

SAMUEL ŚLIWA

10 lat doświadczeń ze sterowaną mikoryzacją sadzonek drzew leśnych hodowanych w szkółce kontenerowej w Rudach Raciborskich

Ten years of experience with controlled mycorrhization of forest tree seedlings grown in the Rudy Raciborskie container nursery

ABSTRACT

Śliwa S. 2009. 10 lat doświadczeń ze sterowaną mikoryzacją sadzonek drzew leśnych hodowanych w szkółce kontenerowej w Rudach Raciborskich. Sylwan 153 (4): 260-265.

The paper discusses 10 years' experience with the production of forest tree species to which controlled mycorrhization is most often applied, i.e. Scots pine and pedunculate oak, grown in the Rudy Raciborskie container nursery.

KEY WORDS

controlled mycorrhization, pine, oak, container nursery

ADDRESSES

Samuel Śliwa – e-mail: s.sliwa@katowice.lasy.gov.pl

Nadleśnictwo Rudy Raciborskie; ul. Rogera 1; 47-430 Rudy

Wstęp

Szkółka kontenerowa, wyposażona w urządzenia technologiczne zapewniające rosnącym sadzonkom optymalne warunki termiczne, wilgotnościowe i nawożeniowe zarówno na etapie kiełkowania nasion, jak i dalszego wzrostu oraz rozwoju, umożliwia także poddawanie hodowanych sadzonek sterowanej mikoryzacji grzybami mikoryzowymi [Szabla, Pabian 2003].

Szkółka kontenerowa Nadleśnictwa Rudy Raciborskie była od samego początku działalności, tj. od roku 1997, poligonem doświadczalnym wdrażania polskiej technologii mikoryzacji sadzonek drzew leśnych. Początkowe doświadczenia zakładane w szkółce i nadzorowane przez profesora Stefana Kowalskiego z Katedry Fitopatologii Wydziału Leśnego w Krakowie prowadzone były w szerokim zakresie i miały za zadanie uzyskanie niezbędnej wiedzy dotyczącej: doboru kontenera, ustalenia składu substratu hodowlanego, ustalenia optymalnej dawki biopreparatu inokulującego dla poszczególnych gatunków, sposobu i rodzaju nawożenia, opracowania optymalnego terminarza siewów i określenia długości przebywania zasiewów w warunkach kontrolowanych, określenia wrażliwości na stosowane w szkółce środki chemicznej ochrony roślin oraz innej wiedzy, niezbędnej na etapie opracowywania i wdrażania nowej technologii. Wiedza zdobyta w trakcie tych pierwszych doświadczeń była corocznie weryfikowana poprzez wyniki kolejnych doświadczeń i poszerzana o obserwacje praktyczne pracowników nadleśnictwa i szkółki.

Prowadzone w pierwszym okresie wdrażania technologii doświadczenia i obserwacje pozwoliły między innymi na zrezygnowanie z bardzo kosztownego procesu sterylizacji torfu przy

zastosowaniu gorącej pary wodnej, obniżenie dawki biopreparatu do najniższego możliwego poziomu gwarantującego uzyskanie satysfakcjonującego stopnia zmikoryzowania systemów korzeniowych hodowanych sadzonek oraz opracowanie unikalnego sposobu nawożenia w oparciu o zastosowanie mieszanki nawozów o długim działaniu i nawozu płynnego podawanego wraz z wodą w trakcie podlewania sadzonek.

W szkółce kontenerowej Nadleśnictwa Rudy Raciborskie, w okresie wdrażania polskiej technologii sterowanej mikoryzacji, opracowano podstawowe kryteria prawidłowej hodowli mikoryzowanych sadzonek drzew leśnych z zakrytym systemem korzeniowym. Uwzględniają one przede wszystkim:

- Używanie odpowiedniej jakości substratu przygotowywanego na bazie torfu wysokiego o stałym poziomie pH, wolnego od nasion chwastów oraz zarodników grzybów patogenicznych, z dodatkami poprawiającymi właściwości fizyko-chemiczne (dolomit, perlit, nawozy) i stwarzającymi warunki do rozrastania się grzybni (wermikulit).
- Stosowanie niskich dawek nawozów wolnodziałających o przedłużonym okresie rozkładu w celu utrzymania niskiej zawartości azotu w substracie hodowlanym, zwłaszcza w trakcie inicjacji związku mikoryzowego i ewentualne nawożenie dolistne (fertygacja) w późniejszym okresie po zawiązaniu się mikoryzy, niskimi koncentracjami nawozu.
- Utrzymywanie odpowiedniej wilgotności substratu hodowlanego i niedopuszczanie do nadmiernego przesuszenia, jak i utrzymywania się wysokiej wilgotności przez dłuższy czas.
- Przestrzeganie wysokich standardów czystości mikrobiologicznej poprzez mycie i dezynfekcję kontenerów hodowlanych i nawierzchni w namiotach foliowych.
- Odpowiednio wczesne rozpoczęcie siewów (marzec, kwiecień) i zapewnienie optymalnego okresu 6-8 tygodni hodowli w warunkach kontrolowanych namiotu foliowego.
- Ograniczenie stosowania środków chemicznej ochrony roślin do niezbędnego minimum i stosowanie preparatów w jak najmniejszym stopniu wpływających negatywnie na mikoryzy.
- Ścisłe stosowanie się do instrukcji technologicznej opracowanej dla sterowanej mikoryzacji biopreparatem z grzybnią *Hebeloma crustuliniforme*.
- Regularna kontrola stanu zdrowotnego oraz rozwoju sadzonek umożliwiająca wczesne eliminowanie zagrożeń i nieprawidłowości hodowlanych.
- Właściwe przechowywanie, transport i sadzenie sadzonek mikoryzowanych wyhodowanych w kontenerach w celu niedopuszczenia do przesuszenia bryłki korzeniowej z grzybnią, otrząsania przerośniętego grzybnią substratu z korzeni sadzonek i deformacji korzeni.

W ciągu 10 lat doświadczeń, najpierw w szkółce kontenerowej Nadleśnictwa Rudy Raciborskie, a później w szkółkach kontenerowych Nadleśnictw Śnieżka, Oleszyce i Jabłonna, opracowano szczegółowe warunki hodowli mikoryzowanego materiału sadzeniowego z zakrytym systemem korzeniowym dla sosny zwyczajnej, modrzewia europejskiego, świerka pospolitego, jodły pospolitej, dębu szypułkowego i bezszypułkowego, buka pospolitego, lipy drobnolistnej i brzozy brodawkowatej.

Poniżej omówiono szczegółowo postępowanie z dwoma najczęściej poddawanyymi sterowanej mikoryzacji gatunkami, to jest sosną zwyczajną i dębem szypułkowym.

Szczegółowe warunki hodowli mikoryzowanych sadzonek sosny zwyczajnej

Dla sosny wymagana dawka biopreparatu z grzybem *H. crustuliniforme* dodawana do substratu hodowlanego jest zależna od wielkości użytego kontenera i wynosi od 2,0 do 2,5% dla kontenerów o pojemności cel od 120 do 300 cm³, a 3,0% dla kontenerów o pojemności cel mniejszej niż 100 cm³ [Kowalski 2007].

Po wyjęciu nasion z chłodni należy unikać przenoszenia ich do pomieszczeń o wysokiej temperaturze powietrza. Nasiona sosny nie wymagają przygotowania przedsewnego, jednak celem przyspieszenia i wyrównania kiełkowania zaleca się moczyć je w zimnej wodzie przez jedną dobę. Po powierzchniowym osuszeniu nasion należy je niezwłocznie wysiać. Niewskazane jest suszenie i ponowne przechowywanie tak przygotowanych nasion. Pomimo z reguły wysokiej wartości użytecznej nasion, wysiewa się po 2 nasiona do celi kontenera. Mikoryzowane sadzonki sosny hodowane są w cyklu jednorocznym w kontenerach o pojemności pojedynczych cel od 50 cm³ (w Nadleśnictwie Śnieżka) do 300 cm³ (w Nadleśnictwie Oleszyce). Nasiona wysiewane są od marca do końca maja. Należy pamiętać o zapewnieniu przepływu powietrza pod kontenerami (poduszka powietrzna), co ma pozytywny wpływ zarówno na prawidłowy rozwój systemów korzeniowych sadzonek, jak i mikoryz. Optymalna temperatura w tunelu w okresie kiełkowania i pierwszego etapu wzrostu powinna wynosić około 24°C w dzień i w nocy. Niższa temperatura powoduje opóźnienie wschodów i spowolnienie wzrostu. Podobnie negatywny wpływ wywiera temperatura przekraczająca 28°C. Przez cały okres kiełkowania nasion i wschodzenia siewek wierzchnia warstwa substratu musi być utrzymywana w stanie wilgotnym i nie należy dopuścić do jej nadmiernego przesuszenia. Zastosowanie sterylne go substratu eliminuje potrzebę wykonywania profilaktycznych oprysków przeciwko grzybom zgorzelowym.

Mikoryzowane siewki sosny (po uprzednim, trwającym 7-14 dni, hartowaniu, polegającym na zaprzestaniu ogrzewania namiotu i otwarciu bram) można wywozić na zewnętrzne pola hodowlane już od połowy kwietnia. Pojawiające się po wystawieniu na zewnątrz namiotu przebarwienie siewek na kolor brunatnofioletowy i zahamowanie wzrostu wskutek znacznie niższej temperatury niż w namiocie jest objawem fizjologicznym, który stopniowo zanika po około 4 tygodniach.

W przypadku wysiewu 2 nasion do celi do przerywania nadmiarowych siewek przystępujemy po skielkowaniu wszystkich nasion w fazie siewki z pojedynczym korzeniem, to jest od 4 do 6 tygodni od wysiewu. Opóźnienie terminu przerywania powoduje, że siewka wykształca korzenie boczne, a jej wyjęcie jest wtedy bardziej pracochłonne. Po tym zabiegu kontenery należy obowiązkowo podlać, a wyrwane siewki usunąć. W przypadku stwierdzenia pierwszych objawów chlorozy, co ma z reguły miejsce po 2-3 miesiącach po siewie, należy rozpocząć nawożenie uzupełniające nawozem płynnym w trakcie podlewania. Profilaktyczne zabiegi chemiczne przeciw osutce sosny powinny być zgodne z obowiązującym kalendarzem ochrony (od połowy lipca). Jeżeli zachodzi konieczność pielenia chwastów, należy tę czynność rozpocząć jak najwcześniej, co pozwoli na uniknięcie zbytniego naruszenia bryłki korzeniowej siewek (fot. 1).

Hodowla sadzonek mikoryzowanych w cyklu jednorocznym możliwa jest także bez użycia namiotu foliowego – obsiane kontenery umieszcza się bezpośrednio na zewnętrznym polu hodowlanym. Wysiew nasion ma wtedy miejsce od połowy kwietnia do połowy maja przy obowiązkowym przykryciu agrowłókniną, która jest zdejmowana po około 3-4 tygodniach. Metoda ta pozwala na wygospodarowanie powierzchni w namiotach foliowych dla gatunków bezwzględnie wymagających hodowli w namiocie (świerk).



Fot. 1.

Mikoryzowana sadzonka sosny zwyczajnej z owocnikami *H. crustuliniforme* (fot. Kornelia Arent)

Mycorrhized seedling of Scots pine with *H. crustuliniforme* sporophores (photo Kornelia Arent)

wodnej łupiny nasiennej, która dla każdego nasiona jest inna. Żołędzie wyjęte z chłodni należy stopniowo ogrzewać przez 1-2 doby. Następnie splanawia się je w zimnej wodzie, zwracając szczególną uwagę na staranne opłukanie z fungicydów, którymi były zaprawione. W celu ograniczenia skutków zróznicowania przyswajania przez żołędzie wody, bezpośrednio przed siewem stosuje się zabieg sztucznego uszkodzenia łupiny, polegający na odcięciu 1/4-1/3 nasiona od strony przeciwnej do zarodka. Po tym zabiegu żołędzie wysiewa się ręcznie po jednym do każdej celi, umieszczając je pionowo obcięciem do dołu lub boku (na leżąco), wciskając na głębokość umożliwiającą przykrycie około 1,0 cm warstwą otaczającego substratu. Wysiewać należy tylko nasiona bez widocznych śladów nekroz w miejscu przecięcia. Można dopuścić wysiewanie nasion z nekrozami stanowiącymi maksymalnie 1/3 powierzchni w miejscu przecięcia, gdy występuje niedobór nasion bądź też, gdy wysiewamy nasiona cenne. Termin wysiewu można przyjąć od połowy marca do połowy maja. Optymalna temperatura podczas ich kiełkowania, wschodzenia oraz pierwszego etapu wzrostu wynosi około 24°C w dzień i w nocy. Niższa temperatura powoduje spowolnienie kiełkowania nasion i opóźnia wschodzenie siewek. Podobnie niekorzystnie wpływa wyższa temperatura, powodując ponadto przyspieszone różnicowanie się siewek. Dąb należy do gatunków o bardzo szybkim wzroście systemu korzeniowego. Warunkiem zarówno prawidłowego rozwoju systemów korzeniowych, jak i mikoryz jest zapewnienie przepływu powietrza pod kontenerami. Mikoryzowane siewki dębu możemy wywozić z namiotu na zewnętrzne pola hodowlane po 6-8 tygodniach od wysiewu nasion, najwcześniej w połowie maja, po ustaniu zagrożenia ze strony przymrozków późnych. Przed wywiezieniem z namiotu sadzonki należy poddać hartowaniu trwającemu około 7-14 dni. Uzupełniając nawożenie mikoryzowanych sadzonek dębu można rozpoczynać po upływie 2-3 miesięcy od wysiewu nasion i kontynuować do czasu zawiązania pączków szczytowych, co ma miejsce około połowy sierpnia.

W przypadku hodowli sosny z pominięciem namiotu, zwłaszcza w niesprzyjających warunkach pogodowych, trzeba liczyć się z niższym stopniem zmikoryzowania sadzonek niż w produkcji z wykorzystaniem namiotu [Pietras, Śliwa 2007]. Możliwa jest również hodowla mikoryzowanych sadzonek sosny zwyczajnej w cyklu dwuletnim w kontenerach V-300 (Oleszyce).

Szczegółowe warunki hodowli mikoryzowanych sadzonek dębu szypułkowego

Dąb szypułkowy hodowany jest wyłącznie w cyklu jednorocznym w pojemnikach o pojemności cel od 200 cm³ do 400 cm³. Dawka biopreparatu z grzybem *H. crustuliniforme* zależna jest od wielkości pojemnika i wynosi od 2,0% do 2,5% w stosunku do zagęszczonego substratu hodowlanego [Kowalski 2007].

Nasiona dębu, należące do kategorii recalcitrant, nie mają okresu spoczynku. Charakterystyczną ich cechą jest długi i rozwlekły w czasie okres kiełkowania, a zwłaszcza wschodzenia, zależny od przepuszczalności

Siewki dębu są bardzo wrażliwe na mączniaka prawdziwego dębu wywołwanego przez grzyba *Microsphaera alphitoides*. Siewki powinny być poddane profilaktycznym zabiegom ochrony zarówno w namiotach, jak na polach hodowlanych. Zlekceważenie patogena prowadzi do silnych nekroz młodych liści i pędów i utraty przez sadzonki monopoidalnego pokroju. Na liściach dębu mogą się pojawiać mszyce i szkodniki liściożerne wymagające zwalczania chemicznego. Ochronę chemiczną zmikoryzowanych sadzonek należy prowadzić przy pomocy środków chemicznych nieszkodliwych dla mikoryzy.

Hodowla mikoryzowanych sadzonek dębu jest możliwa także bez wykorzystania namiotu foliowego, co ma miejsce w szkółce kontenerowej Nadleśnictwa Jabłonna, w której obsiane kontenery umieszczane są bezpośrednio na zewnętrznym polu hodowlanym. Wysiew nasion ma wtedy miejsce w połowie kwietnia, a kontenery są przykrywane agrowłókniną zdejmowaną po ustąpieniu zagrożenia od przymrozków późnych, tj. z reguły w drugiej połowie maja. W przypadku hodowli dębu bez namiotu stopień zmikoryzowania sadzonek jest jednak mniejszy (fot. 2).

Sadzonki dębu szypułkowego, jako bardzo wrażliwe na szkody powstałe wskutek silnych mrozów, powinny być wysadzone na uprawach wczesną jesienią. Kontenery z sadzonkami pozostawione w szkółce na czas zimy należy zdjąć z drewnianych podkładek lub palet i ustawić ściśle na gruncie w miejscu osłoniętym, zabezpieczając dodatkowo kontenery brzegowe [Pietras, Śliwa 2007].

Doświadczenie zdobyte w trakcie wdrażania polskiej technologii sterowanej mikoryzacji w szkółce kontenerowej Nadleśnictwa Rudy Raciborskie, przy zachowaniu i przestrzeganiu przedstawionych powyżej warunków, gwarantuje uzyskanie 90-100% zmikoryzowanych sadzonek.



Fot. 2.

Mikoryzowana sadzonka dębu szypułkowego z owocnikami *H. crustuliniforme* (fot. Kornelia Arent)

Mycorrhized seedling of pedunculate oak with *H. crustuliniforme* sporophores (photo Kornelia Arent)

Literatura

- Kowalski S. 2007. Zasady postępowania technologicznego przy stosowaniu polskiego biopreparatu z grzybem *Hebeloma crustuliniforme* w zabiegu sterowanej mikoryzacji sadzonek drzew leśnych. W: Kowalski S. [red.] Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym. 101-103. CILP, Warszawa.
- Szabla K., Pabian R. 2003. Szkółkarstwo kontenerowe. Nowe technologie i techniki w szkółkarstwie leśnym. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych.
- Pietras Z., Śliwa S. 2007. Warunki hodowli i rozwoju sadzonek poddanych zabiegowi sterowanej mikoryzacji grzybem *Hebeloma crustuliniforme* w szkółce kontenerowej. W: Kowalski S. [red.] Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym. 104-127. CILP, Warszawa.

SUMMARY**Ten years of experience with controlled mycorrhization of forest tree seedlings grown in the Rudy Raciborskie container nursery**

The development of the controlled mycorrhization technique and production conditions for container-grown seedlings of different forest tree species was preceded with numerous, many-years' field experiments carried out mainly in the Rudy Raciborskie container nursery. The obtained practical knowledge enabled to prepare a suitable substrate for seedling production, apply sanitary regimes, develop the unique fertilisation and chemical protection method, solve other issues related to mycorrhized seedling production.

Seedling production conditions were defined for the main nine forest tree species including seed handling procedures, sowing time, selection of suitable containers, rates of mycorrhizal preparations, duration of the production cycle, quantity of sown seeds, treatments after sowing, period of time in foil greenhouse, use of fertilisers and plant protection chemicals, planting time, or alternative production methods.

Container-grown seedlings of two tree species to which controlled mycorrhization is most often applied, i.e. Scots pine and pedunculate oak, are discussed in the paper.