

Wszystkie lasy na świecie wytwarzają około 266 miliardów ton tlenu — co stanowi ponad połowę rocznego zapasu tlenu na Ziemi. Zaś 1 hektar lasu liściastego produkuje 8 tys. kg tlenu — to jest tyle, ile wynosi dobowe zapotrzebowanie dla 2600 osób. Natomiast 1 metr kwadratowy powierzchni igliwia sosny asymiluje 1300 g dwutlenku węgla i przerabia go na związki organiczne. Las jest również niezastąpionym, naturalnym zbiornikiem wilgoci, gwarantem czystej i zdrowej wody. 10 tys. hektarów powierzchni zalesionej zatrzymuje około 500 tysięcy metrów sześciennych wody, przez co gleby chronione są przed erozją i powodziami.

Decydujące piętno na stan przyrodniczo-gospodarczy lasów wywierają przemysłowe skażenia atmosfery i gleby. Obecnie wszystkie funkcje lasów są zagrożone lub drastycznie ograniczone. Niezwykle groźny dla drzew jest dwutlenek siarki. A tymczasem wzrost emisji SO_2 w Polsce był dwukrotnie szybszy niż średni światowy i wynosił 7 procent rocznie. W 1983 roku emisja gazów do atmosfery wynosiła 4,76 miliona ton, przez co uszkodzone zostały lasy na obszarze około 700 tysięcy hektarów.

To dziś, ale i prognozy na najbliższe lata są również niepokojące. Jak się przewiduje w roku 1990 ilość dwutlenku siarki wypuszczonego do powietrza atmosferycznego wyniesie 7,31 milionów ton, na skutek czego około 3860 tys. hektarów znajdzie się pod jego niszczycielskim wpływem. Wszystkie zainstalowane urządzenia techniczne redukują zaledwie 11,5 procent zanieczyszczeń gazowych. I np. pełne uruchomienie bełchatowskiego zespołu elektrowni i kopalni grozi uszkodzeniem lasów na powierzchni 500 tys. hektarów. W Sudetach zamiera gwałtownie ponad 35 tys. hektarów lasów — a ginący las oznacza klęskę ekologiczną regionu. Z powodu skażeń przemysłowych w ubiegłym roku lasy wyprodukowały o około 3 miliony metrów sześciennych drewna mniej niż w latach poprzednich (...)

Las jednak nie rośnie sam. Odbudowa i niezakłócony wzrost drzewostanów trwa dziesiątki lat i wymaga coraz większych nakładów pracy. Intensyfikacja produkcji drewna, prowadzona na wzór upraw rolniczych, może skrócić cykl ten o połowę, czyli ze 100 do 50 lat, ale przecież plantacja drzew nie jest lasem. Las jest tworem przyrody mało podatnym na przeobrażenia, dlatego też zwiększająca się produkcja musi respektować prawa nimi rządzące. W minionym 40-leciu wkład lasów w rozwój gospodarki narodowej przekraczał ich możliwości produkcyjne. Większość lasów w Polsce nie przekracza wieku 60 lat, w tym około 2 milionów hektarów — to zalesienia powojenne.

Już w tej chwili zamierające lasy nie produkują cennego surowca, martwe drzewa nie są ozdobą krajobrazu, a zdegradowane ekosystemy nie chronią środowiska. Nie wystarczy już oszczędna gospodarka drewnem czy ochrona zasobów leśnych. Zachodzi pilna potrzeba zahamowania tempa niszczenia środowiska przyrodniczego, utrzymania lasów przy życiu i ich odbudowy. Nieodzowne jest przywrócenie równowagi między środowiskiem przyrodniczym a środowiskiem gospodarczym i społecznym (...)

O ZJAWISKU ZWANYM MIKORYZĄ

W ogłaszanej corocznie już od wielu lat konkursie „Problemów” (nr 8/1984) pod hasłem „Szukamy popularyzatorów”, jedno z wyróżnień otrzymała praca M. Rudowskiej pt. „Dlaczego maślaki rosną pod sosnami?” Artykuł poświęcony jest omówieniu zjawiska mikoryzy występującym w środowisku leśnym. Ze względu na znakomicie opisaną więź grzybów z drzewami leśnymi przytaczam obszernie fra-

gumenty z tego artykułu. „(...) Termin mikoryza znaczy dosłownie grzyb — korzeń. Z połączenia greckiego znaczenia tych dwóch słów powstał nowy wyraz, który określa właśnie ten symbiotyczny związek dwóch organizmów — grzyba oraz rośliny wyższej, a konkretnie jej komórek korzenia. W przyrodzie stan mikotrofizmu korzeni, a więc ich współżycia z różnymi grzybami jest regułą, a brak mikoryz wyjątkiem. Zarówno korzenie roślin hodowlanych, jak i dziko rosnących są zwykle zainfekowane przez grzyby mikoryzowe. Tylko rośliny rosnące w glebie bardzo wilgotnej, jak ryż czy cyprysniki, nie mają mikoryz. Także turzyce, buraki, goździki i rośliny z rodziny krzyżowych (rzodkiew, chrzan, kapusta). Natomiast cały pozostały, olbrzymi świat roślinny od tytoniu, kukurydzy i pomidorów po sosnę, świerk, buk czy brzozę to rośliny z mikoryzą.

Mikoryza dzieli się na dwie duże grupy: mikoryzę zewnętrzną — ektomikoryzę oraz mikoryzę wewnętrzną — endomikoryzę (...) Mikoryza naszych najważniejszych drzew leśnych, o której ma być mowa w niniejszych rozważaniach, a więc buka, świerka, sosny, dębu, jodły i modrzewia ma przeważnie charakter mikoryzy zewnętrznej, czyli ektomikoryzy. Występuje ona szczególnie obficie w obrębie górnych, próchnicznych warstw gleby. Znajdujące się w tych rejonach korzenie, a w zasadzie ich ostatnie delikatne i nie zdrewniałe jeszcze rozgałęzienia, otoczone są przez mufkę grzybową, której grubość waha się przeważnie w granicach od 10 do 60 mikronów. Na skutek kontaktu z grzybem korzenie te tracą włósniki, a w wielu przypadkach (szczególnie u drzew i krzewów iglastych) ograniczają swój wzrost i przyjmują bardzo charakterystyczną, zwartą i nabrzmiałą postać, często wielokrotnie widlasto rozgałęzioną. Obecność takich korzeni na roślinie oznacza, że jest ona w kontakcie z grzybem. W niektórych mikoryzach występuje tylko mufka grzybowa, w innych natomiast strzępki grzybni po rozpuszczeniu blaszek środkowych wnikają pomiędzy kilka pierwszych warstw komórek korzenia, tworząc tzw. sieć Hartiga — najbardziej charakterystyczny rys ektomikoryzy. Jest to region, gdzie roślina — „gospodarz” oraz grzyb wchodzi w ścisły kontakt i gdzie zachodzi wymiana metabolitów pomiędzy obu partnerami mikoryzowymi.

Liczba poznanych grzybów ektomikoryzowych jest dość duża (ponad 500). Większość z nich wytwarza na ogół duże owocniki, a niektóre nawet bardzo duże i rosnące gromadnie. Owocują w przeważającej większości na ziemi, poza nielicznymi gatunkami np. trufli, wytwarzającymi swe owocniki płytko pod powierzchnią ziemi. Owocniki grzybów mikoryzowych mają doskonale znaną wszystkim grzybiarzom postać pionowych trzonów, pokrytych, okrągłymi, mniej lub bardziej spłaszczonymi albo wypukłymi kapeluszami (...)

W jaki sposób odbywa się tworzenie mikoryz na korzeniach? Zarodniki grzybów mikoryzowych kiełkują wśród cząsteczek ściółki leśnej. Następnie strzępki grzybni przedostają się do próchnicy, w której rozwijają się do czasu napotkania korzonków drzew lub krzewów leśnych i — jeżeli jest to gatunek odpowiedni do współżycia — obrastają je dookoła i przenikają do ich wnętrza. W ten sposób rozpoczyna się drugi etap rozwoju tych grzybów, etap podstawowy i dłuższy od poprzedniego, w którym przebiega proces rozwoju mikoryzy i wzajemnego współżycia dwóch roślin — drzewa lub krzewu oraz grzyba. Grzyb rosnący wokół i częściowo wewnątrz korzenia zwiększa wielokrotnie powierzchnię chłonną rośliny gospodarza, wspomagając ją głównie w zaopatrywaniu w wodę i sole mineralne. Stąd mówi się często o odżywianiu się rośliny wyższej poprzez symbionta grzybowego. Ta hipoteza postawiona po raz pierwszy przez odkrywcę mikoryzy B. Franka, w 1885 roku, została później wielokrotnie potwierdzona przy użyciu izotopów promieniotwórczych. Na jaką skalę grzyby mikoryzowe wspomagają roślinę w pobie-

raniu podstawowych składników mineralnych świadczy eksperyment, w którym wykazano, że rośliny z mikoryzą pobierały o 234% więcej fosforu, 75% więcej potasu i 86% więcej azotu niż rośliny bez mikoryzy (...)

Wydawać by się mogło, że stan mikoryzowy nie jest dla drzew absolutnie konieczny. W warunkach laboratoryjnych siewki drzew, np. sosny można hodować bez żadnych związków z grzybem tak długo, jak długo dostępne będą niezbędne pokarmy, a siewki nie zostaną porażone przez jakiegoś patogena. Gdy brak jest grzybów mikoryzowych w naturalnych warunkach, drzewa karłowacieją, wykazują zahamowania wzrostu, a nawet giną. Dokładne poznanie zagadnienia mikotrofizmu drzew wykazało istnienie pewnych drzew tzw. elastycznych w stosunku do mikoryzy i tworzących ją tylko w danych warunkach (grusza, klon, wierzba, brzoza) oraz innych tzw. obowiązkowo mikoryzowych, których uprawy bez mikoryz nie udają się (sosna, jodła, modrzew, buk, świerk i in.). O ile jednak stan współżycia mikoryzowego nie jest choćby z teoretycznego punktu widzenia stanem absolutnie koniecznym dla drzewa, o tyle jest takim dla większości grzybów mikoryzowych. Jako organizmy cudzożywne muszą one pobierać związki organiczne, głównie cukry ze źródła zewnętrznego, w przeciwieństwie bowiem do dużej grupy grzybów tzw. saprofitycznych, żyjących dzięki enzymatycznemu rozkładowi ściółki leśnej, pozbawione są także tej właściwości (...) Uważa się, że grzyby mikoryzowe mogą wytwarzać owocniki jedynie po ustaleniu się związku symbiotycznego z odpowiednim partnerem — drzewem, a do tego momentu pozostają w formie grzybni wegetatywnej. A więc dla swojego zasadniczego procesu tj. wytworzenia owocnika i zarodników, czyli reprodukcji, muszą pozostawać w związku mikoryzowym z drzewem, od którego oprócz cukrów otrzymują również pewne witaminy.

I właśnie dlatego, że tak wiele grzybów tworzy mikoryzę z różnymi drzewami i krzewami, wyruszając o świcie na grzybobranie, instynktownie szukamy maślaków w młodnikach sosnowych, prawdziwków pod dębami, a kozaków wśród brzoź. Doszliśmy tym samym do sedna zagadnienia — dlaczego niektórych grzybów szukamy pod wspomnianymi drzewami, dlaczego w ogóle na grzyby jedziemy do lasu i dlaczego dotąd nie udało się prawdziwków wyhodować w ogródku (...)

Poszczególne gatunki grzybów związane są na ogół z konkretnymi drzewami rosnącymi w naszych lasach. Można by przeprowadzić podział grzybów mikoryzowych, zarówno jadalnych jak i trujących, na podgrupy zależnie od gatunków drzew i krzewów z nimi współżyjących, tzn. wyróżnić symbionty drzew iglastych, liściastych i drzew różnogatunkowych. Jak łatwo się zorientować, nawet niezbyt wytrawny zbieracz grzybów najczęściej zaliczać będzie znalezione grzyby do trzeciej podgrupy, gdyż większość grzybów mikoryzowych wytwarza mikoryzy z wieloma gatunkami drzew i krzewów leśnych, zarówno iglastych, jak i liściastych. Choć występuje również pewna specjalizacja. I tak w uprawach i młodnikach sosnowych typowym gatunkiem grzyba mikoryzowego jest przede wszystkim maślak zwyczajny, natomiast w starszych drzewostanach sosnowych — takie gatunki, jak mleczaj rudy, muchomor cytrynowy, pieprznik jadalny (kurki). Wszystkie te grzyby wykazują niewątpliwy związek z sosną zwyczajną. Inny gatunek związany jest silnie ze świerkiem i dlatego występuje zawsze obficie w górskich świerczynach. Nosi on nazwę sarniaka dachówkowatego. Oprócz niego związany jest ze świerkiem jeden z najsmaczniejszych naszych grzybów, znany ogólnie mleczaj rydz. Natomiast inny gatunek noszący nazwę maślaka żółtego o intensywnie pomarańczowo zabarwionym kapeluszu, związany jest wyłącznie z modrzewiem i występuje tylko w kępach modrzewia.

Kilka gatunków grzybów mikoryzowych typowych jest dla drzewostanów liściastych. W kępach brzeziny prawie zawsze możemy znaleźć koźlarza babkę, muchomorą czerwoną lub mleczajkę wełnianką. W dąbrowach znajdujemy borowik szlachetny, tego o kapeluszu ciemnobrązowym z odcieniem karminowym, a także muchomorą sromotnikową, jedną z najsilniej trujących roślin na świecie. Wśród osik znajdziemy koźlarza czerwoną. Mamy poza tym wiele grzybów mikoryzowych typowych dla drzewostanów różnogatunkowych. Są to gatunki, które mogą nawiązywać symbiozę mikoryzową zarówno z drzewami lub krzewami iglastymi, jak i liściastymi. Prawdopodobnie takich gatunków jest najwięcej. Należy do nich m.in. muchomor czerwonawy, mleczaj smaczny czy gołąbek cukrowka. Wszystkie te grzyby są niezwykle pożyteczne z punktu widzenia gospodarki leśnej, gdyż mikoryza jako forma współżycia jest bardzo korzystna dla drzew i krzewów leśnych, a nawet w pewnych warunkach na ubogich kwaśnych siedliskach nieodzowna dla dobrego rozwoju drzew.

O doniosłości symbiozy mikoryzowej dla wzrostu drzew mogą świadczyć liczne doniesienia o nieudanych próbach wprowadzenia obligatoryjnie ektomikoryzowych gatunków w regiony drzew niemikoryzowanych. Nie udawały się np. plantacje egzotycznych sosen w różnych częściach świata dopóki nie wprowadzono tam grzybów mikoryzowych. Podobnie nieskuteczne były uprawy sosny na terenach, gdzie dotąd nie było drzew, lub które były ich pozbawione przez dłuższy czas, np. stepy, prerie, gleby torfowe, nieużytki przemysłowe. Nieudane były również próby hodowli sosny na glebach porolnych, odznaczających się populacją mikroorganizmów odbiegającą od mikroflory gleb leśnych. Sosna w tych warunkach środowiska, pozbawiona kontaktu mikoryzowego z właściwymi symbiontami grzybowymi, łatwo ulega infekcji patogenów korzeniowych i ginie. W takich przypadkach niezwykle skuteczne dla poprawy kondycji sosny wysadzonej na terenach porolnych okazywało się dodanie do gleby ściółki leśnej, która, jak wiadomo, zawiera grzybnie symbiontów mikoryzowych. Problem ten wiąże się z bardzo ważną rolą mikoryzy w zwiększaniu odporności korzeni na różne szkodliwe czynniki. Leśnicy od dawna wiedzą, że mikoryzy zwiększają wzrost i przeżywalność siewek, a uczeni wykazali, że objawia się ona w zwiększonej odporności drzew z mikoryzą na mróz, suszę i wysokie temperatury. U siewek dębu z mikoryzą żółknięcie i opadanie liści następowało 10—15 dni później niż u siewek niemikoryzowych; a więc mikoryza przedłużała ich okres wegetacji. Wykazano ochronne działanie grzybów mikoryzowych na korzenie traktowane ozonem, dwutlenkiem siarki i metanem — coraz pospoliciej skażającymi nasze środowisko gazami przemysłowymi. W zdegradowanych ekologicznie terenach po kopalniach węgla i miedzi, siewki mikoryzowe przystosowywały się znacznie lepiej niż te bez mikoryz (...)

Jednakże najważniejszą ekologiczną funkcją mikoryzy wydaje się jej rola biologicznej ochrony korzeni drzew i krzewów przed organizmami patogennymi, głównie licznymi pasożytami korzeniowymi. Grzyby mikoryzowe dostarczają korzeniom drzew ochrony przed organizmami chorobotwórczymi tworząc fizyczną barierę jaką jest mufka grzybowa oplatająca korzeń, uniemożliwiająca wnikanie pasożytów (np. huby korzeniowej do korzenia). Ponadto znane są także z produkcji antybiotyków i inhibitorów hamujących wzrost patogenów jak i sprzyjania rozwojowi tzw. mikoryzowej sfery antagonistycznej w stosunku do patogenu. Jeszcze jedna rola symbiozy mikoryzowej u drzew jest chyba godna podkreślenia. Otóż

lasy w których dominują drzewa ektomikoryzowe rozciągają się przede wszystkim na obszarach o dużej amplitudzie temperatur rocznych. W strefie umiarkowanej granica lasu tworzona jest prawie wyłącznie przez drzewa z ektomikoryzą. W warunkach krótszego sezonu wegetacyjnego na tych obszarach przewaga drzew ektomikoryzowych może być spowodowana obecnością na korzeniach grzybów mikoryzowych, wielokrotnie zwiększających powierzchnię absorbcyjną tych drzew. Umożliwia to drzewom ukończenie rocznego cyklu wzrostowego oraz zdrewnienie tkanek w dość krótkim czasie. W konsekwencji drzewa te są stosunkowo wytrzymałe na mróz, a więc pośrednio swoją obecność na tych obszarach zawdzięczają w dużej mierze mikoryzie (...) Dobrze znane są szkody powodowane nieumiejętnym i zbyt masowym zbieraniem owocników. Niszczona jest wtedy grzybnia, ogranicza się rozsiewanie zarodników, a tym samym hamuje się rozprzestrzenianie symbiozy mikoryzowej.

Ale są i inne przyczyny. Nawożenie mineralne lasów stało się praktyką szeroko stosowaną zarówno w szkółkach, jak i w starych drzewostanach. I choć wiele doniesień wskazuje na zwiększony wzrost drzew po nawożeniu, to jednak istnieje ogromna różnorodność w reakcjach przyrody (...) Symbioza mikoryzowa jest bardzo wrażliwa na różne zmiany występujące w środowisku, w tym również na nawożenie mineralne, głównie azotowe. Konsekwencją nadmiaru azotu w glebie jest zachwianie równowagi symbiotycznej pomiędzy grzybem i rośliną wyższą, objawiające się na ogół znacznym zahamowaniem, a nawet całkowitym brakiem mikoryz. A brak mikoryzy to brak przedstawionego wyżej kompleksu korzyści wynikających z tej symbiozy. To słabsze drzewa, mniej odporne na szkodliwe czynniki zarówno te biotyczne, jak i abiotyczne (...)"

ZABIEGI OCHRONNE W PARKACH NARODOWYCH

„(...) Jak to robić, zachowując charakter parku narodowego? Zabiegi chemiczne, które ratują lasy gospodarcze to w każdym wypadku bardzo brutalna ingerencja w środowisko przyrodnicze. W normalnych warunkach istnieje równowaga między różnymi gatunkami żyjącymi na danym obszarze, która nie pozwala, aby jeden z nich rozmnożył się nadmiernie, stwarzając zagrożenie dla innych. Jednakże gdy równowaga zostanie naruszona, niełatwo ją na powrót przywrócić. Po pierwsze wymaga to czasu, a po drugie, należałoby usunąć przyczynę, która doprowadziła do tego naruszenia.

A tu z roku na rok zagrożenie wzrasta, powiększa się obszar uszkodzonych lasów. Co robić? Czy aplikować chemię jak antybiotyk ciężko choremu? W parku narodowym taka decyzja może być tylko ostatecznością. A jakie są możliwości walki biologicznej?

Prof. dr Henryk Sandner, wybitny znawca biologicznych metod ochrony roślin, zaproponował nicienie — drobniotkie półmilimetrowe pasożytnicze robaki, które atakują larwy zasnuj. Przedstawił Radzie Parku zalety i wady metod biologicznych, a także zapoznał z wynikami pierwszych laboratoryjnych doświadczeń, a następnie — przeprowadzonych już w lesie. Prof. Sandner zajmuje się nicieniami od dość dawna i śledzi zainteresowanie, jakie budzą te pasożytnicze robaki na świecie. Nadmierne zanieczyszczenie środowiska przyrodniczego, a więc i żywności, substancjami chemicznymi coraz to nowymi, coraz bardziej niebezpiecznymi, od