

Wartość strząski leśnej jako zbiornika azotu.

Strząską nazywamy warstwę, powstałą z opadłych liści lub szpilek, rozłamów obumarłych gałązek i t. p., przetkaną korzeniami drzew i krzewów leśnych jak i roślin zielnych, rosnących w ich cieniu; ważną też częścią składową zdrowej, nie storfiałej ani nie zwietrzałej na odkrytem miejscu strząski są strzępy (*mycelia*) różnych grzybów, które pomimo że są zwykle tak cienkie jak najdelikatniejsza pajęczyna, przerastają strząskę i pod nią leżącą, z niej powstającą próchnicę w takiej ilości, że tak jedna jak druga wydają w świeżym stanie bardzo wyraźną, wszyskiem znaną woń grzybową.

W lasach każdego rodzaju gromadzi się strząska rok za rokiem z odpadków różnorodnych, tworząc z czasem, zależnie od rodzajów drzew, ich zwarcia i natury gruntu, grubszą lub cieńszą pruchnicową warstwę, której szanowanie zalecają tak praktycy leśni jak teoretycy, nazywając ją naturalnym nawozem lasów. Nazwę tę uzasadnia spostrzeżenie, że jak rola, którą rolnik przestaje nawozić, staje się coraz mniej żyzną i to tem prędzej, im rola z natury uboższą, tak samo też las uczuwa brak strząski. Wiemy wszyscy, że na gruntach przepuszczalnych, z natury ubogich i skłonnych do wyjałowienia, utrata strząski przez zgrabianie jej na ściółkę stajenną, strawienie jej, a nawet zwietrzenie przez nagłe odkrycie zupełnymi zrębami z zaniedbaniem rychłego zakultywowania, wreszcie zniszczenie strząski przez pożar leśny sprawia, że odnowienie, względnie zaprowadzenie lasu połączone jest z wielkimi trudnościami, bo nietylko zasiewy z ręki i plantacye często zawodzą, ale w razie nawet udania się jeszcze zawsze długo biedują, zanim młodnik dopełniany nadsadzaniem o tyle ziemię osłoni, że zacznie się nareszcie tworzyć warstwa strząski, poczem już w miarę jej przybytku wzmaga się rośnienie. Ten ujemny wpływ braku strząski na gruntach z natury ubogich, nie objawia się jednak jedynie przy odnowieniach lub kulturach na gruntach strząski pozbawionych lub wcale przedtem nie zalesionych — nawet w stojących i dobrze na takich samych gruntach rosnących lasach odbija się już kilkoletni pobór ściółki ubytkiem przyrostu wprawdzie nie odrazu i nie wielkim, ale zawsze dającym się skonstatować niemal w podobnym stopniu, jak po znaczniejszem objedzeniu szpilek

lub liści przez owady. Czem bogatszy z natury grunt, tem mniej widoczny skutek ubytku strząski, który jednak powtarzając się przez długie lata, nie jest bez ujemnego wpływu na lasy wyrosłe pierwotnie na żyznych gruntach, jak to już spostrzeżono we wielu okolicach Niemiec, gdzie ściółkę od wieków pobierano z lasów liściowych.

Wybitnie dodatni wpływ strząski na rośnienie drzew leśnych objaśniano słusznem w zasadzie twierdzeniem, że strząska przemieniając się w próchnicę, tworzy warstwę ochronną, w pierwszym rzędzie wilgoć w glebie konserwującą a razem drzewa żywiącą stopniowem uwalnianiem związków, które były w żyjących jeszcze liściach lub szpilkach nagromadzone albo też uwieżione były absorbcją chemiczną w gruncie.

Widzimy jednak czasem piaszczyste grunta, pokryte warstwą próchnicy, która pozostać mogła jeszcze po byłym lesie, powstać mogła pod wrzosami albo też utworzyła się była w zakłęśnięciach dawniej mokrych, obecnie obsuszonych, gdzie więc woda przeszkadzać kulturom nie może, na których to gruntach jednak kultury tak tępo, a może jeszcze tępiej idą, jak na zupełnie obnażonych, obok leżących piaszczystych gruntach. Widocznem z tego, że sama próchnica, chociażby była pozostałością nawet po dawnej strząsce leśnej, nie działa tak samo jak świeża, rok za rokiem ze strząski odnawiająca się, że więc ta ostatnia musi mieć jakiś przymiot właściwy, sprawiający, że rosnące w styczności z nią młode i stare drzewa lepiej się odżywiają i lepiej rosną. Chemiczne analizy nie dawały objaśnienia, aż dopiero niedawno p. E. Henry, profesor akademii leśniczej w Nancy ogłaszając w czasopiśmie *Revue des eaux et forêts* artykuł „*L'azote et la vegetation forestière*“ wytłumaczył je na podstawie przeprowadzonych przez siebie doświadczeń, przy których wychodził z założenia, że wszystkie rośliny, a więc i drzewa leśne, wtedy tylko rozwijają się normalnie, jeżeli przy odpowiednich fizykalnych przymiotach siedliska, otrzymują w pożywieniu równomierne i równoważące się ilości wszystkich, w skład pożywienia wchodzących pierwiastków a więc i azotu.

Przyjmując liczby bawarskie (wypośredkowane przez Ebermeyera) produkuje las złożony przeważnie z buczyny, w części z dębiny i grabiny, corocznie przynajmniej następujące ilości suchej substancji (wysuszonej przy 100° C.):

liści	3000 kg
drewna	3000 „

Na podstawie analiz, wykonanych w Nancy, obliczył p. Henry, że zawartość azotu w liściach w chwili opadania jest średnio 1% (30 kg azotu) w drewnie zaś 0.5% do 0.8% (15 do 25 kg azotu), czyli, że las „*la Haye*“ koło Nancy potrzebuje corocznie od 45 do 55 kg azotu, jeżeli produkcja nie ma się zmniejszyć i drzewa nie mają objawiać niedostateczności wyżywienia związkami azotowymi.

Porównując zapotrzebowanie azotu przez zarosty drzewne z zapotrzebowaniem roślin rolniczych znajdziemy, że te ostatnie są w ogóle o wiele więcej wymagające i że gruntowi nie oddają prawie nic z pobranego azotu, gdy przeciwnie las przy końcu każdego okresu wegetacyjnego zwraca gruntowi w postaci opadających liści większą część azotu z niego pobranego, nie nagradzającą jednak całego ubytku. Przy rolniczym wyzyskiwaniu gruntu nie pozostaje w nim jak tylko azot korzeni (zboż. roślin pastewnych koszonych) i to nie zawsze jak np. przy produkcji buraków, żeby więc nagrodzić ubytek azotu (jakoteż związków mineralnych). gospodarz zmuszony jest do zasilania go od czasu do czasu związkami azotowymi (gnój stajenny, pognój zielony, sole amonowe, azotany). Lasu jednak nikt nie nawozi i pomimo ciągłych strat azotu skutkiem wywozu zrąbanych drzew jakoteż w następstwie rozkładów chemicznych, życie roślinne odtwarzałoby się tam bez końca, gdyby nie ubywało związków mineralnych, zawartość bowiem gruntu w azot zamiast zmniejszania się, owszem wzrasta, jak to można łatwo skonstatować na gruntach, przedtem nagich i bezleśnych a teraz zadrzewionych.

Jakiż jest więc powód tego zjawiska? Żeby na pytanie to dać odpowiedź, trzeba przedtem rozpatrzyć się wśród procesów naturalnych, które grunt leśny w azot wzbogacają, albo które go gruntowi odejmują. Takie rozpatrzenie się jest tem potrzebniejsze w obec tego, że nawet odnośnie do rolnictwa sprawa azotowa nie jest we wszystkich kierunkach wyjaśnioną i ukończoną a cóż dopiero w leśnictwie, gdzie ze względu na długość życia i różności wymagań drzew, ze względu na różność zwarcia drzewostanów i różność pokrycia gruntu strząską, ze względu na brak sztucznego nawożenia gruntu procesa chemiczne i biologiczne muszą być często inne niżeli na otwartych, rozmaicie uprawianych i nawozem zaopatrzanych rolach.

Grunt leśny może się wzbogacić w azot:

1) Przyjmowaniem przez rośliny (drzewa, krzewy, zioła, mchy) i przez grunt związków azotowych z atmosfery i z opadów meteorycznych;

2) związkami azotnymi, które co roku wracają do gruntu w postaci opadających liści i szpilek, oraz różnych szczątków roślinnych i zwierzęcych; wreszcie

3) wolnym atmosferycznym azotem, który byłby bezpośrednio przyswajany i gromadzony bądź przez żywe rośliny, bądź przez szczątki organiczne, bądź wreszcie przez mineralne składniki gruntu.

Innych sposobów wzbogacenia gruntu leśnego azotem znaleźć nie można.

Grunt leśny traci azot:

1) Dostarczaniem azotu drzewom i innym na nim rosnącym roślinom. Ubytek w tym kierunku wynosi na rok i hektar średnio 50 *kg*, z czego corocznie około 20 *kg* gromadzi się w drewnie, z którym po wyrębie i wywozie przepada dla gruntu leśnego;

2) ubytkiem tych związków azotowych, które nie zatrzymywane przez wierzchnie warstwy gruntu, wypłukiwane zostają wodami, przez grunt przesiąkającymi (azotany!);

3) ulatywaniem azotu, który przy różnych rozkładach materii organicznej, odbywających się w ciągu roku, uwolniony z połączeń organicznych, przybiera stan gazowy i jako gaz uchodzi w powietrze.

Innych powodów ubytku azotu z gruntu nie znamy.

Zestawiając przybytek z ubytkiem azotu zobaczymy, czy grunt leśny robi się bogatszym czy uboższym w ten pierwiastek, tak skąpo zawarty nawet w gruntach ornych, a tak ważny dla roślin jako niezbędna część składowa związków organicznych najważniejszych a między tem pierwoszczu (protoplasny), bez którego wszelkie życie roślinne jest niemożliwe.

Zastanowimy się najprzód nad powodami ubytku azotu z gruntów leśnych.

Powodem największego ubytku jest wyprowadzanie z lasów drzewa i innych produktów leśnych, azot bowiem w nich zawarty jest niepowrotnie stracony dla gruntów leśnych. (Najcięższym powodem straty byłby niewątpliwie pożar leśny, ale pożar jest przypadkiem, na szczęście rzadko się zdarzającym. P. r.)

Drugi powód możliwej utraty azotu t. j. wypłukiwanie związków azotowych odpada po prostu dla tego, ponieważ w glebach leśnych (zarosłych lasem) nie odbywa się nitryfikacya t. j. utlenienie azotu na kwas azotowy, tworzący związki solne zwane nitratami (azotanami, saletrzanami), a właśnie tylko nitraty, nieulegające absorbcyi, mogą być z gruntu wypłukane przesiąkającymi przez niego wodami. Na polach ornych, gdzie nitryfikacya jest bardzo energiczną, szczególnie po rozpostarciu i przyoraniu obornika i na ugorach, strata z tego tytułu jest nawet bardzo znaczna. P. Deherain znalazł w r. 1895 w wodach drenowych 110 do 130 *gr* kwasu azotowego na jeden metr sześcienny, co kombinując z ilością odpływającej wody obliczył, że z hektara gruntu, zależnie od tego, czy był lub nie był uprawiony, odpływało 84 do 144 *kg* kwasu azotowego z wodami drenowemi. Nic podobnego nie dzieje się w lesie, gdzie nawet, jak się p. Henry eksperymentalnie przekonał, nawet grunt wapienny nie działa nitryfikująco. W maju 1897 wziął 10 próbek gruntu częścią odkrytego, częścią lasem zarosłego i poddał je badaniu, używając nadzwyczaj czułego odczynnika (*sulfate de diphenylamine*, siarkan diphenylaminowy), zdradzającego obecność najmniejszej nawet ilości kwasu azotowego w wyciągu wodnym, otrzymanym przez moczenie próbki gruntu w wodzie destylowanej. Wynik był ten, że w próbkach branych z miejsc odkrytych znajdował zawsze kwas azotowy, gdy w próbkach wziętych z tuż obok leżących i na tym samym, wapno zawierającym gruncie rosnących zarostów bukowych, nie było ani śladu kwasu azotowego. Już dawniej Boussingault wykazał był ubóstwo alzackich gruntów lasowych w kwas azotowy, Ebermayer to samo stwierdził w gruntach leśnych i torfowych w Bawaryi, Bréal zaś skonstatował, że w gruncie stałych łąk również niema kwasu azotowego (wzgl. nitratów). Kwas ten i jego związki powstawać mogą z rozkładających się, azot zawierających organicznych związków tylko wtedy, jeżeli w gruncie są związki alkaliczne, w ich tylko bowiem obecności i przy dodatnim przystępie powietrza atmosferycznego działają otlewająco mikroskopijne organizmy, zwane lasecznikami nitryfikującymi. (*Bacillus nitrificans*.) Działanie tych laseczników ustaje, skoro w gruncie lub w nagromadzeniu szczątków organicznych związki alkaliczne zostają zneutralizowane, albo nawet zastąpione kwaśnymi związkami. Otóż takie kwaśne związki, należące do długiego, nie-

stety dotąd bardzo niedostatecznie zbadanego szeregu kwasów próchnicowych, znajdują się w powłoce gruntu lasem porośłego, w nagromadzeniach liści nie rzadkich po lasach, w warstwach torfiejących, w ogóle wszędzie, gdzie roślinne szczątki ulegają rozkładowi przy niedostatecznym przystępie powietrza. W lesie więc nie tylko nie powstają związki kwasu azotowego (nitraty), ale jak pp. Gayon i Dupetit, Daherain i Maguenne wykazali, nawet z zewnątrz dostające się nitraty ulegają bardzo szybko rozkładowi pod wpływem innego lasecznika, zwanego denitryfikującym (*B. denitrificans*), co dostatecznie tłumaczy, dlaczego grunta pod stojącym lasem bardzo mało, albo wcale nie zawierają nitratów.

Pan Bréal, którego zdaniem lasecznik denitryfikujący jest bardzo rozpowszechniony na szczątkach organizmów roślinnych, twierdzi, że przy denitryfikacji następuje zawsze wydzielenie pewnej ilości wolnego, jako gaz w atmosferę uchodzącego azotu, z czego wynika, że chociaż grunt z pod lasu nie traci azotu przez nitryfikację i wypłukiwanie, to zawsze z wodami atmosferycznymi na grunt leśny sprowadzane nitraty, przemieniając się nawet w związki inne, silniej w gruncie zatrzymywane, nie pozostawiają w nim wszystkiego swego azotu, ale część jego uchodzi.

To samo się dzieje przy wszystkich chemicznych przemianach, jakim organiczne azotne związki tak łatwo ulegają.

Streszczając teraz wszystko, pokazuje się, że są tylko dwa powody strat:

Pierwszy, bardzo ważny, jest następstwem użytkowania lasu i daje się obliczyć na jakie dwadzieścia kilogramów;

drugi jest mniej ważny i niedaje się wcale obliczyć, ponieważ niemożemy nawet w przybliżeniu ocenić, ile przy różnych rozkładach i przeobrażeniach chemicznych ulatuje w atmosferę azotu w postaci gazu.

Zastanówmy się teraz nad powodami przybytku azotu w gruncie leśnym.

Pierwszym z powodów jest pobieranie przez grunt i rośliny na nim rosnące związków azotowych z atmosfery lub z wód meteorycznych.

Wiadomem jest jeszcze z czasów Liebiga, Boussingaulta i innych, że wody meteoryczne (deszcz, mgła, rosa, śnieg) zawierają amoniak i kwas azotowy. Np. Boussingault znalazł (1853) w litrze deszczowej wody średnio 0.42 mgr amoniaku i 0.18 mgr kwasu

azotowego; w wodzie z mgły było od 2·56 do 49·1 *mgr* amoniaku. Ilość azotu w związkach doprowadzana w ciągu roku na hektar ocenianą była

przez pp. Lawes, Gilbert, i Way na . . .	8 <i>kg</i>
w Pruszkowie na	23 „
„ Regenwalde na	17 „
„ Insterburgu na	6·2 „
„ Kuschen na	2·1 „

Ogromna różnica powyższych liczb między sobą, nie przemawia przeciwko ich prawdziwości, na ilość bowiem w atmosferze powstających lub w nią przechodzących związków azotowych składa się tak wiele i tak różnych czynników, zależnych znowu od stosunków miejscowych, że niejednostajność sięgająca dziesięciokrocia nie przedstawia nic dziwnego. Średnia z liczb powyższych i wielu innych nie przekracza 11 *kg* na rok i hektar, co jest dosyć mało. Zdawałoby się, że bezpośrednia absorbcya amoniaku z atmosfery przez grunt leśny zwiększy znacznie ilość azotu dostarczanego wodami meteorycznymi; na źródło to zwracał uwagę p. Schloesing*).

Opierając się na pracach chemika agronomicznego p. Müntz przyjąłby można, że na hektar jakiegokolwiek ziemi nie dostaje się w bezpośrednio absorbowanym amoniaku i wodami meteorycznymi spowodowanych związkach azotowych więcej, jak 5 do 6 *kg* azotu, Berthelot jednak podaje, że ten przybytek dochodzi 10 do 15 *kg*. Przyjmując ostatnią z tych cyfr (15 *kg*), jeszczeby to niewystarczyło do pokrycia ubytku, spowodowanego choćby tylko wywozem drzewa z lasu (20 *kg*). Gdyby ten brak, pewnie w rzeczywistości jeszcze większy, nie był jakimś sposobem pokrywany, to grunta, z których przez wieki zabierano drzewo, tracąc zawsze nie tyle związków mineralnych ile azotu, musiałyby być w daleko wyższym stopniu wyczerpane, niżeli są obecnie. Nie dosyć na tem, grunta powstałe ze skał krystalicznych, ciągle jeszcze wietrzających, nagradzających więc ubytek przyswajalnych związków mineralnych nowymi ilościami tychże, musiałyby także wskutek ciągłego niedoboru azotu stracić produktywność — tymczasem tak niejest, ale ow-

*) P. Schloesing twierdził między innem, że przy parowaniu wody z mórz powstają wprawdzie w jednostce czasu i miejsca minimalne, ale ciągłością powstawania ogromne ilości soli amonowych, które wiatrami unoszone zasilają azotem wszelkiego rodzaju grunta, pochłaniające te związki bezpośrednio z atmosfery.

szem nawet grunta w związki mineralne i azotowe ubogie, nie mogące z powodu swego złożenia absorbować i gromadzić większych ilości związków azotowych z atmosfery, stają się po dokonaniem zalesieniu coraz bogatszymi w azot i coraz produktywniejszymi. Są to fakta niezaprzeczalne, wskazujące, że w naturze muszą być jeszcze jakieś czynniki, nietylko dopełniające równowagę między ubytkiem i przybytkiem azotu w gruncie zarosłym zielnymi roślinami (np. na łąkach nienawożonych), ale odnośnie do gruntów lasem zajętych, przechylającego nawet miarkę na stronę przybytku.

Do niedawna uczeni, szczególnie francuzcy, tłumaczyli w myśl teorii Schloesinga zachowywanie równowagi między ubytkiem i przybytkiem azotu w gruncie doprowadzaniem połączeń azotowych wiatrami od strony oceanu atlantyckiego wiejącymi, nader liczne jednak i ścisłe obserwacje na francuskich a jeszcze bardziej na kontynentalnych niemieckich stacyach obserwacyjnych wykazały, że źródło to nie jest tak wydatne, jak przypuszczano i że trzeba się oglądać za jeszcze innemi.

Drugi powód przybytku azotu w gruncie polegać ma na materyach azotowych, wracających corocznie na grunt w postaci szczątków organicznych roślinnych i zwierzęcych. Jestto strząska. Sama przez się, zawartością swoją azotną, wielkiego znaczenia mieć nie może już dlatego, że szczątki składające ją, przedewszystkiem liście z drzew i krzaków opadające, jakoteż obumierające chwasty zielne pobrały niezawodnie większość zawartego w nich azotu z gruntu, zwracają więc to, co wzięły i to nawet nie w całości, liście bowiem, zanim opadły, oddały większą część swego przyswojonego azotu korze i pączkom na zapas, z którego na wiosnę czerpać będą rozwijające się liście i pędy, zanim zaczną się samodzielnie odżywiać. To wszystko, co jako strząska na powierzchni gruntu leży, rozpoczyna rozkładać się, pruchnieć, przyczem, jak to już wiemy, zawsze jakaś część azotu oddziela się i uchodzi w atmosferę w postaci wolnego gazu. Z tego wynika, że strząska leśna sama przez się nie wzbogaca gruntu leśnego w azot, ale mu jedynie oddaje część przez drzewa pobranego azotu z niewielką ilością wprost przez liście przyswojonego (co zresztą byłoby jeszcze do udowodnienia).

Mamy jednak jeszcze trzeci powód wzbogacania, a tym byłby wolny atmosferyczny azot, wprost przez rośliny przyswajany lub przez grunt zatrzymywany.

Gdyby grunt lub rośliny na nim rosące mogły z powietrza pobierać wolny azot, tworzący $\frac{4}{5}$ atmosfery, bez konieczności poprzedniego łączenia się tego azotu z wodorem lub tlenem (na amoniak lub kwas azotowy), a więc żeby go mogły bezpośrednio przyswajać i oddawać innym pokoleniom, natenczas obawy, często wyrażane, iż rośliny mogłyby kiedyś z braku połączeń azotowych wyginać, a tem samem i życie zwierzęce stałoby się niemożliwe, upadłyby same przez się, atmosfera bowiem jest niewyczerpalnym zapasem azotu.

Po wieloletnich badaniach żywienia się roślin ustaliło się było przekonanie, że rośliny pobierać i przyswajać mogą tylko azot w połączeniach, aż dopiero Boussingault, robiąc w r. 1838 doświadczenia z żywieniem roślin, skonstantował zagadkowy przybytek azotu w koniczu i grochach, nie orzekając jednak wyraźnie, jakie mogło być pochodzenie tego azotu. Uczynił to pierwszy Jerzy Ville, który na podstawie mozolnych, od r. 1849—1852 wykonywanych badań wypowiedział wreszcie wyraźnie, że rośliny motylkowe mogą przyswajać wolny gazowy azot. Przeciwno temu wystąpił Boussingault twierdząc na podstawie także nader starannie w latach 1851—1853 przeprowadzanych badań, że rośliny, nawet fasola i łubin, nie mogą przyswajać wolnego atmosferycznego azotu. Był to początek sporu, przeszło 30 lat trwającego, bo rozwiązanego przynajmniej zasadniczo dopiero około r. 1888 na korzyść tych, którzy twierdzili, że rośliny mogą przyswajać wolny azot. W spornym czasie porobiono też spostrzeżenia, że w pewnych warunkach także ziemię mogą absorbować i zatrzymywać azot z atmosfery i jak to przypuścił Berthelot (w r. 1885—1889), za pośrednictwem mikroorganizmów, których wyróżnienie jednak nie udało mu się. Zwrócono też uwagę na brodawki korzeniowe roślin motylkowych, w których Woronin jeszcze w roku 1866 wykazał mnóstwo ciałek bakteryowatych. Badanie znaczenia tych brodaweczek przez Hellriegla i Wilfartha doprowadziły w r. 1887 do skonstantowania, w r. 1888 do ogłoszenia tego dla rolnictwa a nawet dla leśnictwa nadzwyczaj ważnego odkrycia, że rośliny motylkowe mogą przyswajać wolny atmosferyczny azot, jeżeli korzenie ich opatrzone są owemi znamienami brodaweczkami korzeniowymi. Brodaweczki te są nagromadzeniem w chorobliwie nabrzmiałej tkance korzeniowej grzybka *Rhizobium leguminosarum* Frk., pochłaniającego azot, który następnie przyswojony przez rośliny potęguje ich wzrost; w miarę

rozkładu zużywających się brodawczek i korzonków wzbogacającym zostaje grunt szczątkami organicznymi, azot zawierającymi, a oprócz tego mnożą się w gruncie zarodniki do tego stopnia, że następne pokolenie roślin motylkowych do tej samej grupy botanicznej, co poprzednie należące, od pierwszej chwili może wytwarzać brodawczki, nie będące bynajmniej chorobą, ale owszem cennym darem przyrody. Wzbogacenie gruntu następuje daleko prędzej, jeżeli rośliny motylkowe zostają w pełni rośnięcia (podczas kwitnienia) przekopane albo przeorane, jak to obecnie tak często robią gospodarze z łubinem lub seradellą, zasiewanych na ubogich w azotne związki gruntach na pognój, zwany zielonym. Zarodniki grzybka *Rhizobium*, który zdaje się wytworzył różne rasy, żyjące w brodawczkach korzeniowych różnych grup roślin motylkowych, nie zawsze znajdują się w ziemi danej i dlatego np. łubin żółty, najczęściej używany na ziemiach piaskowych, czasem nie od razu się udaje, nie od razu wytwarza brodawczki; dopiero, gdy zkądsiś nalecą zarodniki, czasem dopiero po kilkakrotnych zasiewach, łubin rozwija się normalnie. Można jednak od razu zapewnić sobie pomyślny rozwój zasianego łubinu, jeżeli po zagonie rozsypiemy nieco ziemi, wziętej z pola, na którym łubin już był uprawiany i bujnie się rozwijał; nazywano to „szczepieniem“ ziemi (*Bodenimpfung*).

W lasach rosną też różne motylkowe rośliny, mogące grunt wzbogacać w azot, ułatwiając odżywianie się drzew na ubogich w azot gruntach, szczególnie w pierwszych latach po zasiewie lub po sadzeniu. Zasiew żółtego łubinu na pognój zielony ułatwić może zadrzewienie ubogich piasków sosną, a kto wie, czy zasiew rzędami na takichże ziemiach miotłowca, wytwarzającego również brodawczki korzeniowe, nie ułatwiałby zalesienia. Podsuwają zaś tę myśl sośniny posadzone przed kilkadziesiąt latami koło Brodów na dyluwialnych, w części wydmowych piaskach („Sadzony las“, „Zajaców gaj“ i inne). Na północ od Brodów przy drodze do Koniuszkowa zalesiono z wielkim trudem i wielką starannością dyluwialne bardzo jałowe piaski, które jak to było dawniej w zwyczaju starano się przedtem ustalić zasiewem różnych, do tego zalecanych roślin; między temi użyto też zdaje się ze względu na zwierzyne miotłowca (*Sarothamnus scoparius*). Po pewnym czasie utworzyła sosna w ogóle wcale dobrze zwarty drzewostan („Sadzony las“), z roślin zaś użytych jako przygotowanie do kultury zachował się gdzieniegdzie na kilku małych

pliszach i przy drodze miotłowiec jakby na świadectwo, że był tu niegdyś zasiewany. Inne także przez kulturę na piaskach potworzone zarosty sosnowe, leżące na południe i wschód od Brodów, wyglądają daleko gorzej; nie wykazują prawie żadnych zgoła pozostałości po ustalających roślinach (rzadko gdzie *Elymus arenarius*), mianowicie po miotłowcu niema ani tradycyi ani śladów, widocznie więc nie był tutaj zasiewany. Jestto przypuszczenie może za śmiałe, ale nie bezpodstawne, że pierwsza plantacya zasilana przez posiane tam miotłowce szczątkami organicznymi azot zawierającymi rychłej i silniej się rozwijała, prędzej też wytworzyła strząskę leśną, mogącą następnie wywierać swój zbawienny wpływ na młode sosny, które też potworzyły prawie zupełnie zwarte drzewostany. Na drugich plantacyach używana tam tylko wydmuchrzyca, jako trawa, nie wiążąca wolnego azotu, niczem nie przyczyniała się do polepszenia rośnienia sadzonych sosenek, ale owszem, jakto często widzieć można, zadarniała może plantacyę do tego stopnia, że miejscami wygubiła przyjęte nawet, albo słabo rozwijające się sosenki; drzewostan nie tylko musiał się później i gorzej rozwijać, ale powstać musiały liczne przerwy, z czasem pozajmowane przez drzewa i krzewy, nanoszone przez wiatry i ptactwo.

Nasuwa mi się tu jeszcze inny przykład, obejmujący jednak czas bardzo krótki, bo zaledwie kilkunastoletni. W Brzuchowicach pod Lwowem na północny wschód od dworca kolejowego znajduje się nadzwyczaj jałowe, stare wydmisko, które długie lata opierało się usiłowanym zadrzewieniom — od kilku lat zaczyna się coraz więcej pokrywać zarostem drzewnym. Znam doskonale to miejsce, bo bywałem tam po kilka razy na rok od kilkunastu lat. Zdaje mi się, że pomyślny zwrot nastąpił od czasu, gdy przez inspektora lasów miasta Lwowa pana Schuppa rozsiany miotłowiec po kilkoletniem biedowaniu zaczął od razu rość bujnie; istniejące tam już, przedtem sadzone brzozy i sosny zaczęły podrastać, nalot różny pokazuje się coraz gęściej i jeżeli jakiś powód nieprzewidziany nie zajdzie, natenczas miotłowiec zostanie przygłuszony.

Z naszych drzew posiada olcha zwykła (*Alnus glutinosa*), rosnąca na kwaśnych, torfiastych, nitratów z pewnością niezawierających gruntach również brodaweczki korzeniowe, gałęzisto wiele lat rozwijające się i dorastające czasem wielkości pięści, w których korze żyje grzybek (*Schinzia alni* Woron.), podług

Hiltnera i Nobbego pośredniczący w przyjmowaniu wolnego azotu przez olchę, odznaczającą się niezwykle bogactwem azotu w liściach. Z drzew obcych u nas rozpowszechnionych, posiada brodawczki korzeniowe biała akacya czyli robinia (*Robinia Pseudoacacia*), udająca się jak wiadomo na gruntach najuboższych, i o której wiemy, że przyswaja wolny atmosferyczny azot.

Dokończenie nastąpi.

W. T.