt ostateczny (zarówno jak i przejściowy), powstający drogą rozpadu, musi mieć mniejszą masę molekularną od produktów wyjściowych i nie może zawierać pierwiastków, których te nie zawierały.

Wiemy zaś z codziennej praktyki syntezy obornika sztucznego jak łatwo otrzymać zasobną w konstytucyjny azot próchnicę ze słomy nie zawierającej azotu i mineralnego azotu azotniaku, przy tym masa molekularną kwasów próchnicznych jest wyższa nie tylko od masy molekularnej celulozy, ale nawet białka. Próchnica nie jest więc produktem rozpadu, ale syntezy.

Kwasy próchnicy stanowią zużyte ekzoenzymy, którymi grzyby i bakterie działają na środowisko. Dowodem tego jest ich toksyczność w stosunku do wydzielających je organizmów. Toksyczność tę usuwa symbioza z innymi organizmami, rozkładającymi te wydaliny, wymywanie ich lub denaturacja. Denaturacja polega na koagulacji przy wyparciu z soli. Mikroorganizmy wydzielają swoje ekzoenzymy, z pomocą których rozkładają substancję organiczną w formie molekularno-rozpuszczalnej. Jako kwasy ekzoenzym łatwo tworzą sole z kationami gleby. Po wyparciu z soli tworzą one w wodzie jedynie roztwory koloidalne, nie zdolne do przenikania przez błony komórkowe mikroorganizmów i do ich autolizy.

Jeszcze ciekawiej przedstawia się proces uwolnienia się grzybów od bardzo zjadliwego kwasu krenowego wydzielanego przez nie. Kwas ten po zredukowaniu do kwasu apokrenowego stanowi źródło pokarmu dla wyższych roślin mikotroficznych.

Drogą zakrojonych na dużą skalę doświadczeń lizymetrycznych Williams otrzymał w czystej postaci kwasy próchnicowe, tworzące się w różnych glebach pod wpływem różnorodnej martwej i żywej szaty roślinnej.

Zależnie od charakteru procesów przebiegających w glebach były to trzy kwasy, które Williams nazwał za Berzeliumem:

- ulminowym — który powstawał w warunkach anaerobowych,
- huminowym — w warunkach aerobowego procesu bakteryjnego i
- krenowym — w procesie grzybnym.

Kwas ulminowy: rozpuszczalny w wodzie, daje rozpuszczalne sole sodowe i potasowe. Wyparty z soli wypada w postaci żelu-ulminu. Koaguluje się też przy zamrażaniu. Rozkładają ulminę bakterie aerobowe i grzyby.

Kwas huminowy różni się od ulminowego tylko fluorescencją i mniejszą rozpuszczalnością w wodzie.

Kwas krenowy jest nieograniczenie rozpuszczalny w wodzie i kwasach. Wszystkie sole są rozpuszczalne. Nadżera szkło i porcelanę. Pod działaniem wodoru in statu nascendi przechodzi w kwas apokrenowy, który w wolnym stanie natychmiast się denaturuje.

Przebieg poszczególnych procesów rozkładu

Proces anaerobowy występuje w zwartej masie substancji organicznej, oddzielonej od dostępu tlenu powietrza aerobowym ekranem pochłaniającym tlen. Na skutek włośkowatości masy organicznej nie następuje wymywanie tworzącego się kwasu ulminowego, co rychło przerywa proces i umożliwia wznowienie go dopiero przyszłą wiosną po denaturacji kwasu ulminowego. Zachodzi tu więc konserwacja części substancji organicznej kwasem ulminowym.

Proces aerobowy powoduje wydzielanie obok kwasu huminowego również wydzielanie amoniaku w formie węglanu amonu. Kwas węglowy zostaje wyparty z tej soli przez kwas huminowy. Po nityfikacji amoniaku kwas huminowy strąca się w formie nierozpuszczalnej, stanowiącej doskonały substrat dla aerobów. Dlatego proces aerobowy prowadzi do szybkiej i pełnej mineralizacji.

Proces grzybny wymaga dla swego przebiegu wymywania ze środowiska kwasu krenowego, który się ani nie denaturuje, ani nie rozkłada pod działaniem bakterii wskutek silnie kwaśnej reakcji.

Jednolity proces glebotwórczy

Formacji roślinnych, predystynujących wraz ze skałą macierzystą i klimatem charakter gleb, nie uważa Wiliams za niezmiennie. Formacje te zmieniają się kolejno, według ściśle ustalonych praw, zależnie od bezwzględnego wieku kraju i wraz z nimi zmienia się charakter gleb.

Bezwzględny wiek krajów Eurazji liczy Wiliams od momentu wyzwolenia ich spod okrywy lodowcowej, kiedy roślinność zaczęła od nowa opanowywać rumowisko odłożone przez lodowiec. Kraje północne są więc młodsze od południowych.

W związku z tym, Wiliams zajął się zbadaniem przyczyny zlodowacenia. Odrzucił on hipotezę okresowych zmian klimatu pod wpływem nieustalonych przyczyn. Dane geofizyczne wskazują na to, że powierzchnia zlodowacenia waha się na ziemi w stosunkowo wąskich granicach. Dziedziny zlodowacenia są umiejscowione na obu końcach osi dobowego obrotu ziemi na skutek nachylenia jej do ekliptyki pod kątem 23,5 stopnia. Nutacyjne wahania osi obrotu dobowego mogą powodować nieznaczne przemieszczenia tych dziedzin pod wpływem migracji biegunów zimna przemieszczających się na skutek nutacji.

Tak więc wobec nieruchomości biegunów zimna w stosunku osi ziemskiej trzeba uznać ruch zlodowaceń za pozorny, podobnie jak ruch słońca wokół Ziemi. Taki wniosek musi prowadzić do przyjęcia jeszcze jed-

nego ruchu masy Ziemi. Ruch ten możemy stwierdzić na podstawie znanego już od wieków zjawiska precesji, czyli przyspieszenia zrównania dnia z nocą. Polega ono na tym, że co roku zrównanie dnia z nocą następuje o 31 sek. wcześniej niż poprzedniego roku. Precesja ta jest skutkiem jeszcze jednego obrotu Ziemi, odbywającego się z północno-północnego zachodu na południowo-południowy wschód z szybkością jednego obrotu na około 100000 lat.

Na skutek tego rejonny dziś arktyczne przejdą za około 25000 lat przez równik, po następnych 25000 lat zostaną pogrzebane przez lody Antarktydy, po następnych 25000 lat znów przejdą przez równik i po następnych 25000 lat wrócą w przybliżeniu na dawne miejsce.

Teoria ta wyjaśnia istnienie w Eurazji wiecznego zlodowacenia i tundry, których nie ma na północy kontynentu amerykańskiego.

W Ameryce, która wstępuje w dziedzinę zlodowacenia lodowce wchodzi w wysokopiennie lasy niszcząc je.

W ten sposób staje się jasne pojęcie bezwzględne wieku kraju. Wiek względny zależy od rzeźby i podłoża, które mogą przyspieszać lub opóźniać proces glebotwórczy.

Najmłodszą bezwzględnie i względnie formacją roślinną jest nalot pustynny; tworzą go produkty działalności bakterii chemotroficznych. Składa się on z tlenków żelaza i manganu, kwasu fosforowego i substancji organicznej zawierającej azot. Pierwszym autotroficznym organizmem osiedlającym się na powierzchni tego nalotu jest glon *Dermatocaulon juvenalis*. Na stworzonym przezeń podłożu osiedlają się porosty. Zaczyna się rozwój porostowej tundry, która zajmuje obszary graniczące z wiecznymi lodami. Przez stadium to przeszły wszystkie kraje Eurazji, jak na to wskazują wykopaliska tundrowych porostów spod lessów Azji Środkowej. W osłoniętych przed wiatrem miejscach wysokiej tundry rozwijają się ponadto mykotroficzne mchy i trawy jak *Trisetum spicatum* Richter i *Festuca ovina* L. W niskich miejscach tundry rozwijają się sfagnowe mchy, tworzące czasem na skutek działającego tam kompleksu warunków podłoża dla rozwoju drzew, początkowo jodły i modrzewia, później po rozkładzie torfu i głębszym roztajaniu gleby opanowują las drzewa o głębokich korzeniach palowych.

Następuje stadium bielcowania gleby przez las i rozpoczyna się okres wypierania lasu przez roślinność zielną. Stadium bielcowania w swojej najczystszej formie występuje pod zwartą okrywą leśną, pod którą glebę okrywa tylko martwa ściółka. Powstawanie takich zespołów jest charakterystycznym przystosowaniem się roślin drzewiastych do walki o byt

między gatunkami, zapewnia im ono dostateczną ilość wody i chroni przed zamarzaniem gleby.

Śnieg taje w lesie powoli, a woda śniegowa i deszczowa spływa także bardzo powoli dzięki ściółce. Wskutek tego woda spływająca w lesie nasycza przestwory włoskowate, a także wsiąka większymi szczelinami w głąb gleby uzupełniając zapas wody gruntowej i zaskórnej. Nadmiar wody zasila bardzo równomiernie leśne potoki. Woda włoskowata z gleby i dolnych warstw ściółki nie paruje, bo górne warstwy ściółki po wyschnięciu izolują je od atmosfery. Wskutek tego zostaje przerwany wstępujący prąd wody włoskowatej ku powierzchni gleby. Wodę natomiast silnie wchłaniają korzenie drzew, rozgałęzione przeważnie na głębokości 0,5 — 1 m. Woda z głębszych warstw wstępuje do ich poziomu, a z płytszych zstępuje unosząc wraz ze sobą kwas krenowy, co umożliwia nieprzerwany i bujny rozwój grzybów. Grzyby mineralizują ściółkę w pełni, a wszystkie sole mineralne rozpuszczają się w kwasie krenowym i wypłukują. Kwas krenowy reaguje dalej z podglebiem, do którego przenika. Najpierw rozpuszcza on węglan wapnia z wyparciem gazowego dwutlenku węgla, który pozostawia ślady pęcherzyków, pierwsze oznaki zbielicowania. Po wypłukaniu wapnia kwas krenowy tworzy z tlenkami żelaza i manganu rozpuszczalne sole, które też ulegają wypłukaniu. Podglebie odbarwia się przyjmując charakterystyczny kolor biały lub szary. Po wylugowaniu tych składników kwas krenowy roztwarza kaolin wiążąc glin jako kation z wyparciem krzemionki. Krenian glinu wypłukuje się, a bezpostaciowa krzemionka wypełnia swoim pyłem przestwory pozostałego rumowiska, złożonego z kwarcu, krzemianów i glino-krzemianów, nie reagujących z kwasem krenowym. Zapewnia ona kapilarne połączenia całej warstwy bielicy. Warstwa ta dlatego w wilgotnym stanie nie zawiera powietrza.

Wymienione poprzednio reakcje prowadzą stopniowo do neutralizacji całego kwasu krenowego. Wskutek tego pod poziomem bielicy tworzy się warstwa neutralna, anaerobowa, stwarzająca warunki dla rozwoju anaerobowej mikroflory. Pokarmu organicznego dostarcza bakteriom anaerobowym zstępujący prąd wody zawierającej neutralne kreniany. Prąd ten wynosi też z warstwy bakterii anaerobowych kwas ulminowy, uzdrawiający środowisko i umożliwiając im ciągłą działalność. Tlenu dostarczają im kreniany, które redukują się w apokreniany. Apokreniany wapnia, żelaza i glinu wypadają jako bezpostaciowe osady, które po wyschnięciu nie są zdolne do powtórnego nasiąkania. Tworzą one warstwę ortszynową.

Darniowe stadium procesu glebotwórczego

Proces bielcowania przebiega w czystej postaci pod zwartą okrywą lasu. Okrywa taka nie jest jednak długowieczna. W strefie umiarkowanej po kilkudziesięciu latach las prześwietla się do stopnia umożliwiającego rozwój roślinności zielnej. Roślinność ta ginie, gdy po nasiennym roku panującego gatunku drzew młody ich porost zacięni glebę. Wraca wtedy proces bielcowy. Stopniowo roślinność zielna zatrzymuje się pod okrywą lasu coraz dłużej utrudniając nasienne odnowienie lasu, a pokolenia drzew stają się coraz mniej długowieczne.

Jakie są przyczyny tego wypierania lasu przez łąkę?

Prześwietlony las stwarza pomyślne warunki dla rozwoju traw tworzących kłacza. Kłacza tych traw łatwo przebijają pulchną warstwę ściółki zaopatrującą je w wodę i powietrze. Gęsty system korzeniowy traw rozmnażających się z kłaczy przechwytuje substancje mineralne, produkowane w trakcie rozkładu grzybnego. Przykładem takiej trawy charakterystycznej dla prześwietlonych lasów jest *Calamagrostis epigeios Roth*. Brak azotu mineralnego jest przyczyną stałej obecności w tych zespołach motylkowych.

Chemotaksja kieruje korzenie traw i motylkowych w szczeliny rumowiska, którymi woda opadowa, bogata w sole mineralne, przenika do poziomu wody gruntowej. Masa obumierających korzeni napędza stopniowo te szczeliny przerywając zstępujący prąd wody grawitacyjnej.

Masa obumarłych korzeni i kłaczy, która zapełnia stopniowo wierzchnią warstwę zbielicowanej gleby, przerywa również na skutek swojej dużej chłonności wodnej zstępujący prąd wody włoskowatej, dążący bezpośrednio do korzeni drzew. Brak wody dochodzi do wielkości krytycznej dla dużych dorosłych drzew, zmniejszając ich długowieczność i przedłużając okresy rozwoju w lesie roślinności łąkowej wraz ze wszystkimi skutkami tego procesu. Okresy zacięnienia przez młody porost zabijają wprawdzie roślinność zielną, ale nie niszczą resztek organicznych tej roślinności, bo resztki te gromadzą się w warstwie bielicy, gdzie konserwuje je kwas krenowy. Coraz dłuższy i bujniejszy rozwój roślinności zielnej utrudnia wreszcie w coraz większym stopniu nasienne odnowienie lasu prowadząc do opanowania go przez gatunki rozmnażające się odrostowo z pnia jak dąb, brzoza. Drzewa te stopniowo ustępują drzewom o powierzchniowym systemie korzeniowym jak modrzew, jodła, osika, które korzystają z wody i pokarmów zawartych w odkładającej się płytko substancji organicznej. Brak zstępującego prądu wody powoduje nagromadzenie się w tej warstwie kwasu krenowego, który paraliżuje mykorrhizę

drzew, a brak powietrza uniemożliwia mineralizację bakteryjną. Wskutek tego zarówno trawy jak i drzewa zostają stopniowo wyparte przez zielone mchy, tworzące na pozornie bogatych, próchnicznych glebach obszerne i beznadziejne mszary.

W razie szybszego wyparcia lasu i uwolnienia środowiska od kwasu żrédlanego, proces darniowy przebiega inaczej. Trawy kłączowe zostają wyparte przez luźno kępkowe, które wraz z motylkowymi tworzą wspańnięle zespoły łąkowe. Stopniowo jednak gromadzenie się masy organicznej prowadzi do wyparcia ich przez mikotrofowe trawy o zwartym krzu, a następnie przez turzyce i ostatecznym rezultatem jest ten sam zielony mszar, co w wypadku poprzednim.

Dalsze zubożenie w substancje mineralne prowadzi do wyparcia mchów zielonych przez sfagna. Na moczarach sfagnowych pojawia się niekiedy dość zwarty nalot lasu sosnowego, to znów flora turzyc i znów panuje sfagnum z pojedynczymi okazami sosny, karłowatej brzozy i kępami turzyc. Okresy te widać wyraźnie w przekrojach torfu sfagnowego.

W trakcie tych zmian coraz bardziej spada zawartość substancji mineralnych w torfie prowadząc wreszcie do obumarcia nawet sfagnum.

Procesy zatorfiania przebiegają inaczej na działach wód, a inaczej w miejscach niskich. Na działach wód ubóstwo substancji mineralnych przyspieszy zatorfienie skracając do minimum okres łąki, w miejscach niskich łąka szybciej wypiera las i trwa dłużej. Zatorfieniu przeciwdziała szybszy rozkład substancji organicznej wskutek dopływu soli mineralnych z wyższych miejsc terenu. Łąki niskie dlatego nie przechodzą w torfowiska sfagnowe, ale wciąż przez setki lat zarastają roślinnością wyższą, dającą torfy nizinne.

Tak więc przyczyną tworzenia się torfowisk sfagnowych jest brak składników mineralnych dla roślin, a zawartość w nich wody jest skutkiem dużej chłonności substancji organicznej.

Obumarciu sfagnum wskutek braku substancji mineralnych kończy tę fazę rozwoju procesu glebotwórczego.

Stadium tworzenia się czarnoziemiu

Dotychczasowe przemiany różniczkowały poszczególne elementy rzeźby pod względem żyzności. Elementy te będą teraz w różny sposób reagowały na wpływy klimatu. Dalej przemiana szaty roślinnej wywarła silny wpływ na klimat. Dlatego dalszy przebieg procesu glebotwórczego trzeba rozpatrzyć oddzielnie dla działów wód i depresji, a także rozpatrywać go w aspekcie zmienionego klimatu.

Łódź nie hamował już teraz tajania śniegu. Szybko spływające wody śniegowe rozmywały masę torfu. Bystry dopływ wody śniegowej powodował wydłużanie się koryt rzecznych w górę, w kierunku działów wód. Po powodzi powierzchnia torfu wysycha szybko, przy czym kurczy się i oddziela od wilgotnej masy pod spodem. Wreszcie na powierzchni obumarłego torfowiska tworzy się warstwa luźnych gruzełków, chreniąca głębsze warstwy od wysychania. Wysychanie pionowych brzegów rozpadlin wyrytych w torfie przez wodę powoduje powstawanie wzdłuż nich szczelin oddzielających wysuszoną warstwę torfu od jego wilgotnej masy. Odłupana warstwa torfu zwała się na dno rozpadliny powodując wyschnięcie nowej warstwy nieco płytszej itd., aż do przekształcenia się wąskiej rozpadliny o pionowych ścianach w szeroką, o ścianach pochylonych. Rozpadlina taka rozszerza się z każdym rokiem. Wiosenne wody wynoszą grudki torfu zapelniające rozpadliny i leżące na powierzchni torfowiska odkładając je w dolinach wysychających rzek i na zboczach jako dyluwium.

Gdy tylko denudacja obnaży dolne warstwy torfu, bardzo bogate w substancje mineralne, natychmiast rozpoczyna się wokół rozpadlin energiczny rozkład aerobowy, za którym postępuje bujny rozwój traw kłączowych. Obserwacje w b. guberniach: Riazzańskiej, Tulskiej, Niżnogorodzkiej i Tobolskiej wykazały, że pionierami roślinności trawiastej są wtedy *Agropyrum intermedium* i *Hierochloe odorata*. Opanowują one szybko cały dział wód. Pod ich okrywą rozwija się niesłychana ilość drutowców i pędraków, których rozwój powoduje odpowiednio silny rozwój kretów i innych drapieźnych ssaków. Cała ta fauna miesza torf z glebą mineralną i sprzyja przenikaniu tlenu w głąb torfu. Rozwija się ona najsilniej na skrajach tych „suchych bagien” i postępuje stopniowo w głąb, w miarę przeobrażenia ich w step.

Pod wpływem procesu aerobowego w brunatnej masie torfu tworzy się coraz więcej humianu amonu, który wsiąka w gruzełki wysuszone przez korzenie traw. Wewnątrz gruzełka panują warunki anaerobowe, uwarunkowane przez proces aerobowy na jego powierzchni. W tych warunkach amon rozkłada się, a wytrącony kwas huminowy nadaje gruzełkom trwałość i intensywnie czarną barwę. Powstaje strukturalna, próchnicza, czarna gleba. W miarę wypierania z niej perzu przez roślinność stepową, co silnie obniża zbiory siana, rozorywuje tworzący się step. Szybciej jeszcze przebiega tworzenie się czarnoziemów na zboczach i stąd też rozpoczyna się rozorywanie ich.

W ten sposób tworzyły się i tworzą czarnoziemy na kwaśnej morenie glinokrzemianowej.

Jeszcze pomyślniej przebiega ten proces na morenach wapiowej i permskiej doprowadzając do wytworzenia się sztucznych czarnoziemów o ogromnej miąższości. Zasadniczo jednak czarnoziemy tworzą się w odpowiednich stadiach procesu glebotwórczego na wszystkich podgłębniach i we wszystkich strefach klimatycznych od Jakucka do Indji włącznie.

Na czarnoziemach rozwija się w naturalnych warunkach roślinność stepowa, która rozpoczyna stepowe stadium procesu glebotwórczego prowadzące do zasolenia stepu.

Agrotechniczne wnioski z teorii Wiliamsa

Czarnoziem tworzy się pod roślinnością łąkową, a nie stepową, która dopiero pojawia się na czarnoziemie i przeobraża go następnie.

Na tym stwierdzeniu opiera się system uprawy Wiliamsa, który dąży do nadania glebie trwałej struktury za pomocą uprawy roślin formacji łąkowej wieloletnich roślin pastewnych zarówno traw jak i motylkowych. System ten spotyka się z zarzutami praktyków, którzy znają inny sposób nadania glebie trwałej struktury. Sposób ten polega na uprawie okopowych na oborniku. Spulchnianie gleby w pierwszym okresie rozwoju okopowych, a „Schattengare” w drugim nadaje glebie strukturę gruzelkową.

Jak jednak ci sami praktycy wiedzą, struktura uzyskana w ten sposób nie jest trwała. Co oznacza pojęcie trwałości gruzelka?

Oznacza ono zarówno odporność na działania mechaniczne, dążące do zgniecenia gruzelka, jak i trwałość na rozmywanie prądem wody. Nie trwałość gruzelków wytworzonych w opisany uprzednio sposób musi być rezultatem braku jednego z tych czynników.

Rozpatrzmy je po kolei:

Trwałość gruzelka na rozmyw jest funkcją nierozpuszczalności lepiszcza łączącego jego cząstki w wodzie. Lepiszczem takim nie może być żaden klej twardniejący fizycznie pod wpływem wysuszenia, np. glina, ale cement twardniejący pod wpływem nieodwracalnych procesów chemiczno-fizycznych. Próchnica obornika jest właśnie takim cementem, bo strąca się pod wpływem neutralizacji swoich wolnych kwasów wapniem gleby. Gruzelki otrzymane w ten sposób nie niszczej więc wskutek nie trwałości fizycznej, ale wskutek nieodporności mechanicznej.

Odporność mechaniczna takich gruzelków jest tak mała, że uderzenia kropli deszczu wystarczą do rozbicia ich i utworzenia na powierzchni gleby skorupy. Gruzelków leżących głębiej deszcz nie może rozbić mechanicznie, bo krople straciły już pęd, ani też rozmyć fizycznie wskutek ich trwałości. Następuje tu jednak utrata struktury wskutek wypełnienia przestrzeni między gruzelkami masą gleby rozmytej na powierzchni.

Otrzymujemy wtedy znany obraz parucentymetrowej gładkiej z zewnątrz skorupy na warstwie strukturalnej gleby. Skorupa taka niweczy wszelkie zalety struktury głębszych warstw gleby i zmusza do spulchniania, które zwiększa ilość pyłu w glebie. Pył ten przy najbliższym deszczu przesiąka głębiej w glebę wypełniając przestwory między gruzełkami i prowadząc do utraty struktury przez całą warstwę orną w ciągu jednego okresu wegetacyjnego.

Widzimy stąd jak ważne jest unikanie rozpylania przy zgruzłaniu roli i jak ważne jest nadanie gruzełkom gleby obok trwałości fizycznej odporności mechanicznej, która musi pozwolić gruzełkom na oparcie się nie tylko uderzeniom kropli deszczu, ale również ugniataniu przez ludzi, zwierzęta i maszyny.

Odporność mechaniczną może gruzełek uzyskać tylko wtedy, gdy będzie należycie zbity, a odporność mechaniczna struktury gleby jako całości będzie możliwa tylko wtedy, gdy między gruzełkami będzie jak najmniej pyłu, który zlepiając gruzełki niweczy znaczenie ich odporności. Gruzełki powinny leżeć luźno. Tylko wtedy rola będzie pulchna stale, a nie jedynie w przejściowym, trudno niekiedy uchwytnym okresie „dojrzałości”.

Przy nadawaniu glebie struktury z pomocą kompleksu obornik - okopowe, czynnikiem, który bezpośrednio dzieli ziemię na gruzełki, nie jest rzecz jasna próchnica, ale po prostu motyka. Przy rozdrabnianiu ziemi motyką nie następuje ugniecenie poszczególnych gruzełków, zwiększenie ich gęstości, zwarcie cząstek w ich obrębie, a za to następuje spylenie części gleby, przyczyna szybkiej utraty struktury.

Przy użyciu do tego celu wieloletnich roślin pastewnych, gruzełki wytwarzają się pod działaniem żywych korzeni. Biologicznym czynnikiem glebotwórczym nie są więc tylko niższe organizmy cudzożywne, ale i rośliny wyższe. Bez trudu można zobaczyć na łące jak korzenie wieloletnich roślin pastewnych przenizują glebę gęstą i równomierną siecią. Cały ten system korzeniowy co rok obumiera, a wyrastający na drugi rok po rozkładzie poprzedniego systemu nowy system korzeniowy odrastających pędów, kierując się chemotaksją i idąc po linii najmniejszego oporu, zarasta przede wszystkim wypełnione pulchną próchnicą rurki korzeniowe z roku poprzedniego.

W ten sposób w fazie rozwoju roślin zielonych następuje mechaniczne ugniatanie gruzełków rozrastającymi się stopniowo w tych samych rurkach korzeniami, a w fazie anaerobowego rozkładu tych korzeni próchnica przepaja gruzełki nadając im trwałość (oczywiście tylko w obecności wapnia). Anaerobowa próchnica, która nie wsiąka w glebę, ale pozostała

w rurkach mineralizuje się później, w miarę zaistnienia w glebie warunków aerobowych, prowadząc do rozpadu całej gleby na luźne gruzelki, bez żadnej reszty, w postaci pyłu mineralnego. Uzyskanie trwałości może nastąpić tylko w obecności wapnia, które wynoszą z głębszych warstw gleby i odkładają w warstwie ornej rośliny motylkowe. Dlatego przywrócić glebie strukturę można jedynie przez łączną uprawę wieloletnich traw i motylkowych. W korzystnych warunkach dla przywrócenia glebie struktury wystarcza nawet jednoroczna uprawa wieloletniej mieszanki.

Skąd ten paradoks? Czy nie wystarczy tu mieszanka roślin jednorocznych?

Odpowiedź dają różnice w biologii roślin jednorocznych i wieloletnich. Jednoroczne obumierają w lecie i podlegają mineralizacji w trakcie rozkładu aerobowego, a wieloletnie wegetują do późnej jesieni i przyorane należycie późno rozkładają się drogą anaerobową, z wytworzeniem próchnicy — cementu gruzelków.

Wieloletnia uprawa mieszanek wieloletnich musi być jednak stosowana przy uprawie niektórych roślin przemysłowych. Anaerobowe warunki takich zasiewów niszczą organizmy powodujące zmęczenie gleby, co umożliwia częstszą rotację lnu, maku, bawełny, a nawet uprawę ich przez parę lat bez przerwy, co jest całkowicie wykluczone bez paruletniego zadarnienia pola.

Wszystkie zabiegi agrotechniczne, następujące po odpowiednim (na co Williams zwraca szczególną uwagę) przyoraniu darni mieszanki wieloletniej, zmierzają do jak najpełniejszego i jak najoszczędniejszego wykorzystania wytworzonej struktury, zdrowotności gleby i bogactwa azotu, przy użyciu m. in. do częściowego przywrócenia struktury uprawy okopowych na oborniku.

System Williamsa nie dąży do utrzymania struktury gleby w nieskończoność, bo rozkład próchnicy jest źródłem pokarmu roślin. Gleba o strukturze niezniszczalnej, uzyskanej pod wpływem cementów mineralnych (były takie próby) byłaby tylko martwym substratem, na którym cały plon byłby wyłącznie funkcją wprowadzanych nawozów mineralnych.

Bardzo ścisły kompleks uprawowy Williamsa stawia bardzo określone postulaty konstruktorom maszyn rolniczych wymagając skonstruowania do każdej pracy odpowiedniego narzędzia, które wykonuje tę pracę w najlepszy sposób. Dlatego system Williamsa może być w pełni wprowadzony w życie przede wszystkim przez gospodarstwa należycie zaopatrzone w maszyny.

Wpływ prawidłowej uprawy odpowiednimi maszynami nie będzie mógł się jednak przejawiać, gdy przedmiot uprawy — roślina — nie będzie dostosowana do warunków systemu.

Postulaty Wiliamsa w stosunku do hodowli roślin wypływają z jego ujęcia rośliny uprawnej. Zgodnie z Timiriazewem Wiliams uważa zieloną roślinę uprawną za maszynę, której roboczy organ — chloroplast — wiąże energię słoneczną stwarzając przez to jedyną podstawę do życia wszystkich organizmów cudzożywnych włącznie z człowiekiem. Rzeczą agrotechniki jest stworzenie jak najlepszych warunków pracy dla tej maszyny, dlatego agrotechniczny kompleks wiliamsowski włącza również poprawę warunków atmosferycznych za pomocą zakładania pasów leśnych i rozszerzania lustra wodnego, a rzeczą hodowli jest ulepszenie samej maszyny. Hodowla nie powinna więc iść w kierunku wyhodowania odmian ekstensywnych, ale do stworzenia odmian intensywnych, zdolnych do związania maksimum energii słonecznej w optymalnych warunkach uprawowo-nawozowych.

Ten postulat nie daje się pogodzić z teorią mendelizmu - morganizmu, która przeczy możliwości stworzenia w roślinie nowych cech dziedzicznych.

Rośliny dzikie nie mogły mieć zdolności do bardzo intensywnej pracy chloroplastów i leukoplastów, bo praca taka wymaga nieprzerwanego dostępu wody dla chłodzenia nagrzewającej się powierzchni roboczej chloroplastów, a szczególnie leukoplastów, które przy syntezie białek spalają około połowy zsyntetyzowanych przez chloroplasty węglowodanów. Intensywna praca części nadziemnych rośliny wymaga stałego i obfitego dopływu soli mineralnych. Z kolei intensywnie pracujący system korzeniowy wymaga stałego i obfitego dopływu powietrza. Ponieważ siedliska naturalne z reguły nie zapewniają roślinom jednoczesnego bogactwa wody, powietrza i soli mineralnych w glebie przez cały okres wegetacyjny, więc siedliska te z natury rzeczy nie mogły wytworzyć roślin intensywnych, zdolnych do wykorzystania jednoczesnego dopływu czynników życia roślin, który zapewnia system Wiliamsa.

Teoria, która przeczy możliwości nabycia przez rośliny tej zdolności stawia pod znakiem zapytania celowość całego systemu. Dlatego system Wiliamsa może oprzeć się tylko o taką teorię genetyczną, która wskazuje praktyce hodowlanej drogi celowego, adekwatnego przeobrażenia roślin, drogi wytwarzania u nich nowych cech dziedzicznych, tj. o teorię Miczurina — Łysenki.