

Korzenie drzew i roślin uprawnych oraz grzyby – partnerstwo w celu optymalizacji produkcji rolno-leśnej w klimacie umiarkowanym

Źródło: Robert Borek and Andrzej Książniak (IUNG)

Mikoryza jest związkiem pomiędzy grzybem i rośliną, polegającym na wymianie substancji odżywczych. W zamian za część cukrów pobieranych przez grzyba z tkanki korzeniowej rośliny, ma ona większy dostęp (przez strzępki grzyba) do wody i składników pokarmowych w glebie.

Szczepienia mikoryzowe roślin mogą zwiększyć ich plonowanie przez stymulację wzrostu, ograniczenie środowiskowego stresu (suszy, zasolenia, niedoboru składników pokarmowych, oddziaływania metali ciężkich, niekorzystnych warunków pH), kontrolę patogenów (aktywną i pasywną) oraz poprawę jakości odżywczej i zdrowotnej liści roślin żywicielskich. Grzyby mikoryzowe zwiększają różnorodność i stabilność populacji mikroorganizmów glebowych. Uczestniczą również w tworzeniu struktury gleby (próchnicy) dzięki szybkiemu rozkładowi węgla ze strzępek oraz produkowanym przez nie glocmalinom i lipopolisacharydom.

Typy mikoryz oraz ich rola w systemach rolnych i leśnych

Gleby uprawne i porolne mają – w porównaniu do gleb leśnych – inne właściwości fizyczno-chemiczne, jak i inne zespoły drobnoustrojów glebowych, zwłaszcza bakterii i grzybów (Paul and Clark 1988). W glebach uprawnych dominują symbiotyczne grzyby endomikoryzowe (nazywane dalej grzybami arbuskularnymi – fot. 1), zasiedlające korzenie blisko 90% roślin zielnych: traw, roślin zbożowych, warzywnych i okopowych. Symbioza arbuskularna występuje również u niektórych owocowych roślin drzewiastych i krzewiastych. Popularnym rodzajem symbiozy jest mikoryza wrzosowatych (erikoidalna), na przykład występująca u borówki brusznicy, amerykańskiej, wysokiej czy żurawiny.



Rys. 1. Arbuskule wewnątrz komórek korzenia, wezikuły i strzępki grzyba endomikoryzowego w tkance korzenia



Rys. 2. Pozakorzeniowe strzępki grzybów ektomikoryzowych w glebie przykorzeniowej i na korzeniach roślin.

W glebie uprawnej praktycznie nie znajdziemy śladu obecności i aktywności grzybów ektomikoryzowych (Cardon and Zoe 2011), które w większości nawiązują symbiozę z drzewami liściastymi i iglastymi. Obecność ektomikoryzy na korzeniach drzew przejawia się w postaci charakterystycznych skróconych i pogrubionych korzeni (fot. 2), a także w postaci pojawiających się pod koronami drzew leśnych owocników grzybów kapeluszowych. Wymienione rodzaje symbiozy mikoryzowej (ektomikoryzowa oraz arbuskularna) mają podobne funkcje w odniesieniu do różnych rodzajów roślin.

Ektomikoryzy drzew leśnych zwiększają odporność na choroby korzeni (e.g. huba korzeniowa, opieńka) co poprawia zdrowotność roślin i przeżywalność nasadzeń. Przez stabilizację gleby siecią grzybni, grzyby ektomikoryzowe zwiększają oddziaływania przeciwerozyjne korzeni drzew. Poprzez kontrolę wytwarzania pewnych substancji występujących w liściach (np. kwas salicylowy w wierzbie) mogą chronić drzewa przed owadami i w ten sposób dostarczają naturalnego antybiotyku dla zwierząt.

Drzewa współpracujące z grzybami arbuskularnymi (np. jabłoń, wiśnia, orzech włoski, topola, wierzba, robinia akacjowa, morwa, jesion, dereń) mogą działać jak magazyn grzybni dla roślin zielnych. Sieci grzybni w systemach rolno-leśnych ułatwiają komunikację ze sobą drzew oraz roślin zielnych/traw, a także polepszają wymianę wody i składników pokarmowych.

Technologie wprowadzania grzybów mikoryzowych w systemach rolno-leśnych

Do zadrzewień powinny być wybierane drzewa pochodzące ze szkółek leśnych, gdzie często są zaszczepiane grzybami ektomikoryzowymi (fot. 3), lub ulegają naturalnej mikoryzacji z racji usytuowania w obrębie kompleksów leśnych. Wykorzystywać należy rodzime gatunki drzew, najlepiej dostosowane do strefy klimatycznej obejmującej obszar projektowanego systemu rolno-leśnego. Sadzonki mikoryzowane – zarówno z gołym korzeniem jak i z bryłą korzeniową – powinny być chronione przed przesuszaniem systemu korzeniowego. W przypadku przeprowadzania mikoryzacji sadzonek, należy postępować zgodnie z instrukcjami producentów szczepionek mikoryzowych co do sposobu i terminu aplikacji preparatu do systemu korzeniowego roślin.



Rys 3. Mikoryzowane sadzonki (po prawej) charakteryzują się lepszym wzrostem i rozwojem systemu korzeniowego już w pierwszym roku po sadzeniu.

Mikoryzowanie każdej sadzonki rozmnażanej w multiplacie powinno być wykonane przez zanurzenie jej w zawiesinie szczepionki mikoryzowej na głębokość 1/2 bryły korzeniowej i bezpośrednie posadzenie mechaniczne bądź ręczne.

Rośliny otrzymane od producenta sadzonek w pęczkach powinny mieć, w pierwszej kolejności, wyrównany system korzeniowy przez przycięcie zbyt długich korzeni, następnie małymi porcjami być zanurzone w zawiesinie mikoryzy i bezpośrednio sadzone.



Figure 4. Short Rotation Coppice willow combined with legume ley in an agroforestry system at Wakelyns Agroforestry, Suffolk, UK. Photo credit: Jo Smith

Mikoryzacja wierzby energetycznej może odbywać się dopiero po wytworzeniu przez nią własnego systemu korzeniowego (fot. 4), po wsadzeniu zrazów do gleby, ok. 2-3 miesiące od momentu sadzenia. Aplikacja szczepionki powinna być wykonana za pomocą dwuotworowej igły do aplikacji. Bardzo istotne jest aby temperatura gleby na głębokości 10 cm była nie mniejsza niż 12°C. Wilgotność gleby winna wynosić 60% pojemności wodnej.

Aplikacja szczepionki z grzybami arbuskularnymi w postaci sproszkowanej może być alternatywną metodą mikoryzacji. Proszek mieszamy z wodą, a uzyskanym roztworem opryskujemy glebę wokół rośliny, zaprawiamy nasiona przed wysiewem lub też bezpośrednio wprowadzamy go do gleby.

Mikoryzacja grzybami arbuskularnymi jest często łączona w postaci polepszaczy glebowych z zastosowaniem tzw. Efektywnych Mikroorganizmów, jednakże efektywność działania roztworów jest zwykle niższa niż w przypadku mikoryzowanych sadzonek.

W przypadku upraw jednorocznych, polepszacz glebowy może być rozprowadzony na powierzchni gleby, w osobnym zabiegu bądź podczas siewu, lub też wprowadzony doglebowo. Można go również aplikować bezpośrednio na nasiona, poprzez opylanie, zawiesinę bądź otoczkowanie nasion. W przypadku aplikowania nawozu w istniejących już sadach czy plantacjach, nawóz stały może zostać przekopany z glebą w pobliżu korzeni przy użyciu np. brony oraz przez bezpośrednią iniekcję do gleby (Malusa i Ciesielski).

Staranne dobranie roślin żywicielskich, grzybów oraz genotypu roślin jest istotne dla uzyskania jak najlepszych rezultatów. Dlatego też ważne jest, by stosować regionalnie dostosowane izolaty grzybów

Dobre praktyki sprzyjające rozwojowi mikoryzy roślin

- Średni poziom azotu oraz niski poziom fosforu w glebie (Liu 2000, Johnson 1993)
- Płytką uprawą gleby lub jej brak (uprawa uproszczona, uprawa konserwująca) (Galvez i in. 2001, Kabir 2005)
- Precyzyjne oraz zrównoważone zarządzanie składnikami pokarmowymi (dla nawozów organicznych, naturalnych, kompostów, nawozów o spowolnionym działaniu stosowanych w umiarkowanych ilościach) (Douds i in. 2012, Ustuner i in. 2009)
- Wzbogacenie płodozmianu (Larkin 2008) roślinami okrywowymi oraz wiążącymi azot (Njeru et al. 2015), oraz ograniczanie występowania roślin odpornych na mikoryzę (np. z rodzin Brassicaceae, Chenopodiaceae, Linaceae) (Peat i Fitter 1993). Ograniczone zastosowanie środków chemicznej ochrony (Miller i Jackson 1998, Carenho i in. 2000)
- Połączenie szczepienia grzybami arbuskularnymi z zastosowaniem polepszaczy gleby lub biopestycydów (Weber 2014)

Literatura

Larkin, R.P. (2008). Relative effects of biological amendments and crop rotations on soil microbial communities and soilborne diseases of potato. *Soil Biol. Biochem.* 40, 1341–1351.

Njeru, E.M., Avio, L., Bocci, G., Sbrana, C., Turrini, A., Barberi, P., Giovannetti, M., Oehl, F. (2015). Contrasting effects of cover crops on 'hot spot' arbuscularmycorrhizal fungal communities in organic tomato. *Biol. Fertil. Soils* 51, 151–166.

Peat, H. J., & Fitter, A. H. (1993). The distribution of arbuscular mycorrhizas in the British flora. *New Phytologist*, 125(4), 845-854.

Galvez, L., Douds Jr.D.D., Drinkwater, L.E., Wagoner, P. (2001). Effect of tillage and farming system upon VAM fungus populations and mycorrhizas and nutrient uptake of maize. *Plant Soil* 118, 299–308.

Liu, A., Hamel, C., Hamilton, R.I., Smith, D.L. (2000) Mycorrhizae formation and nutrient uptake of new corn (*Zea mays* L.) hybrids with extreme canopy and leaf architecture as influenced by soil N and P levels. *Plant and Soil* 221:157–166

Douds, D.D., Lee, J., Rogers, L., Lohman, M.E., Pinzon, N., Ganser, S. (2012). Utilization of inoculum of AM fungi produced on-farm for the production of *Capsicum annum*: a summary of seven years of field trials on a conventional vegetable farm. *Biol. Agric. Hortic.* 28, 129–145

Ustuner, O., Wininger, S., Gadkar, V., Badani, H., Raviv, M., Dudai, N., Medina, S., Kapulnik, Y. (2009) Evaluation of different compost amendments with arbuscular mycorrhizal inoculum for optimal growth of chives. *Compost Sci. Utilization* 17, 257–265.

Johnson, N.C. (1993) Can fertilization of soil select less mutualistic mycorrhizae? *Ecol Appl* 3:749–757.

Kabir, Z. (2005) Tillage or no-tillage: impact on mycorrhizae. *Can J Plant Sci* 85:23–29.

Carrenho, R., Ramos, V.L., Gracioli, L.A. (2000) Effect of the fungicides Fosetyl-Al and Metalaxyl on arbuscularmycorrhizal colonization of seedlings of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck grafted onto *C. limon* (L.) Burmf. *Acta Sci.* 229, 305–310

Miller, R.L., Jackson, L.E. (1998) Survey of vesicular-arbuscular mycorrhizae in lettuce production in relation to management and soil factors. *J. Agric. Sci.* 130, 173–182.

Weber O.B. *Biofertilizers with Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Agriculture* In: (Ed.): Solaiman Z.M. Abbott L.K., Varma A. (2014) *Mycorrhizal Fungi: Use in Sustainable Agriculture and Land Restoration*. Springer.

Malusa and Ciesielski. *Biofertilizers: a resource for sustainable plant nutrition*. Available online 09.04.2018 at <https://www.feedingknowledge.net/home>

Paul, E.A., Clark, F.E. (1988) *Soil microbiology and biochemistry*. Academic Press Inc., New York

Cardon, Z.G., Whitbeck, J.L. (2011) *The rhizosphere: an ecological perspective*. Elsevier.