

KAZIMIERZ SZABLA

## Hodowlane i ekonomiczne aspekty produkcji materiału sadzeniowego z zakrytym systemem korzeniowym poddanego zabiegowi sterowanej mikoryzacji

Silvicultural and economic aspects of container-grown seedling production subjected to controlled mycorrhization

### ABSTRACT

Szabla K. 2009. Hodowlane i ekonomiczne aspekty produkcji materiału sadzeniowego z zakrytym systemem korzeniowym poddanego zabiegowi sterowanej mikoryzacji. Sylwan 153 (4): 253-259.

This study focuses on the variation in the growth and development parameters of seedlings and their survival in plantations in relation to the degree of soil degradation and seedling production method. Seedlings were planted on former agricultural land, industry damaged forest zones II and III, burnt areas, reclaimed sand mine excavations and industrial soils. The material used in the study comprised container-grown seedlings mycorrhized with the fungus *Hebeloma crustuliniforme* and *Laccaria bicolor*, seedlings not subjected to controlled mycorrhization and field-grown bare-root seedlings.

### KEY WORDS

container-grown seedling, mycorrhized seedling, growth and development parameters

### ADDRESSES

Kazimierz Szabla – e-mail: sekretariat@katowice.lasy.gov.pl

Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Katowicach

### Wstęp

W drugiej połowie XX wieku w wielu regionach Europy pojawiły się problemy z utrzymaniem ciągłości i trwałości lasów. Ich stan zdrowotny pogarszał się, a na wielu obszarach lasy zaczęły zamierać. Zjawiskom tym towarzyszyła zwiększająca się liczba i powierzchnia pożarów. Wzrastała częstotliwość klęsk zarówno z przyczyn biotycznych, jak i abiotycznych. Powodem tego stanu, obok błędów w gospodarce leśnej, była wzrastająca degradacja gleb leśnych spowodowana działalnością gospodarczą człowieka, głównie emisjami przemysłowymi wielu toksycznych związków, które po przedostaniu się do gleby pustoszyły w niej wszelkie formy biologicznej aktywności, zmieniając także na lata jej chemizm. Na tak zdegradowanych powierzchniach prace zalesieniowe i odnowieniowe, a także przebudowa drzewostanów, stawały się coraz trudniejsze, malała ich efektywność, a koszty wzrastały. Leśnictwo polskie stanęło przed nowym wyzwaniem. Jednym z kierunków działań był rozwój szkółkarstwa leśnego [Fonder 2007]. W tych bowiem warunkach użycie sadzonek mocnych, zaopatrzonych we właściwe dla wieku i gatunku symbionty, dobrze i szybko adaptujących się w zdegradowanych glebach, stawało się koniecznością [Grzywacz 2007]. Takim wymaganiom odpowiadały sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym hodowane w specjalnych pojemnikach zablokowanych w kontenery, od których to szkółki przyjęły nazwę kontenerowych.

Pierwsza szkółka kontenerowa powstała w 1993 roku w Nadleśnictwie Śnieżka (Kostrzyca) dla potrzeb odbudowy lasów w Górach Izerskich. Druga rozpoczęła hodowlę sadzonek w 1997 roku w Nadleśnictwie Rudy Raciborskie, po katastrofalnym pożarze lasu. Hodowla sadzonek w szkółkach kontenerowych na specjalnie do tego celu przygotowanych substratach wymagała stosunkowo dużych nakładów inwestycyjnych, a także ścisłego przestrzegania warunków hodowli sadzonek i specjalnego przysposobienia nasion. Uruchomiło to szereg badań, a następnie wdrożeń ich wyników z zakresu nasiennictwa i szkółkarstwa do praktyki leśnej [Szabla, Pabian 2003]. Ścisłe kontrolowane warunki hodowli sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym w szkółkach kontenerowych umożliwiły też rozpoczęcie badań, a następnie prac wdrożeniowych, nad sterowaną mikoryzacją sadzonek w leśnictwie. W 1998 roku w laboratorium mikoryzowym szkółki kontenerowej Nadleśnictwa Rudy Raciborskie rozpoczęto produkcję biopreparatu mikoryzowego i mikoryzację sadzonek, głównych gatunków lasotwórczych, najpierw w oparciu o technologię francuską, a następnie polską, opracowaną pod kierunkiem profesora Stefana Kowalskiego. W 1999 roku wyhodowano blisko 1 milion sztuk sadzonek drzew leśnych, głównie: sosny zwyczajnej, świerka pospolitego, modrzewia europejskiego, dębu szypułkowego, buka pospolitego, brzozy brodawkowatej i lipy drobnolistnej. Z każdym rokiem rozmiar hodowli sadzonek mikoryzowanych ulegał zwiększeniu. W 2008 roku przekracza on w szkółkach Lasów Państwowych 12 mln. szt. rocznie, a w programie mikoryzacji bierze udział ponad 70 nadleśnictw [Berft 2007].

## Metody

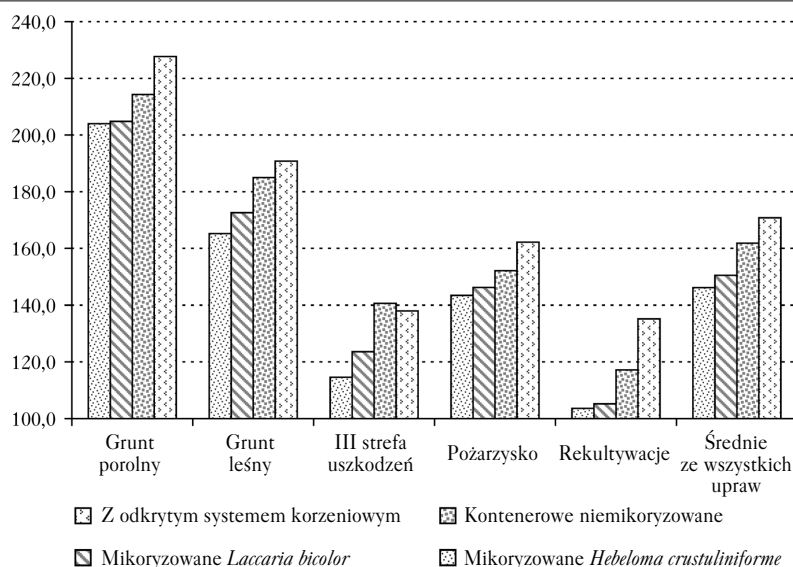
W leśnictwie polskim nie było dotąd żadnych doświadczeń w zakresie przyrodniczej i ekonomicznej sensowności mikoryzacji sadzonek. Dlatego w roku 1999 rozpoczęto program badawczy i przez cztery kolejne lata zakładano uprawy doświadczalne w różnych warunkach środowiskowych i glebowych na terenach o różnym stopniu degradacji gleb. Celem badań było określenie obszarów, na których sadzonki te w szczególności powinny być wysadzane, a także zbadanie hodowlanej i ekonomicznej efektywności ich stosowania. Przez kolejne lata zbierano i opracowywano wyniki z 20 upraw doświadczalnych, na których łącznie wysadzono ponad 100 tysięcy sadzonek, w tym ponad 65 tys. sosny zwyczajnej, blisko 9 tys. dębu szypułkowego, około 8 tys. buka pospolitego i prawie 10 tys. brzozy brodawkowatej. Sadzonki każdego z tych gatunków wysadzano w następujących kombinacjach: sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym mikoryzowane grzybem *Hebeloma crustuliniforme*, sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym mikoryzowane grzybem *Laccaria bicolor*, sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym niepoddawane zabiegowi sterowanej mikoryzacji oraz sadzonki z odkrytym systemem korzeniowym ze szkółki gruntowej. Na każdej uprawie kombinacje te były trzykrotnie powtórzone. Uprawy doświadczalne zakładano na gruntach porolnych i leśnych (zrębach) w II i III strefie uszkodzeń przemysłowych, na pożarzyskach, na rekultywowanych wyrobiskach piasku oraz na glebach industrialnych w V strefie uszkodzeń. Badaniami objęto m.in. różnicowanie się parametrów wzrostu i rozwoju sadzonek w uprawach oraz ich przeżywalność [Szabla 2007]. Pomiarów dokonywano co roku po zakończeniu wegetacji przez pięć kolejnych lat.

## Wyniki i dyskusja

Wyniki badań jednoznacznie wskazują na istotny pozytywny wpływ sterowanej mikoryzacji na różnicowanie się parametrów wzrostowych i żywotności sadzonek w uprawach, zwłaszcza dla takich gatunków jak sosna zwyczajna, dąb szypułkowy i buk pospolity [Szabla 2007]. Sadzonki tych gatunków szczepione grzybami ektomikoryzowymi w każdych warunkach glebowych

i środowiskowych (a więc na gruntach leśnych i nieleśnych o różnym stopniu degradacji) oraz na każdym etapie wzrostu w uprawach do wieku 5 lat (do tego wieku trwały badania) osiągały większe przyrosty na wysokość i na grubość w szyi korzeniowej, miały większą liczbę pędów bocznych i ich sumaryczną długość, a różnice te w stosunku do sadzonek niemikoryzowanych były statystycznie istotne [Szabla 2007].

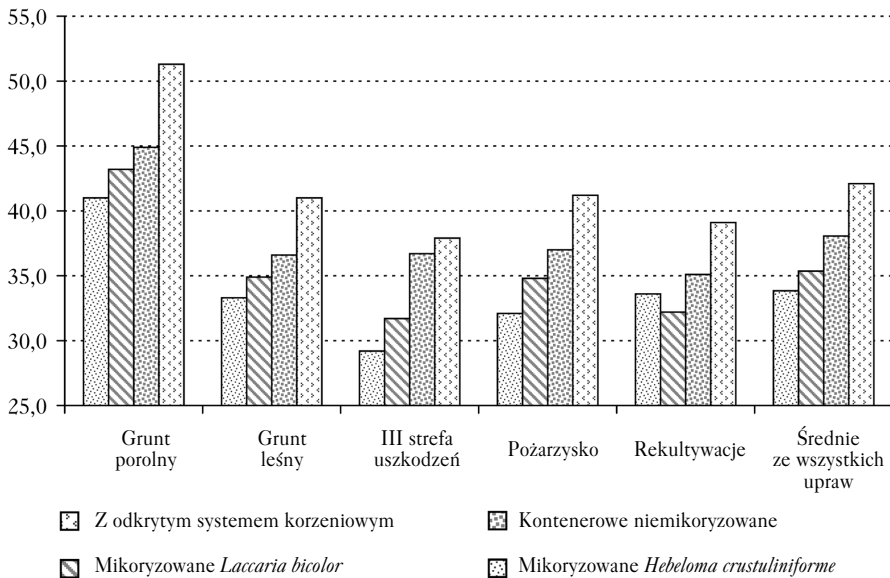
Porównując wpływ dwóch różnych gatunków grzybów użytych do szczepienia sadzonek na kształtowanie parametrów wzrostowych w uprawach, stwierdzono, że sadzonki mikoryzowane grzybem *H. crustuliniforme* w każdych warunkach środowiskowych osiągały wyższe parametry wzrostowe od sadzonek mikoryzowanych grzybem *L. bicolor* (ryc. 1-4). Także przeżywalność mikoryzowanych sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym była wymiennie większa od sadzonek niepoddanych temu zabiegowi oraz zdecydowanie większa (o 20-25%) od sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym (ryc. 5 i 6). Największą przeżywalność uzyskiwały sadzonki mikoryzowane grzybem *H. crustuliniforme*. Największe, sięgające 50%, różnice w przyroście na wysokość i grubość w szyi korzeniowej pomiędzy sadzonkami mikoryzowanymi a niemikoryzowanymi sosny i dębu stwierdzono w ciągu trzech pierwszych lat ich wzrostu w uprawach. W następnych latach różnice te nie zawsze były aż tak duże, chociaż zawsze statystycznie istotne. Ponad dziewięćdziesięcioprocentowa przeżywalność po 5 latach w uprawach sadzonek sosny i dębu, zwłaszcza mikoryzowanych grzybem *H. crustuliniforme*, pozwala na zmniejszenie ilości ich wysadzenia o 20-25%, a także prawie całkowite wyeliminowanie poprawek. W Nadleśnictwie Rudy Raciborskie, gdzie od 10 lat wysadza się mikoryzowane sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym (ok. 1,5 mln. szt. rocznie), wielkość poprawek nie przekracza 2% w stosunku do powierzchni zakładanych upraw. Duża dynamika przyrostu na wysokość sadzonek mikoryzowanych, zwłaszcza grzybem *H. crustuliniforme*, pozwala także, w pierwszych trzech latach, na skrócenie okresu pielęgnacji gleby w tych uprawach o 1 do 2 lat.



Ryc. 1.

Średni przyrost wysokości [cm] pięcioletnich sadzonek sosny w poszczególnych grupach upraw z lat 1999-2002 w zależności od kategorii gruntu

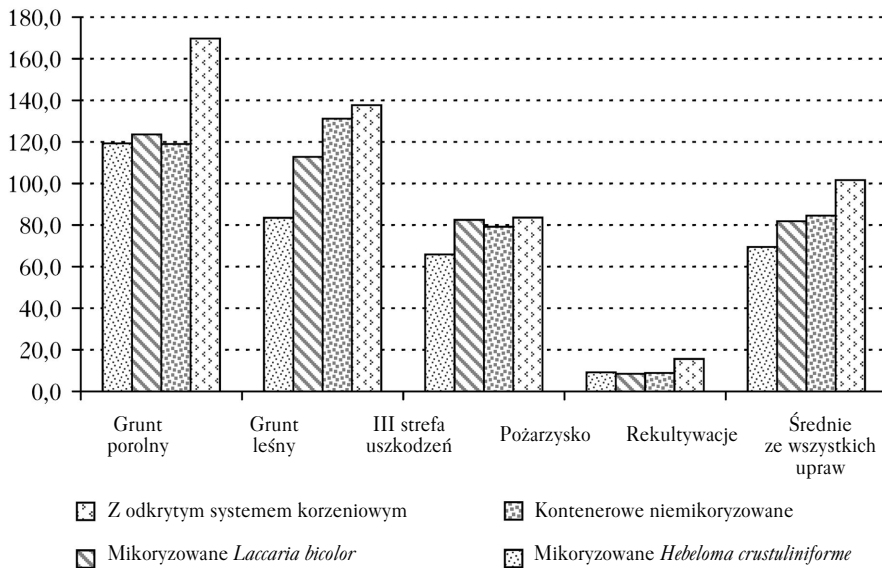
Mean height increment [cm] of 5-year-old pine seedlings in individual plantation groups for the period of 1999-2002 in relation to land category



Ryc. 2.

Średni przyrost średnicy szyi korzeniowej [mm] pięcioletnich sadzonek sosny w poszczególnych grupach upraw z lat 1999-2002 w zależności od kategorii gruntu

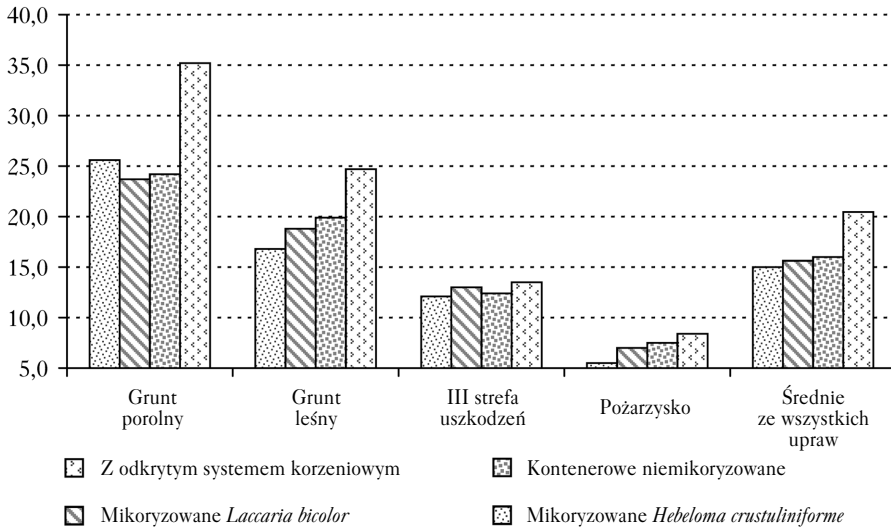
Mean root-collar diameter increment [mm] of 5-year-old pine seedlings in individual plantation groups for the period of 1999-2002 in relation to land category



Ryc. 3.

Średni przyrost wysokości [cm] pięcioletnich sadzonek dębu szypułkowego w poszczególnych grupach upraw z lat 1999-2002 w zależności od kategorii gruntu

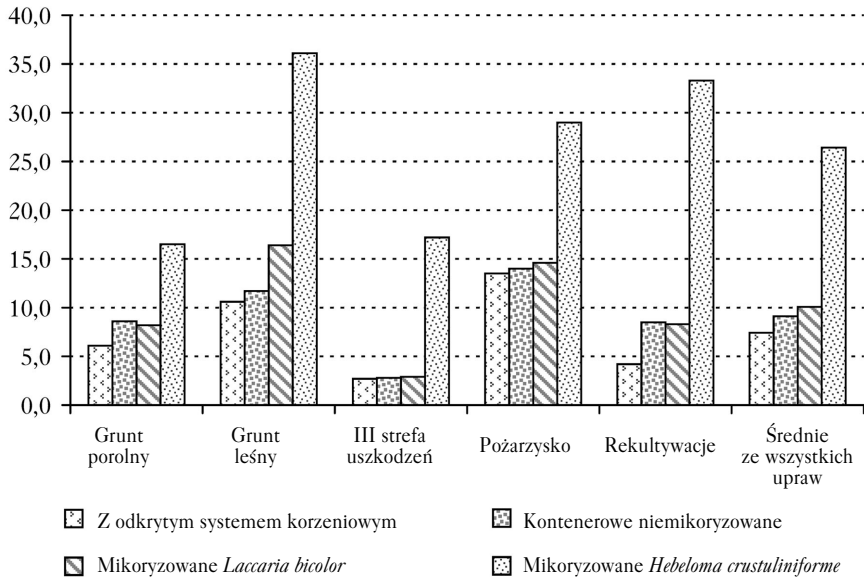
Mean height increment [cm] of 5-year-old pedunculate oak seedlings in individual plantation groups in the period of 1999-2002 in relation to land category



Ryc. 4.

Średni przyrost średnicy szyi korzeniowej [mm] pięcioletnich sadzonek dębu szypułkowego w poszczególnych grupach upraw z lat 1999-2002 w zależności od kategorii gruntu

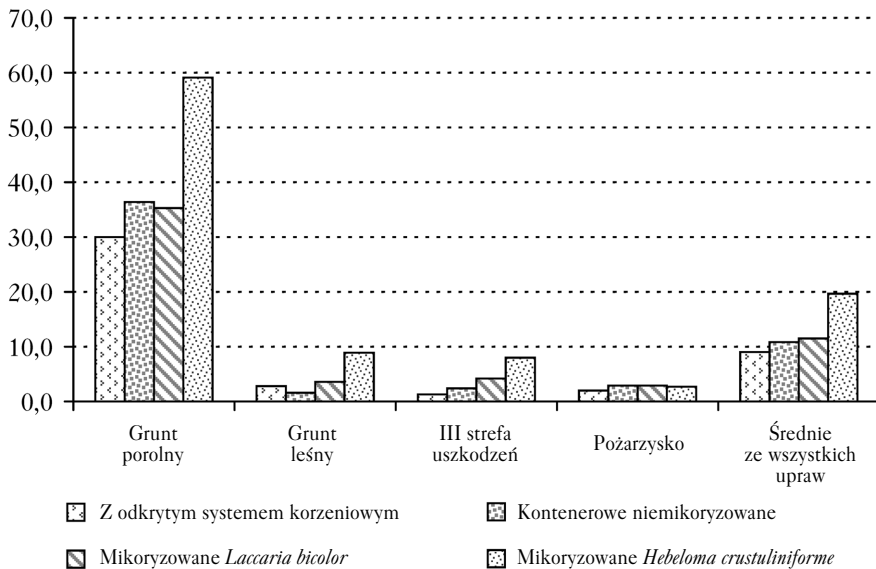
Mean root-collar diameter increment [mm] of 5-year-old pedunculate oak seedlings in individual plantation groups in the period of 1999-2002 in relation to land category



Ryc. 5.

Wypadki po 5 latach [%] sadzonek sosny w poszczególnych grupach upraw z lat 1999-2002 w zależności od kategorii gruntu

Losses [%] of pine seedlings five years after planting in individual plantation groups in the period of 1999-2002 in relation to land category



Ryc. 6.

Wypadki po 5 latach [%] sadzonek dębu szypułkowego w poszczególnych grupach upraw z lat 1999-2002 w zależności od kategorii gruntu

Losses [%] of pedunculate oak seedlings five years after planting in individual plantation groups in the period of 1999-2002 in relation to land category

Wyniki 9-letnich badań pozwoliły zdefiniować obszary, na których sadzonki mikoryzowane wszystkich naszych głównych gatunków lasotwórczych, z wyjątkiem brzozy brodawkowatej, winny być stosowane. Są to przede wszystkim grunty zniszczone działalnością górniczą oraz zdegradowane emisjami przemysłowymi, silnie zachwaszczające się, gleby szkieletowe w wyższych położeniach górskich, gleby porolne również po całkowitych i częściowych pożarach lasów.

W oparciu o wyniki badań z upraw doświadczalnych oraz oceny upraw, na które wysadzono sadzonki mikoryzowane, można stwierdzić, że sadzonki te cechuje duża zdolność adaptacji do trudnych warunków glebowych, a także zdecydowanie większa przeżywalność i dynamika wzrostu niż sadzonek niemikoryzowanych.

Porównując koszty założenia oraz późniejszego prowadzenia upraw (tzw. rachunek ciągłony kosztów) założonych z sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym mikoryzowanych w stosunku do takich samych w układzie rodzajowym kosztów upraw z sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym można stwierdzić, że sumaryczny koszt wyprowadzenia upraw z sadzonek mikoryzowanych po 5-ciu latach był przeciętnie od 10 do 30% niższy od kosztów wyprowadzenia upraw założonych z sadzonek z odkrytym systemem korzeniowym, mimo że sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym mikoryzowane były na starcie znacznie (2-3 razy) droższe. Użycie znacznie droższych sadzonek mikoryzowanych jest tym bardziej korzystne, im trudniejsze są warunki odnawianej powierzchni [Szabla, Pabian 2007].

## Literatura

- Berft M. 2007. Strategia Lasów Państwowych we wdrażaniu technologii mikoryzacji sadzonek drzew leśnych. W: Kowalski S. [red.] Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa. 59-70.
- Fonder W. 2007. Polski model szkółkarstwa leśnego. W: Kowalski S. [red.] Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa. 48-58.

- Grzywacz A. 2007. Potrzeby w zakresie produkcji sadzonek drzew leśnych szczepionych grzybami ektomikoryzowymi. W: Kowalski S. [red.] Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa. 38-47.
- Szabla K. 2007. Cechy morfologiczno-rozwojowe oraz przeżywalność sadzonek różnych gatunków drzew leśnych w uprawach doświadczalnych na gruntach nieleśnych i leśnych o różnym stopniu degradacji. W: Kowalski S. [red.] Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa. 289-336.
- Szabla K., Pabian R. 2003. Szkółkarstwo kontenerowe. Nowe technologie i techniki w szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa.
- Szabla K., Pabian R. 2007. Ekonomiczne uwarunkowania hodowli sadzonek różnych gatunków drzew leśnych, podanych zabiegowi sterowanej mikoryzacji. W: Kowalski S. [red.] Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa. 370-381.

## SUMMARY

### Silvicultural and economic aspects of container-grown seedling production subjected to controlled mycorrhization

Controlled mycorrhization in forest seedling production in Poland has been implemented since 1998. One year later, studies have been launched concerning the effect of mycorrhized seedlings on their growth, development and survival in plantations under different environmental conditions and on soils showing various degree of degradation.

A nine-year study statistically explicitly confirmed a positive effect of mycorrhization on the variability of seedling growth parameters. Mycorrhized seedlings in any environmental conditions in plantations showed a markedly higher (even by 50%) height and root-collar diameter growth than non-mycorrhized bare-root and container-grown seedlings. The largest differences in height growth between mycorrhized and non-mycorrhized seedlings occurred in the first three years after planting.

The survival of mycorrhized seedlings was considerably higher than of non-mycorrhized seedlings and with the worsening soil conditions the differences in survival were larger. Taking into consideration the difference between the costs of production of mycorrhized non-mycorrhized seedling and bare-root seedlings and analysing the rolling cost over a five-year period, mycorrhization of seedlings to be planted in difficult soil conditions proved economically justified. The comparison of the effects of two different fungal species used for seedling mycorrhization explicitly showed that seedlings mycorrhized with the fungus *Hebeloma crustuliniforme* had higher increments and better survival than seedlings mycorrhized with the fungus *Laccaria bicolor*.