

Jerzy Kubiak
Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

MIKORYZACJA ROŚLIN I APLIKACJA SZCZEPIONEK MIKORYZOWYCH

Streszczenie

Zdolność grzybni do pozyskiwania składników pokarmowych niedostępnych, a niezbędnych do wzrostu i rozwoju roślin pozwala na ograniczenie stosowania nawozów nawet do 50% dotychczas zalecanej dawki. Duże znaczenie przypisuje się zdolności grzybów mikoryzowych do neutralizacji oddziaływania na rośliny metali ciężkich oraz innych substancji toksycznych. Przewadzone badania umożliwiają poznanie biologicznego fenomenu mikoryzy jako: nawozu, biopreparatu, bioregulatora. W coraz większym stopniu poznajemy różne funkcje mikoryzy i jej oddziaływanie na środowisko naturalne, chociażby ograniczenie chemicznej ochrony roślin nabiera tu szczególnego znaczenia. Każdy gatunek rośliny ma właściwą dla siebie szczepionkę mikoryzową. Opracowano technologię przygotowania i aplikacji szczepionki mikoryzowej. Dotychczasowe wyniki badań wykazują potrzebę ich kontynuowania z uwagi na rosnące koszty nawożenia, ochrony roślin i ochronę środowiska naturalnego.

Słowa kluczowe: mikoryza, aplikator do mikoryzy, szczepionka mikoryzowa

Wstęp

Zjawisko mikoryzy odkrył w 1880 roku polski botanik Franciszek Kamieński. Mikoryza, z greckiego *myken* - grzyb, *rhiza* - korzeń, jest to współzycie grzybów z korzeniami roślin wyższych. Polska po wejściu do Unii Europejskiej zobowiązana jest do respektowania w znacznie większym stopniu niż obecnie obowiązujących, rygorystycznych zasad produkcji roślinnej, szkółkarskiej i leśnej. Dyrektywy unijne ściśle precyzują warunki i dopuszczalny poziom stosowania nawozów i chemicznych środków ochrony roślin. Z tych powodów będzie wzrastać rola technologii wykorzystujących bioregulatory, biologiczne środki ochrony roślin i inne techniki alternatywne wobec ochrony chemicznej i nawożenia mineralnego. Mikoryza wychodzi tym samym naprzeciw tym potrzebom.

Symbioza mikoryzowa polega na zaopatrywaniu grzybów, które są organizmami heterotroficznymi, w produkty fotosyntezy wytwarzane przez rośliny w zamian za przekazywanie im związków mineralnych i wody. Grzybnia ma zdolność wykorzystania fosforu, który jest niedostępny dla roślin, a także azotu organicznego oraz innych składników, takich jak cynk czy miedź, które mogą być dostarczane za pomocą grzybni.

W ostatnim okresie coraz więcej uwagi poświęca się znaczeniu mikoryzy w aspekcie odporności na stresy zarówno biotyczne, a więc głównie patogeny glebowe, jak abiotyczne, do których zalicza się suszę, zbyt wysoką lub niską temperaturę otoczenia, niedobór lub nadmiar światła i inne. Duże znaczenie przypisuje się zdolności grzybów do neutralizacji oddziaływania na rośliny metali ciężkich oraz innych substancji toksycznych. Udowodniono też, że grzyby mikoryzowe wpływają na fotosyntezę, podnosząc jej intensywność o minimum 20%. Mikoryza ma szczególne znaczenie dla roślin otrzymywanych metodą kultur *in vitro* oraz ukorzenionych w podłożach bezglebowych lub na podłożu sterylnym. Rośliny rozmnażane w ten sposób pozbawione są wszelkich mikroorganizmów, a więc i symbiotycznych, co utrudnia, a czasami uniemożliwia funkcjonowanie w warunkach naturalnych.

Celem aktualnie prowadzonych prac na świecie jest rozwinięcie możliwości zastosowania biologicznego fenomenu jakim jest mikoryza [Borkowska 2004].

Mikoryza jako nawozy. W wielu doświadczeniach udowodniono, że pożądany wzrost roślin można otrzymać obniżając zalecane dawki nawozu nawet o 25%, a współczynnik wykorzystania nawozu można wzrosnąć 4-5-krotnie. Obniżenie dawek nawozu staje się w tym przypadku niezbędne.

Mikoryza jako bioprotektor. Wielu autorów udowodniło, że mikoryza chroni rośliny przed takimi patogenami glebowymi, jak *Fusarium*, *Phytophthora*, *Verticillium* czy też nicienie. Jedną z metod ograniczenia infekcji jest szczepienie korzeni szczepionkami mikoryzowymi, pozwala zmniejszyć, a nawet całkowicie wyeliminować odkażanie chemiczne.

Mikoryza jako bioregulator. Modyfikuje architekturę korzeni: system korzeniowy jest bardziej rozgałęziony, jest więcej korzeni bocznych. Dzięki temu penetracja gleby jest lepsza, wydajniejsza - stwierdza się lepsze pobieranie wielu składników pokarmowych z gleby. W rezultacie uzyskuje się obniżenie kosztów energetycznych rośliny w wyniku stymulacji wzrostu zielonej części rośliny. W uprawach sadowniczych jest to związane z większą ilością zawiązanych owoców i lepszym owocowaniem.

Funkcje mikoryzy

1. Lepsze zaopatrzenie roślin w wodę (zwiększenie powierzchni chłonnej korzenia o około 1000 razy) w porównaniu z korzeniami niemikoryzowanymi
2. Lepsze wykorzystanie azotu, również organicznego
3. Aktywne pobieranie fosforu (stymulacja kwitnienia i rozwoju korzeni) oraz żelaza i trudno dostępnych mikroelementów
4. Ochrona bierna i czynna (wydzieliny) przed atakiem systemu korzeniowego przez grzyby patogeniczne
5. Stymulacja wzrostu związana z większą wydajnością asymilacji
6. Dobre korzenienie się (funkcja hormonalna grzybni)
7. Lepsze i obfitsze kwitnienie
8. Wyższa mrozoodporność
9. O wiele żywszy wygląd roślin, nie pochodzący z przenawożenia
10. Poprawa warunków wzrostu ze względu na pH gleby
11. Wyższa odporność na zasolenie gleby

Potrzeby mikoryzacyjne

Ogólna powierzchnia użytków rolnych w Polsce (stan na początek 2001 r.) wynosi 18 534 tys. ha, co stanowi ok. 60% powierzchni kraju. Gleby lekkie kl. V, VI i VIz zajmują 6312 tys. ha, czyli 34% użytków rolnych. Gleby najłagodniejsze VI i VIz zajmują 2115 tys. ha, znaczny udział mają w nich tzw. gleby marginalne, czyli takie które powinny być przekwalifikowane na inną niż rolniczą formę użytkowania. Łączna powierzchnia gruntów marginalnych to obecnie 2,3 mln ha. Są to grunty, które mogą być przeznaczone do zalesienia. Równocześnie, w 2001 r. powierzchnia odłogów i ugorów wynosiła 1676 tys. ha. W okresie 2001-2020 przyjmuje się do zalesienia powierzchnię 680 tys. ha, z czego grunty państwowe stanowią 130 tys. ha, a niepaństwowe 550 tys. ha.

Przyjąwszy dla uproszczenia do wyliczeń, że na 1 ha potrzeba od ok. 10 tys. do ok. 13 tys. i więcej sadzonek szacuje się, że do 2010 r. potrzeba będzie docelowo ok. 150 milionów sadzonek, a do 2020 r. ok. 300 milionów sadzonek. Dobrze byłoby, aby były to sadzonki zamikoryzowane. Sadzonki zamikoryzowane będą szczególnie zalecane do nasadzeń na obszarach przy autostradach, gruntach trudnych do zagospodarowania - hałdy pokopalniane, obszary poligonów i nieużytki porolne. Obecnie produkcja sadzonek mikoryzowanych upraw leśnych wynosi zaledwie ok. 1,5%. Mikoryzowanie upraw leśnych powinno być równoległe z mikoryzą w szkółkach roślin ozdobnych, bądź potraktowane w sposób szczególny.

Ze 116 gospodarstw szkółkarskich zrzeszonych w 2004 r. w Związku Szkółkarzy Polskich, uprawy gruntowe wynosiły 1083,0 ha, zaś 478,0 ha uprawy pojemnikowe. Szacuje się, że ok. 1000 gospodarstw jest niezrzeszonych.

Charakterystyka szczepionek mikoryzowych

Producentem szczepionek mikoryzowych w Polsce jest firma MYKOFLOR z rUDY Grzybnię wchodzącą w skład szczepionki pozyskuje się z siedlisk w różnych regionach Polski. Jest to więc grzybnia endemiczna dla Polski, a nawet dla poszczególnych regionów. Optymalna temperatura jej rozwoju wynosi 15- 20°C przy wilgotności podłoża 60% ppw (połowej pojemności wodnej). Do chwili obecnej wyprodukowano kilka szczepionek, z których największe zainteresowanie wzbudziły: Erica I, Juni X, Wodnica jasnożółta.

Firma MYKOFLOR dostarcza szczepionkę grzybni hermetycznie zamkniętą. Żywotność grzybni w temp. 3-5°C wynosi 6 miesięcy. Trwają prace nad stabilizacją szczepionki, a więc wydłużeniem jej żywotności.

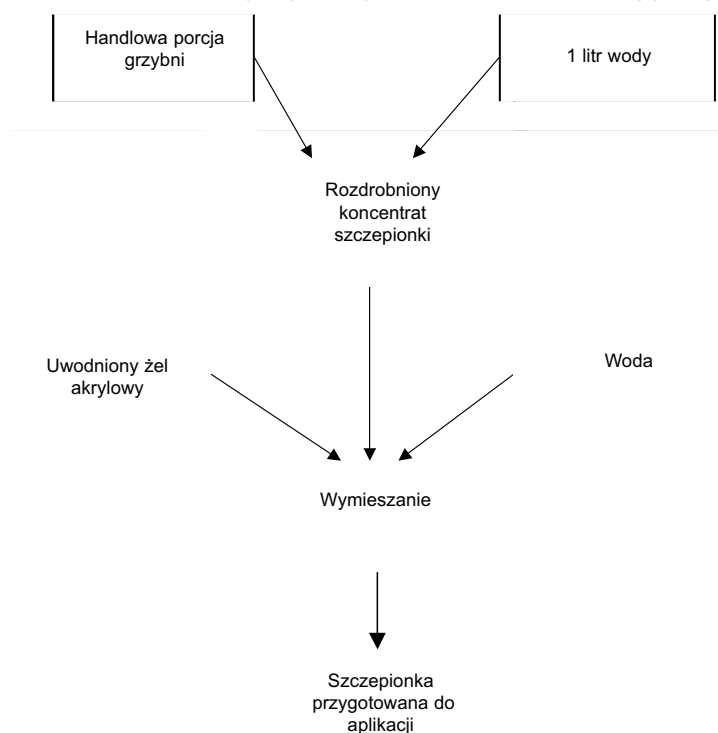
Rodzaje szczepionek

1. Jodła - *Abies sp.* - *Lactarius salmonicolor* - mleczaj; izobat korzeniowy z leśnictwa Falsztyn
2. Modrzew - *Larix sp.* - *Suillus grevillei* - maślak żółty, izolat z owocnika i korzeni
3. Świerk - *Picea sp.* - *Amanita muscaria* - muchomor czerwony
4. Sosna - *Picea sp.* - *Hygrophorus hypothejus* - wodnica jasnożółta:
- *Tricholoma equestre* - gąska zielona
- Czerwony Bór 1 - szczepionka wielogrzybowa wyizolowana z wydmy w Czerwonym Borze (H.hyp. + inne)
5. Klon - *Acer sp.* - izobat korzeniowy z rejonu Spały
6. Buk - *Fagus* - izobat korzeniowy z leśnictwa Faszyn
7. Dąb - *Quercus* - izobaty korzeniowe z rejonu Pienin
8. Brzoza - *Betula* - *Amanita muscaria* - muchomor czerwony
9. Thuje - *Cupressaceae* - *Juni x*, *Juni s* - szczepionka wielogrzybowa w skład której wchodzi między innymi maślak zwyczajny
10. Azalie - *Ericaceae* (Ericales) - *Erica I AV* - szczepionka wielogrzybowa składająca się z izolatów korzeniowych z różnych regionów Polski

Obecnie rozpoczęto produkcję szczepionki mikoryzowej przeznaczonej na plantacje upraw wierzby wiciowej, a w przyszłości być może do plantacji na cele energetyczne.

Przygotowanie szczepionek do aplikacji

Przedstawiona procedura dotyczy wszystkich szczepionek (rys.1).



Rys. 1 Schemat przygotowania szczepionki mikoryzowej
Fig. 1. Scheme of mycorrhizal vaccine preparation

Podane jest szczegółowe wyposażenie i charakterystyka pracy miksera. Niezwykle istotny jest bowiem stopień rozdrobnienia grzybni i powtarzalność tego procesu. Przy nadmiernym rozdrobnieniu zmniejsza się aktywność biologiczna szczepionki, przy małym rozdrobnieniu szczepionka może okazać się agresywna. Procedura przygotowania szczepionki do aplikacji:

- 1) do pojemnika miksera nalać wodę i dodać wstępnie rozdrobnioną porcję szczepionki,
 - 2) przy obrotach miksera 1400 obr/min miksować 15-20 s,
 - 3) do rozdrobnionej grzybni wlać uprzednio przygotowany żel ok. 50g/20 l,
 - 4) uzupełnić wodą do 20 l, dokładnie mieszając,
 - 5) do inokulacji najlepiej przystąpić po 24 godzinach.
- Trwałość szczepionki w temperaturze ok. 15°C wynosi 4-5 dni.

Mikoryzacja roślin

Do aplikacji szczepionki mikoryzowej zbudowano aplikator Mikor, wyposażony w trzy wymienne końcówki z podwójnymi otworami po bokach o średnicy 2 x ϕ 2mm, 2 x ϕ 2,6mm, 2 x ϕ 3,2mm. Otwory te znajdują się na przemian ale na różnych wysokościach końcówki, aby aplikowana szczepionka w uprawie kontenerowej obejmowała największą liczbę korzeni, szczególnie włósnikowych (rys.2).

*Rys. 2. Schemat końcówki aplikatora
Fig. 2. Scheme of applicator nozzle*

Według dotychczasowych badań zaleca się stosować końcówkę 2 x ϕ 2mm o wydajności 15 ml/s w uprawach kontenerowych o wielkości 0,5-1,5 l, końcówkę 2 x ϕ 2,6 mm o wydajności 26 ml/s zaleca się stosować w uprawach kontenerowych od 1,5-5,5 l, końcówkę 2 x ϕ 3,2mm o wydajności 37 ml/s zaleca się stosować w uprawach kontenerowych od 5,5-8,0 l. Ciśnienie robocze cieczy winno wynosić 2 x 10-1HPa, przy jednorazowej inokulacji.

Aplikator został opracowany całkowicie na podstawie polskiej myśli konstrukcyjnej. W zależności od wielkości zastosowanej dawki szczepionki lub wielkości kontenera do wykonywania mikoryzacji, montowana byłaby końcówka aplikatora o określonych parametrach pracy, zapewniająca optymalną liczbę grzybni (badania w toku). Schemat aplikatora przedstawiono na rysunku 3.

Jak wykazały badania własne, dzięki zastosowaniu mikoryzy w uprawie kontenerowej sosny w latach 2002-2003, która będzie głównym gatunkiem przy nasadzeniach gruntów porolnych, uzyskano przyrost rośliny o 25,5-27,9%. Natomiast przy zastosowaniu nawozów powszechnie stosowanych w szkółkarstwie ozdobnym, do których zalicza się nawóz Skott Basatote uzyskano zwiększenie 40,2-30,4%. Rośliny mikoryzowane miały dłuższe igły i większą liczbę pąków szczytowych. Przy takiej różnicy między mikoryzacją a dotychczas stosowanym nawożeniem, mikoryzacja zasługuje na większą jak dotąd uwagę.

Rys. 3. Schemat aplikatora do grzybni mikoryzowej: 1 - zbiornik 15 litrów, 2 - wąż, 3 - rękojeść z zaworem, 4 - końcówka do mikoryzy

Fig. 3. Scheme of mycorrhizal mycelium applicator: 1 - tank of 15 l capacity, 2 - hose, 3 - handle with valve, 4 - nozzle for mycorrhize

Bardzo obiecujące są wyniki mikoryzacji z punktu widzenia wpływu na plon w uprawach sadowniczych borówki amerykańskiej i żurawiny, prowadzonych przez Instytut Sadownictwa w Skierniewicach oraz ochrony roślin przed patogenami występującymi w glebie. Zmniejszenie ilości nawozu, wyeliminowanie stosowania środków ochrony roślin [Orlikowski 2004] i uzyskanie zwiększonego, zdrowego plonu jest efektem zrównoważonym różnych czynników wpływających na końcowy efekt produkcji jakim jest plon. Nie bez znaczenia pozostaje też dobór fungicydów przy kikoryzacji [Aleksandrowicz-Trzcńska 2004].

Wnioski

1. Przy podejmowaniu decyzji o nasadzeniach roślin zamikoryzowanych czy niezamikoryzowanych trzeba uwzględnić następujące czynniki: rośliny mikoryzujemy tylko raz przez cały okres ich życia, do dalszej produkcji zamikoryzowanych roślin zużywany znacznie mniej nawozów i bardzo ograniczamy stosowanie środków ochrony roślin, mikoryzację najczęściej możemy ocenić nie u szkółkarza, lecz u odbiorcy materiału szkółkarskiego.

2. Celowe byłoby kontynuowanie rozpoczętych badań, zmierzających do doskonalenia technologii mikoryzacji, szczególnie sadowniczej i w drzewostanie terenów zieleni miejskiej.

Bibliografia

Aleksandrowicz-Trzcińska M. 2004. Wpływ fungicydów na mikoryzy sadzonek drzew leśnych. Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW, Warszawa

Borkowska B. 2004. Dlaczego mikoryza. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice

Kubiak J. 2004. Sposoby aplikacji szczepionek mikoryzowanych. Seminarium nt. Dlaczego mikoryza jest szansą sukcesu dla roślin ogrodniczych i leśnych. SGGW, Warszawa

Orlikowski L. 2004. Mikoryzowanie roślin a rozwój fytoftorazy. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice

MYCORRHIZATION OF THE PLANTS AND MYCORRHIZAL VACCINE APPLICATION

Summary

Ability of mycelium to gain the nutrients unaccessible, but necessary to plant growth and development, enables to reduce the fertilizer application just to 50% of dose recommended until now. An important role is credited to the ability of mycorrhizal fungi to neutralizing effects of heavy metals and other toxic substances on the plants. The studies being carried out enable to identify the biological phenomenon of mycorrhize as a fertilizer, biological preparation and regulator. Various mycorrhize functions and their impact on natural environment are being recognized more and more extensively. Special attention is paid to reduction of chemical plant protection and the pest control. Technology of mycorrhizal vaccine preparation and application was elaborated for each plant species. The research results obtained until now indicate the necessity of further studies because of rising costs of fertilization, plant protection and natural environment protection.

Key words: mycorrhiza, mycorrhizal applicator, mycorrhizal vaccine

Recenzent: Jan Pabis
