

Anna Ząbkiewicz, Magdalena Myga-Nowak, Katarzyna Bandurska, Piotr Krupa*

*Instytut Chemii, Ochrony Środowiska i Biotechnologii, Akademia im. Jana Długosza,
42-200 Częstochowa, Armii Krajowej 13/15, Polska;*

* e-mail: p.krupa@ajd.czest.pl

Zadrzewienia i odnowienia z użyciem preparatów mikoryzowo-bakteryjnych

Streszczenie

Dla roślin wprowadzanych na tereny trudno odnawialne – zalesienia porolne, stanowiska przemysłowe czy gleby zdegradowane, znaczącą rolę odgrywają grzyby mikoryzowe i bakterie wspomagające. Pomocne dla stanowisk pozbawionych naturalnych komponentów biotycznych są, stosowane coraz częściej, sztuczne szczepionki mikoryzowo-bakteryjne. Ich efektywność zależy w dużej mierze od gatunków, a raczej szczepu grzyba i bakterii aktywnych w procesie symbiotycznym. Znaczenie ma także pochodzenie mikroorganizmów używanych do mikoryzacji. Oporność grzybów nawet tego samego gatunku na wysokie stężenia metali ciężkich jest większa, gdy izolowane są z terenów skażonych, a efektywność w dostarczaniu wody i soli mineralnych roślinom wzrasta, gdy symbionty pochodzą ze stanowisk suchych. Efektywne zalesienie czy zadrzewienie trudnoodnawialnych stanowisk bez pomocy symbiontów jest niemożliwe.

Słowa kluczowe: mikoryza; grzyby mikoryzowe; bakterie MHB; ryzosfera

Wprowadzenie

Na terenach porolnych i powierzchniach zdegradowanych, będących pod wpływem emisji przemysłowych, istotnym problemem jest rekultywacja i zadrzewienie terenów. Od lat zajmują się tym zespoły badawcze, które często w swoich działaniach traktują glebę tylko jako miejsce przyczepu dla roślin, a nie uwzględniają istotnych oddziaływań, jakie zachodzą między korzeniami roślin a mikroorganizmami zasiedlającymi ich ryzosferę. Fizyczne i chemiczne zabiegi bez uwzględnienia aspektu biologicznego nie dają pozytywnych rezultatów. Choć obecnie wiadomo, że na takich trudnoodnawialnych terenach wzrost i rozwój roślin w dużej mierze jest uzależniony od czynników biologicznych, często przy opracowaniu strategii zadrzewień znaczenie mikroorganizmów jest pomijane. Skutkiem tego jest zamieranie roślin po ok. 1-2 latach od odnowienia. Nawet, gdy rekultywację prowadzi się z użyciem siewek mikoryzowanych rzadko obserwujemy trwałe odnowienie terenów w glebach, których brak naturalnych symbiontów. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest często nieodpowiedni dobór grzybów mikoryzowych, które nie są zdolne do zasiedlania gleb silnie przekształconych, porolnych czy naturalnych nieleśnych. Nie uwzględnia się także bakterii ryzosferowych i wspomagających mikoryzy, które jak pokazują wyniki wielu

badania naukowych, w znaczący sposób wpływają na infekcję mikoryzową, a co za tym idzie wzrost i rozwój sadzonek.

Tylko odpowiednio wyselekcjonowane grzyby i bakterie, przystosowane do lokalnych warunków środowiskowych, mogą stanowić podstawę szczepionek wykorzystywanych do efektywnej inokulacji siewek przeznaczonych do nasadzeń w terenach trudno odnawialnych.

1. Grzyby mikoryzowe

Grzyby mikoryzowe występują powszechnie i w naturalnych warunkach tworzą układy symbiotyczne z prawie wszystkimi drzewami. Symbioza ta, często o charakterze mutualistycznym, jest bardzo korzystna szczególnie dla roślin. Postuluje się, że na terenach inicjalnych, stepach, powierzchniach porolnych, czy na tak zwanych terenach trudno odnawialnych, wzrost i rozwój roślin drzewiastych bez współżycia z partnerami grzybowymi praktycznie nie jest możliwy. Dotyczy to także plantacji drzew i krzewów ze względu na odbywającą się tam silną intensyfikację produkcji masy roślinnej. Same korzenie roślin bez współpracy z grzybami mikoryzowymi nie są w stanie zaspokoić potrzeb wzrostowych drzew. Mikoryza wzmacnia efektywność pobierania wody i biogennych pierwiastków przez co wydatnie wpływa na wzrost i rozwój roślin.^[3,7,15,16,19] Grzyby mikoryzowe mogą skutecznie bronić swojego gospodarza – roślinę przed patogenami.^[9,20]

Zbita zewnętrzna opłisń grzybowa zwana mufką, która szczelnie otula korzenie stanowi zarówno barierę mechaniczną, jak i fizjologiczną dla potencjalnych mikroorganizmów patogenicznych. Przykładowo, Stenström (1997) udowodnił, że wydzieliny grzybów ektomikoryzowych mogą inaktywować toksyny i enzymy patogenów wnikać do korzeni.^[21] Wykazano ponadto zdolność symbiontów mikoryzowych do produkcji wielu substancji antybiotycznych, bądź statyków takich jak: terpeny, fenole czy fitoaleksyny hamujących wzrost patogenów. Mikoryzy mogą także stymulować w ryzosferze rozwój mikroorganizmów antagonistycznych w stosunku do wielu patogenów korzeniowych. Nie mniej ważne wydają się zagadnienia z dziedziny ekologii mikoryz. Bez znajomości biologii grzybów mikoryzowych, poznania ich predyspozycji, a w końcu odpowiedniej selekcji i sztucznych szczepień, nie jest możliwa odnowa terenów zdegradowanych.^[12,13] Prowadzone przez lata obserwacje terenowe wyraźnie wskazują, że jedynie grzyby i bakterie, bytujące na takich stanowiskach są odpowiednimi partnerami dla rosnących tam roślin.^[13] Dla przykładu wieloletnia adaptacja do podwyższonych stężeń metali ciężkich zaowocowała wyselekcjonowaniem szczepów bakterii i grzybów, zdolnych do przeżycia w tych niekorzystnych warunkach. Hamowanie translokacji metali z gleby do roślin przyczynia się w istotny sposób do ich ochrony przed toksycznym działaniem polutantów.^[2,6,8,13,23] Kowalski (1997) wskazuje na możliwość poprawy zdrowotności i udatności w hodowli drzew leśnych, jaką jest mikoryzacja sadzonek na plantacjach, w szkółkach i uprawach.^[9,11,14] Pogląd ten jest zgodny z tendencjami obserwowanymi w rolnictwie i szkółkarstwie światowym. Problemami są natomiast: dobór odpowiednich gatunków, szczepów grzybów, ich zdolność do przeżycia w nowym środowisku i tworzenia układów symbiotycznych, a także nośniki grzybni i sposoby zaszczepiania podłoża. Poznanie wzajemnych zależności mikoryzosferowych ma duże znaczenie jako istotny element tzw. walki zintegrowanej. Jej celem jest ograniczenie do minimum kosztownych i często zbyt silnie ingerujących w środowisko

technologii, na rzecz stymulowania rozwoju autochtonicznych grzybów symbiotycznych lub stosowaniu wyselekcjonowanych szczepionek mikoryzowych.^[9,12]

2. Bakterie wspomagające mikoryzy

Od kilku lat uwagę badaczy, zajmujących się funkcjonowaniem i rolą mikoryz, zajmują bakterie występujące obok grzybów w mikoryzosferze. Ryzosfera, dzięki wydzielaniu korzeniowym stanowiącym łatwo dostępne źródło węgla i energii, jest licznie zasiedlana przez bakterie należące głównie do rodzajów *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Bacillus* czy *Flavobacterium*. Wśród nich znaczącą grupę stanowią bakterie PGPR – promujące wzrost roślin (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) oraz bakterie MHB – wspomagające mikoryzy (*Mycorrhization Helper Bacteria*). Bakterie MHB, zwane potocznie helperami, mogą występować zarówno na powierzchni korzeni mikoryzowych, jak też w wewnętrznej przestrzeni między strzępkami grzybów i sieci Hartiga.^[1,17] Tworzą razem z grzybami mikoryzowymi swoistego typu konsorcja oddziałujące jednocześnie na fitobionta, jak i mikobionta oraz uczestniczące jednocześnie w formowaniu i funkcjonowaniu symbioz mikoryzowych.^[2] W fazie tworzenia mikoryz helpery stymulują kiełkowanie zarodników, sklerocjów i innych form spoczynkowych grzybów, co zwiększa prawdopodobieństwo spotkania się dwóch kompatybilnych partnerów. Pobudzająco na rozwój strzępek grzybów działa obniżenie pH gleby spowodowane przez kwasy organiczne wydzielane przez bakterie MHB. Wiele bakterii kolonizujących korzenie może wytwarzać auksynę, która pobudza wzrost korzeni krótkich, szczególnie wrażliwych na infekcję grzyba mikoryzowego.^[18] Ponadto helpery ułatwiają wzajemny kontakt mykobionta i fitobionta, współtworząc tzw. powierzchnię zamocowania. Bakterie mogą przylegać do komórek ryzodermi i za pośrednictwem wydzielanych enzymów takich jak: pektynazy, celobiazy, zmiękczają ściany komórkowe i rozpuszczają blaszki środkowe w komórkach kory pierwotnej, ułatwiając w ten sposób penetrację strzępek grzyba do przestworów międzykomórkowych.^[5,20,22]

Wyżej przytoczone argumenty jednoznacznie wykazują, że aktywność mikroorganizmów ryzosferowych, a w szczególności grzybów i bakterii wspomagających, jest jednym z głównych czynników warunkujących wzrost roślin na terenach trudnodnawalnych. Efektywne zalesienie czy zadrzewienie w tych warunkach bez pomocy symbiontów jest niemożliwe.

Literatura:

- [1] Bending G., Poole E.J., Whipps J.M., Read D.J., *FEMS Microbiol. Ecol.*, **2002**, 39, 219-227.
- [2] Duponnois R., Pienchette C., *Mycorrhiza*, **2003**, 13, 85-91.
- [3] Eltrop L., Marschner H., *New Phytol.*, **1996**, 133, 469-478.
- [4] Frey B., Zierold K., Brunner I., *Plant Cell Environm.*, **2000**, 23, 12-57.
- [5] Garbaye J., *New Phytol.*, **1994**, 128, 197-210.
- [6] Hegedus N., Emri T., Szilagyi J., Kara'nyi Z., Nagy I., Penninckx I.P., Po'csi I., *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **2007**, 23, 1339-1343.
- [7] Hees P., Rosling A., Finlay R., *Soil Biol. Biochem.*, **2007**, 38, 1912-1923.
- [8] Jentschke G., Godbold D., *Physiol. Plant.*, **2000**, 109, 107-116.
- [9] Kowalski S., *Phytopathol. Pol.*, **1997**, 12, 163-175.

- [10] Kowalski S., *Sylwan*, **1997**, 6, 5-15.
- [11] Kowalski S., Rębisz A., Wojewoda W., *Badanie stosunków biotycznych pomiędzy wybranymi grzybami mikoryzowymi i patogenicznymi* [w:] *Choroby roślin a środowisko*, M. Mańka (red.), Wyd. Pol. Tow. Fitopatol., Poznań, **1996**.
- [12] Krupa P., *Ektomikoryzy i ich znaczenie dla drzew rosnących na terenach zanieczyszczonych metalami ciężkimi*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, **2004**.
- [13] Krupa P., Kozdrój J., *Water Air Soil Pollut.*, **2007**, 182, 83-90.
- [14] Marx D.H., Marrs L.F., Cordell Ch.E., *Dendrology*, **2002**, 47, 27-40.
- [15] Müller T., Avolio M., Olivi M., Benjdia M., Rikirsch R., Kasaras A., Fitz M., Chalot M., Wipf D., *Phytochemistry*, **2007**, 68, 41-51.
- [16] Nieminen J.K., Setälä H., *Applied Soil Ecology*, **2001**, 17, 189-197.
- [17] Nurmiaho-Lassila E.L., Timonen S., Haahtela K., Sen R., *Can. J. Microbiol.*, **1997**, 43, 1017-1035.
- [18] Perotto S., Bonfante P., *Trends Microbiol.*, **1997**, 5, 496-501.
- [19] Read D.J., *Towards ecological relevance – progress in the path towards an understanding of mycorrhizal functions in nature* [w:] *Mycorrhizal Ecology*, M.G.A. van der Heiden, I.R. Sanders (red.), Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg, **2002**, s. 3-29.
- [20] Rudawska M., *Sylwan*, **2000**, 4, 27-39.
- [21] Stenström E., Damm E., Unestam T., *Rev. For. Fr.*, **1997**, 49, 121-128.
- [22] Strzelczyk E., *Post. Mikrobiol.*, **1999**, 38, 119-139.
- [23] Van Tichelen K.K., Colpaert J.V., Vangronsveld J., *New Phytol.*, **2001**, 150, 203-213.

Anna Ząbkiewicz, Magdalena Myga-Nowak, Katarzyna Bandurska, Piotr Krupa*

Institute of Chemistry, Environmental Protection and Biotechnology, Jan Długosz University, 42-200 Częstochowa, Armii Krajowej 13/15, Poland;

* e-mail: p.krupa@ajd.czest.pl

Reforestation and restoration using mycorrhizal-bacteria preparation

Abstract

Mycorrhizal fungi and mycorrhization helper bacteria play an important role for plants in the post - agricultural areas and in the degraded land which are under the influence of industrial emissions. The artificial mycorrhizal-bacteria inoculum can be helpful for areas without natural biotic components. Their effectiveness depends largely on the species, but rather a strain of fungus and bacteria, which are active in the process of symbiosis. The origin of the microorganism used in mycorrhization is also significant. Fungal resistance, even of the same species, at high concentrations of heavy metals is higher when they are isolated from contaminated areas, and the efficiency in the delivery of water and mineral salts for the plant is increased when symbionts come from dry position. Effective land rehabilitation and reforestation in the post-agricultural areas are impossible without the help of fungal and bacteria symbionts.

Keywords: mycorrhiza; mycorrhizal fungi; MHB bacteria; rhizosphere