

HANNA STĘPNIEWSKA, EWA DRABEK, MARCIN FEDYNKIEWICZ

Mikoryzy siewek świerka (*Picea abies* (L.) H. Karst.) hodowanych na podłożach trocinowo-torfowych o różnym okresie użytkowania*

Mycorrhizae of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings growing
on sawdust-peat substrates of different periods of utilization

ABSTRACT

The frequency of occurrence and diversification of mycorrhizae in 1- and 2-year-old spruce seedlings were investigated. It was found that seedlings growing on substrates used earlier were better mycorrhized than seedlings growing on a fresh substrate. In the case of 2-year-old seedlings, a favourable effect of the substrate used earlier was weaker, and also other factors decided on the level of their mycorrhization.

KEY WORDS

mycorrhizae, spruce seedlings, sawdust-peat substrata

Wstęp

Substrat trocinowo-torfowy w stosunku zmieszania 1:1 zalecany jest jako podłoże najwłaściwsze, także w aspekcie ekonomicznym, do hodowli sadzonek świerka [Bałut i in. 1987]. Dodatkowe korzyści ekonomiczne można osiągnąć wykorzystując to samo podłoże wielokrotnie. Z badań Bałuta i in. [1988] wynika, że postępowanie takie umożliwia uzyskanie sadzonek dobrej jakości. Nie stwarza również większego zagrożenia dla siewek ze strony grzybów zgorzelowych [Stępniewska i Krupińska 2002]. Badania nad mikoryzami siewek świerka hodowanych tą technologią przeprowadzono dotychczas tylko w jednej szkółce [Stępniewska i Krupińska 2002]. Mikoryzy u badanych siewek stwierdzano rzadko, a ich spektrum było ubogie. Wykazano jednak, że hodowla świerka na substratach użytkowanych od kilku lat pozwala uzyskać sadzonki lepiej zaopatrzone w mikoryzy, niż hodowla na podłożu świeżym. Podobną zależność stwierdzono u jodły [Stępniewska 2004, w druku, Stępniewska i Rębisz 2004, w druku].

Celem niniejszych badań było określenie częstości występowania mikoryz oraz ich zróżnicowania jakościowego u siewek świerka, hodowanych na podłożach trocinowo-torfowych o różnym okresie użytkowania, w wybranych szkółkach leśnych o charakterze górskim.

* Temat finansowany przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych

HANNA STĘPNIEWSKA

Katedra Fitopatologii Leśnej
Wydział Leśny, Akademia Rolnicza
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków
rlstepni@cyf-kr.edu.pl

EWA DRABEK

Katedra Fitopatologii Leśnej
Wydział Leśny, Akademia Rolnicza
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków

MARCIN FEDYNKIEWICZ

Katedra Fitopatologii Leśnej
Wydział Leśny, Akademia Rolnicza
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków

Materiały i metody

Badano jedno i dwuletnie siewki świerka hodowane na podłożach trocinowo-torfowych w czterech szkółkach leśnych: Falsztyn (Nadl. Krościenko), Feleczyn (Nadl. Nawojowa), Łomnica (Nadl. Piwniczna) i Kopciowa (Terenowa Stacja Dydaktyczno-Badawcza Katedry Nasiennictwa, Szkółkarstwa i Selekcji Drzew Leśnych AR w Krakowie) (tab. 1). Szkółki Falsztyn, Feleczyn i Łomnica położone są na zbliżonej wysokości n.p.m. tj. 500-550 m, a szkółka w Kopciowej na wysokości 720 m n.p.m. Otulinę szkółek Falsztyn, Kopciowa i Łomnica stanowi drzewostan jodłowo-świerkowo-bukowy, a szkółki Feleczyn drzewostan daglezwowo-świerkowo-sosnowy. W szkółkach Falsztyn i Feleczyn sadzonki hodowane są w inspektach, na podłożu trocinowo-torfowym o składzie torf wysoki : trociny iglaste (1:1), w szkółce Kopciowa w namiotach foliowych na takim samym podłożu, a w szkółce Łomnica na polach siewnych o powierzchni namiotu foliowego, na podłożu torfowym (torf wysoki).

Siewki pobierano w latach 1999-2002 (tab. 1). W szkółkach Falsztyn, Feleczyn i Łomnica pobrano siewki hodowane na podłożu świeżym, tj. wykorzystywanym po raz pierwszy oraz na podłożu użytkowanym, tj. wykorzystywanym już wcześniej do hodowli sadzonek. Podłoże to, każdorazowo po wyjęciu sadzonek z poprzedniego cyklu produkcyjnego uzupełniano warstwą świeżego substratu. W szkółce Kopciowa pobrano siewki hodowane na podłożu użytkowanym od 2, 6, 9 i 12 lat, które w trakcie użytkowania nie było uzupełniane świeżym substratem. Próbę stanowiło każdorazowo 30 siewek pobranych z różnych miejsc inspektu /namiotu. Jednocześnie, ze strefy korzeni siewek (głębokość 10-20 cm) pobrano próbki podłoża celem zbadania ich właściwości chemicznych. Analizę wykonano w Katedrze Gleboznawstwa Leśnego AR w Krakowie. Badania laboratoryjne pobranych siewek polegały na określeniu ich parametrów hodowlanych, liczby korzeni troficzných oraz liczby i zróżnicowania mikoryz, według klasyfikacji Dominika [1969]. Zastosowano postępowanie przedstawione we wcześniejszej pracy [Stępniewska 2004]. Łącznie zbadano 420 siewek świerka.

Częstość występowania mikoryz w obrębie poszczególnych prób siewek porównano stosując analizę wariancji i test t studenta na poziomie istotności 0,05. Wykorzystano program STATISTICA wersja 6.0.

Wyniki

Parametry siewek 1-rocznych były zróżnicowane, ale nie wiązały się jednoznacznie z wiekiem (okresem użytkowania) podłoża hodowlanego (tab. 1). Z kolei siewki 2-letnie hodowane na substratach dłużej użytkowanych w szkółkach Kopciowa i Łomnica, charakteryzowały się korzystniejszymi parametrami, niż siewki hodowane w tych szkółkach na substratach świeżych.

Średni udział procentowy mikoryz na korzeniach siewek 1-rocznych wynosił 12,9%, a na korzeniach siewek 2-letnich 58,4% (tab. 1). Mikoryzy stwierdzano najczęściej u siewek z Łomnicy, zarówno w grupie jednolatek jak i dwulatek. U siewek 1-rocznych hodowanych na podłożu użytkowanym, mikoryzy stanowiły średnio 20% korzeni troficzných i były 3,5 razy liczniejsze, niż u siewek hodowanych na podłożu świeżym – 5,7% (tab. 1). W każdej ze szkółek, częstość występowania mikoryz była wyraźnie większa u siewek z podłoża użytkowanego niż ze świeżego, w Falsztynie 2,3 razy większa, w Łomnicy 2,4 razy większa, a w Feleczynie aż 10 razy większa (różnice statystyczne). W grupie siewek 2-letnich ze szkółek Feleczyn i Łomnica, częstość występowania mikoryz u siewek hodowanych na podłożu świeżym, w obu szkółkach była 1,4 razy większa, niż u siewek z podłoża użytkowanego (różnice statystyczne) (tab. 1). W szkółce Kopciowa, udział procentowy mikoryz był najmniejszy u siewek z podłoża 2-letniego, a wyraźnie większy

Tabela 1.
Porównanie średnich wartości cech morfologiczno-rozwojowych i mikoryz badanych siewek
Comparison of mean values of morphological-growth characteristics and mycorrhizae of investigated seedlings

Szkółka	Podłoże	Termin pobrania siewek	Parametry siewek [mm]			Procentowy udział ektomikoryz podtypu								Ogółem		
			a	b	c	A	B	C	F	G	H	I				
Falsztyn	świeże*	IX.2001	33	0,5	123	0	4,9	0	0	0	0	0	0	0	0	4,9 ^{a***}
	użytkowane**	IX.2001	59	1	101	0	11,1	0	0	0	0	0	0	0	0	11,1 ^a
Feleczyn	świeże*	IX.2001	34	0,6	141	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5 ^b
	użytkowane**	IX.2001	41	0,8	74	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25 ^b
Łomnica	świeże*	IX.2001	63	0,8	99	9,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,8 ^c
	użytkowane**	IX.2001	61	0,8	73	23,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,9 ^c
Świerk 1/0																
Feleczyn	świeże*	X.2002	206	3,5	183	62,1	0	7,3	0	0	0	0	0	0	0	69,4 ^d
	użytkowane**	X.2002	221	3,1	167	8,5	3,8	3,4	0,8	0	0	0	0	0	0	2,9
Świerk 2/0																
Kopciowa	2-letnie**	X.1999	330	3	-	1,9	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0	4 ^c
	6-letnie**	X.1999	340	3,2	-	27,7	14,9	0	0	3,7	0	0	0	0	0	46,3 ^c
Łomnica	9-letnie**	X.1999	382	3,8	-	35,8	40,3	0	0	4,3	0,2	0	0	0	0	80,6 ^c
	12-letnie**	X.1999	436	3,8	-	18,4	27,1	0	0	12,7	0	0	0	0	0	58,2 ^c
Łomnica	świeże*	X.2002	203	2,7	115	0,5	0,8	86,9	0	0	0	0	0	0	0	91,2 ^f
	użytkowane**	X.2002	247	2,9	127	30	1,1	34,4	0	3,6	0	0	0	0	0	67,1 ^f

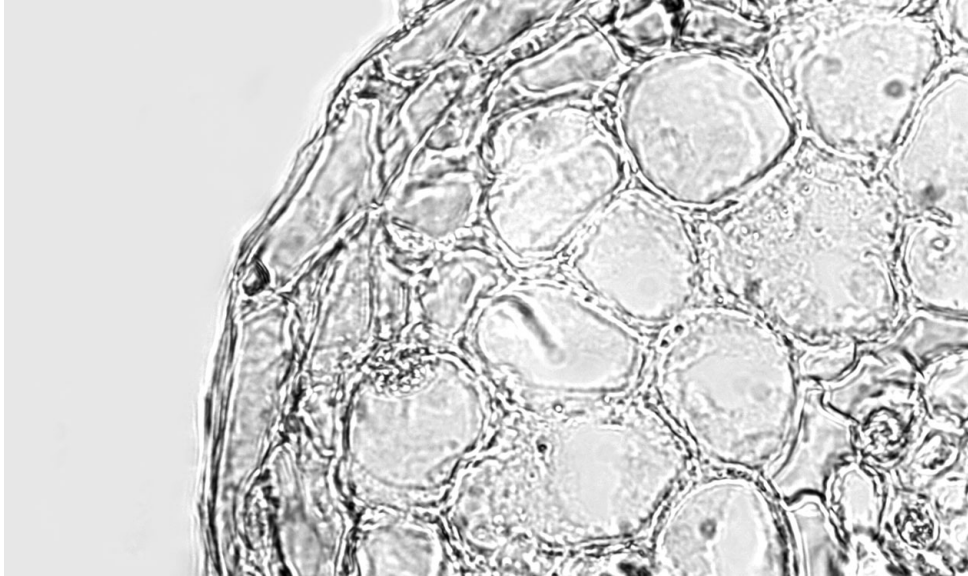
Objaśnienia: a – wysokość części nadziemnej; b – grubość w szyi korzeniowej; c – długość korzenia głównego; * siewki hodowane w osłonach wg Kosterkiewicza; ** siewki hodowane z odkrytym systemem korzeniowym; *** wartości oznaczone tą samą literą różnią się statystycznie (P=0,05)
Explanations: a – height of the overground; b – diameter of the root collar; c – length of the main root; * seedlings grown in pots of Kosterkiewicz method; ** bare-rooted seedlings; *** the values followed by the same letter are significantly different at (p=0,05)

u siewek hodowanych na podłożach o kilkuletnim okresie użytkowania (największy u siewek z podłoża 9-letniego) (różnice statystyczne).

Na korzeniach siewek stwierdzono 7 podtypów mikoryz ektotroficznych: A, B, C, F, G, H oraz I (tab. 1):

Podtyp A: mikoryzy pojedyncze; na przekroju poprzecznym opilśni brak lub opilśni szczątkowa, gładka lub pokryta luźnymi strzępkami grzybni, prozenchymatyczna (ryc. 1 i 2).

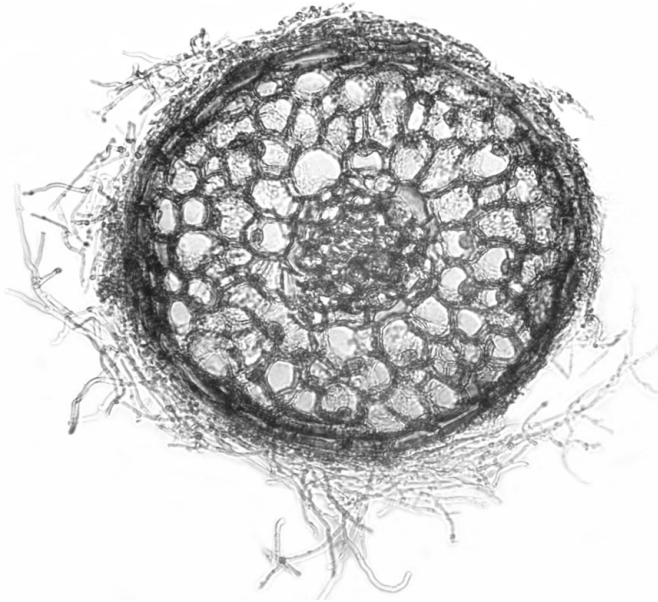
Podtyp B (rodzaj Ba, Bb): mikoryzy pojedyncze lub monopodialnie rozgałęzione, kremowe lub białoszare, gładkie, połyskujące lub matowe; na przekroju poprzecznym opilśni prozenchymatyczna, różnej grubości (ryc. 3 i 4).



Ryc. 1.

Przekrój poprzeczny ektomikoryzy podtypu A z 1-roczej siewki świerka z podłoża świeżego ze szkółki Feleczyn (pow. 400×). Mikoryza pozbawiona opilśni. (fot. H. Stępniewska)

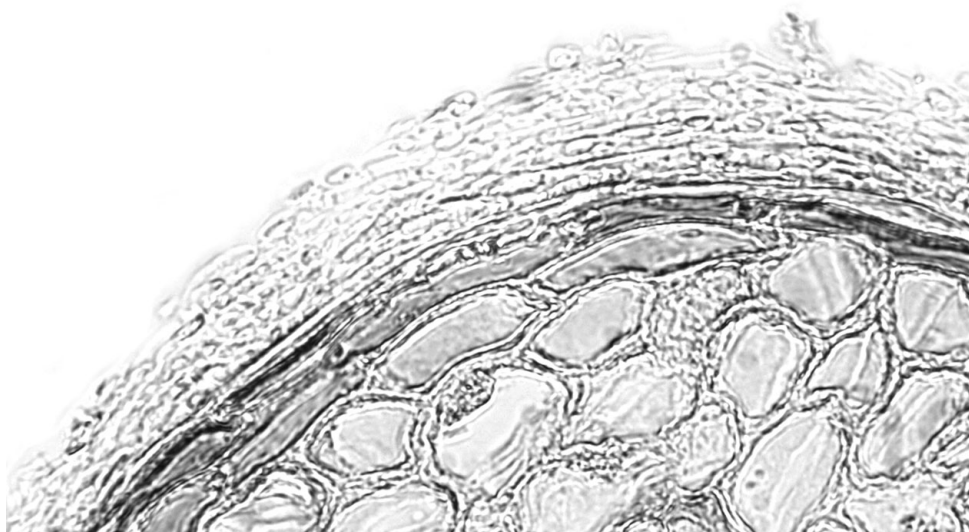
Cross-section of ectomycorrhiza from subtype A from 1-year-old spruce seedling grown on a fresh substrate in Felczyn nursery (area 400×). Mycorrhiza without the mantle (Photo. H. Stępniewska)



Ryc. 2.

Przekrój poprzeczny ektomikoryzy podtypu A z 2-letniej siewki świerka z podłoża 6-letniego ze szkółki Kopciowa (pow. 100×). Mikoryza ze szczątkową opilśnią, pokrytą welonami grzybnii. (fot. H. Stępniewska)

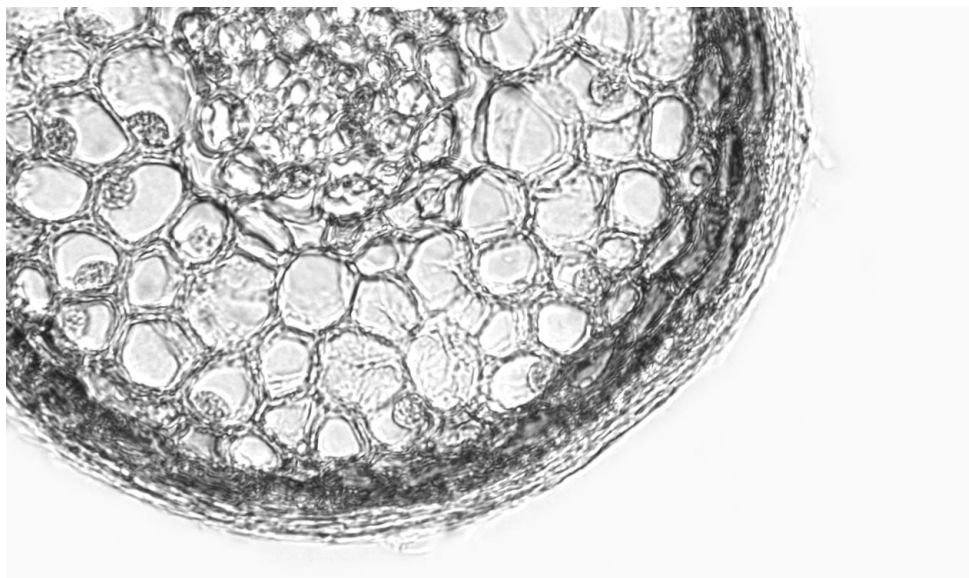
Cross-section of ectomycorrhiza from subtype A from 2-year-old spruce seedling grown on a 6-year-old substrate in Kopciowa nursery (area 100×). Mycorrhiza with the residual mantle covered with mycelium veils (Photo. H. Stępniewska)



Ryc. 3.

Przekrój poprzeczny ektomikoryzy rodzaju Ba z 1-roczej siewki świerka z podłoża świeżego ze szkółki Falsztyn (pow. 400×). Widoczna bezbarwna (pod lupą białoszara), prozenchymatyczna opilśń. (fot. H. Stępniewska)

Cross-section of ectomycorrhiza from genus Ba from 1-year-old spruce seedling grown on fresh substrate in Falsztyn nursery (area 400×). A colourless (white-grey under the magnifying glass) prosenchyma can be seen (Photo. H. Stępniewska)



Ryc. 4.

Przekrój poprzeczny ektomikoryzy rodzaju Bb z 2-letniej siewki świerka z podłoża 9-letniego ze szkółki Kociowa (pow. 250×). Widoczna cienka, zwarta, prozenchymatyczna opilśń. (fot. H. Stępniewska)

Cross section of ectomycorrhiza from genus Bb from a 2-year-old spruce seedling grown on a 9-year-old substrate in Kociowa nursery (area 250×). A thin, dense prosenchyma can be seen (Photo. H. Stępniewska)

18 Hanna Stępniewska, Ewa Drabek, Marcin Fedynkiewicz

Podtyp C (rodzaj Cb, Cd): mikoryzy kremowe lub kremowo-szare, pokryte na powierzchni luźnymi strzępkami grzybni, pojedyncze; na przekroju poprzecznym opilśń prozenchymatyczna, dobrze wykształcona (ryc. 5).

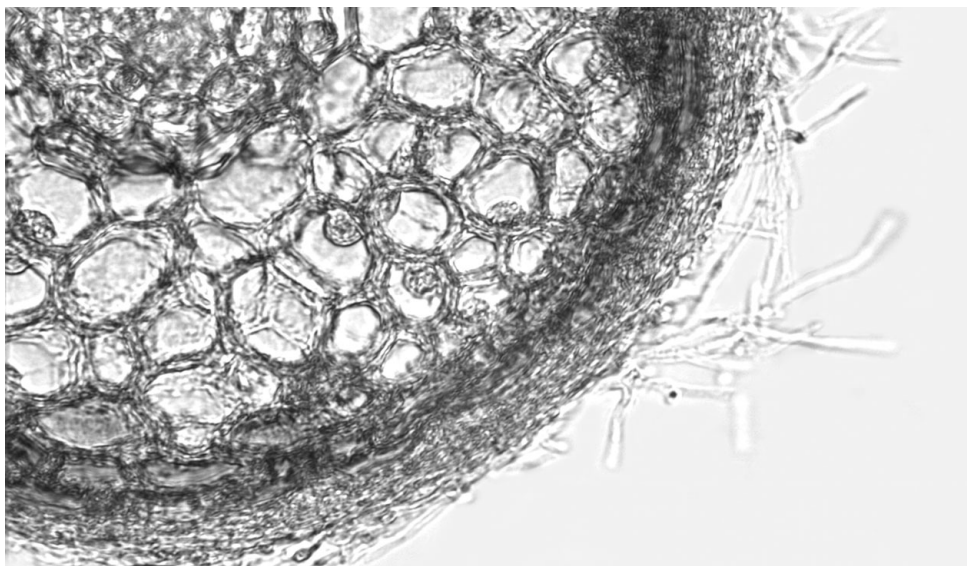
Podtyp F (rodzaj Fg): mikoryzy pojedyncze, brązowe, gładkie, matowe, silnie zgrubiałe; na przekroju poprzecznym opilśń pseudoparenchymatyczna, dobrze wykształcona.

Podtyp G (rodzaj Ga): mikoryzy pojedyncze lub monopodialnie rozgałęzione, czarne, pokryte sztywnymi, brunatno-czarnymi strzępkami lub gładkie; na przekroju poprzecznym opilśń pseudoparenchymatyczna, czarna, cienka (ryc. 6).

Podtyp H (rodzaj Hb): mikoryzy pojedyncze, kremowe, pokryte płózącymi po powierzchni miękkimi strzępkami; na przekroju poprzecznym opilśń pseudoparenchymatyczna, cienka.

Podtyp I (rodzaj Ia): mikoryzy pojedyncze lub monopodialnie rozgałęzione, brązowe, pokryte promieniście odchodzącymi od opilśń szczecinkami; szczecinki bezbarwne, długie, zaostrome; na przekroju poprzecznym opilśń pseudoparenchymatyczna, gruba.

U siewek 1-roczych stwierdzono tylko podtyp A i B, przy czym u siewek ze szkółek Feleczyn i Łomnica wystąpiły tylko mikoryzy A, a u siewek ze szkółki Falsztyn tylko mikoryzy B (tab. 1). U siewek 2-letnich stwierdzono mikoryzy podtypu A, B, C, F, G, H oraz I. W szkółce Łomnica, spektrum mikoryz u siewek z substratu użytkowanego obejmowało cztery podtypy (A, B, C, G), a ze świeżego trzy (A, B, C). W Feleczynie różnica ta zaznaczyła się silniej, ponieważ u siewek na substracie użytkowanym wystąpiło pięć podtypów mikoryz (A, B, C, F, I) podczas gdy na świeżym tylko dwa (A, C) (tab. 1). W szkółce Feleczyn, na korzeniach siewek z podłoża świeżego dominowały mikoryzy A, a z podłoża użytkowanego mikoryzy C. Z kolei, w szkółce Łomnica u siewek na podłożu świeżym dominowały mikoryzy C, zaś u siewek z podłoża użytkowanego mikoryzy C i A stwierdzano ze zbliżoną częstością. Pozostałe podtypy ektomikoryz wy-



Ryc. 5.

Przekrój poprzeczny ektomikoryzy rodzaju Cb z 2-letniej siewki świerka z podłoża świeżego ze szkółki Łomnica (pow. 250×). Widoczne luźne strzępki grzybni płózące po powierzchni opilśń. (fot. H. Stępniewska)

Cross section of ectomycorrhiza from genus Cb from 2-year-old spruce seedling grown on a fresh substrate in Łomnica nursery (area 250×). Loose hyphae spread over the mantle's surface can be seen (Photo. H. Stępniewska)



Ryc. 6.

Przekrój poprzeczny ektomikoryzy rodzaju *Ga* z 2-letniej siewki z podłoża 12-letniego ze szkółki Kopciowa (pow. 252×). Widoczna cienka, czarna, pseudoparenchymatyczna opilśń. (fot. H. Stępniewska)

Cross section of ectomycorrhiza from genus *Ga* from 2-year-old spruce seedling grown on a 12-year-old substrate in Kopciowa nursery (area 252×). The black, thin pseudoparenchymatic mantle can be seen (Photo. H. Stępniewska)

stępowaly u siewek w obu szkółkach nielicznie lub sporadycznie. W szkółce Kopciowa stwierdzono cztery podtypy ektomikoryz: A, B, G i H, przy czym podtyp H stwierdzono tylko u siewek z podłoża 9-letniego (tab. 2). U siewek na podłożach 6- i 12-letnim stwierdzono mikoryzy A, B i G, a na 2-letnim tylko A i B. U siewek na podłożu 6-letnim dominowały mikoryzy A, zaś mikoryzy B występowały 2 razy rzadziej. U siewek z substratu 9-letniego częstość występowania mikoryz A i B była zbliżona. Na korzeniach siewek z substratu 12-letniego dominowały mikoryzy B, a mikoryzy A i G były odpowiednio 1,5 i 2,1 razy mniej liczne. Pozostałe podtypy ektomikoryz stwierdzano u siewek z tej szkółki sporadycznie.

Dyskusja

Mikoryzy siewek drzew hodowanych na podłożach trocinowo-torfowych w szkółkach leśnych były dotąd w Polsce przedmiotem nielicznych badań. Wynika z nich, że u siewek jodły hodowanych tą technologią procent mikoryz może być wysoki. Tworzą się mikoryzy ektotroficzne, typowe dla drzew leśnych, jednak ich spektrum jest ubogie z dominacją mikoryz słabo wykształconych, zwykle pozbawionych opilśni lub z opilśnią szczątkową [Stępniewska 2004, Stępniewska, Rębisz 2004]. Wyniki tych badań wskazują również, że hodowla sadzonek jodły na podłożach już wcześniej użytkowanych w większym stopniu sprzyja powstawaniu mikoryz, niż hodowla na podłożu świeżym. Siewki świerka hodowane tą technologią w szkółce w Kopciowej badały Stępniewska i Krupińska [2002]. Wykazały, że u siewek 1-rocznych mikoryzy występowały nielicznie, były słabo wykształcone, a ich spektrum było ubogie i obejmowało tylko dwa podtypy. Autorki stwierdziły ponadto, że podłoża o kilkuletnim okresie użytkowania w większym stopniu sprzyjały powstawaniu mikoryz na korzeniach hodowanych na nich siewek niż podłoża świeże. Podobnie jak w przypadku siewek jodły także i u świerka, wiek (okres użytkowania) podłoża hodowlanego

Tabela 2.

Wybrane właściwości chemiczne substratów spod uprawy badanych siewek
Selected chemical properties of substrates on which seedlings were grown

Szkółka	Podłoże	pH		N [%]	C [%]	C/N	Substancja organiczna [%]	P [mg/100g gleby]	K
		H ₂ O	KCl						
Świerk 1/0									
Falsztyn	świeże	4,3	3,2	0,52	42,1	81	72,6	11,4	62,7
	użytkowane	4,5	3,6	0,68	36,4	53,5	62,7	8,7	40,7
Feleczyn	świeże	5,2	4,4	0,58	36,9	63,7	63,7	15,5	56,2
	użytkowane	4,5	3,7	0,55	42,8	77,8	73,8	9,8	36,3
Łomnica	świeże	4,7	4	0,4	15,4	38,6	26,6	7,0	15,5
	użytkowane	4,7	3,9	0,37	12,9	34,8	22,2	7,6	10,6
Świerk 2/0									
Feleczyn	świeże	5,2	4,4	0,71	36,8	51,8	63,5	29,7	35,8
	użytkowane	4,2	3,3	0,9	39,1	43,5	67,5	17,3	29,8
Kopciowa	2-letnie	3,9	3,1	0,54	37,9	70,2	65,3	14,0	81,7
	6-letnie	4,2	3,2	0,28	15,3	54,5	26,3	10,1	29,0
	9-letnie	3,8	3	0,39	14,9	37,6	25,6	9,0	33,3
	12-letnie	3,7	3,1	0,32	10,1	31,3	17,3	24,0	32,9
Łomnica	świeże	4,3	3,4	0,78	34,1	43,7	58,7	13,8	13,0
	użytkowane	4,2	3,35	0,36	14	38,9	24,1	6,2	9,2

Metodyka: pH – potencjometrycznie; C – metodą Tiurina; N – metodą Kjeldahla; P, K – metodą Egnera-Riehma
Methods: pH – potentiometrically; C – Tiurin's method; N – Kjeldahl's method; P, K – Egner-Riehm's method

okazał się być czynnikiem rzutującym na powstawanie mikoryz. Zależność ta potwierdziła się także w niniejszych badaniach, jednak nie w tak jednoznaczny sposób. U siewek 1-roczych, w każdej ze szkółek siewki hodowane na podłożu użytkowanym były lepiej zaopatrzone w mikoryzy, niż hodowane na podłożu świeżym. Nie wynikało to z różnic we właściwościach chemicznych tych podłoży, takich jak pH czy zasobność w azot i fosfor, które to czynniki mogą rzutować na powstawanie mikoryz u drzew [Dominik 1961, Rudawska 2000]. W szkółkach Falsztyn i Feleczyn podłoża świeże charakteryzowały się korzystniejszym stosunkiem fosforu do azotu, a jednak u hodowanych na nich siewek mikoryzy stwierdzano znacznie rzadziej, niż u siewek na podłożu użytkowanym. W szkółce w Łomnicy, parametr ten w obu podłożach był zbliżony, podczas gdy częstość występowania mikoryz u siewek z podłoża użytkowanego była ponad dwa razy większa, niż u siewek z podłoża świeżego. Z kolei, odczyn podłoży w analizowanych szkółkach różnił się nieznacznie lub był jednakowy. Za czynnik, który zróżnicował poziom zmikoryzowania badanych siewek, uznać więc należy wiek (okres użytkowania) podłoża hodowanego, wiążący się ze stopniem jego zasiedlenia przez grzyby mikoryzowe. W podłożach dłużej użytkowanych, źródłem inokulum tych grzybów mogą być także resztki zmikoryzowanych korzeni sadzonek, pozostałe tam po poprzednich cyklach produkcyjnych, podczas gdy w podłożu świeżym, tylko zarodniki dostające się tam drogą powietrzną. Mechanizm ten zaznaczył się także u 2-letnich siewek w szkółce w Kopciowej. Jednak u dwulatek w szkółkach Feleczyn i Łomnica stwierdzono odwrotną zależność. Lepiej zaopatrzone w mikoryzy były siewki hodowane na podłożu świeżym. Trudno stwierdzić, jaki czynnik wpłynął na taki stan rzeczy w szkółce w Łomnicy, gdzie także właściwości chemiczne podłoży (odczyn, stosunek zawartości fosforu do azotu) były zbliżone. Natomiast w szkółce Feleczyn, liczniejszemu powstawaniu mikoryz u siewek hodowanych na podłożu świeżym mógł sprzyjać dwa razy większy, w stosunku do podłoża użytkowanego,

stosunek fosforu do azotu oraz większe o jedną jednostkę pH. Na podstawie wyników badań Kowalskiego, Obłozy i Wojewody [1996], odczyn podłoża świeżego w tej szkółce można uznać za bardziej sprzyjający rozwojowi grzybów mikoryzowych, niż odczyn podłoża użytkowanego.

Badania wykazały, że hodowla świerka na podłożach trocinowo-torfowych pozwala uzyskać sadzonki stosunkowo dobrze zaopatrzone w mikoryzy, jednak spektrum tych mikoryz jest ubogie. U siewek 1-roczych, liczniejszemu powstawaniu mikoryz sprzyja wyraźnie hodowla na podłożu już wcześniej użytkowanym. U starszych, korzystny wpływ podłoża dłużej użytkowanego zaznacza się słabiej. Z czasem bowiem, podłoże świeże zaczyna nabierać cech podłoża użytkowanego, zasiedlane przez zarodniki grzybów i rozrastającą się w podłożu grzybnię, której źródłem są także mikoryzy powstałe na korzeniach siewek w pierwszym roku hodowli. U tych siewek, powstawanie mikoryz wiązać należy także z wpływem innych czynników, w tym właściwości chemicznych podłoża.

Podziękowanie

Nadleśnictwom w Krościenku, Nawojowej i Piwnicznej dziękuję za udostępnienie do badań szkółek leśnych. Dziękuję także Panu Prof. dr. hab. Januszowi Saborowi, Kierownikowi Katedry Nasiennictwa, Szkółkarstwa i Selekcji Drzew Leśnych AR w Krakowie za udostępnienie Terenowej Stacji Dydaktyczno-Badawczej w Kopciowej.

Literatura

- Bałut S., Kulej M., Sabor J., Sobolewska K. 1987. Wpływ podłoża trocinowo-torfowych oraz rodzaju nawożenia na wzrost i jakość materiału sadzeniowego w namiotach foliowych. Informator Regionalny Zakładu Upowszechniania Postępu Akademii Rolniczej w Krakowie. 263: 3-34.
- Bałut S., Kulej M., Sabor J., Sobolewska K., Wojtas R. 1988. Wpływ czasokresu użytkowania podłoża trocinowo-torfowych na ich bilans nawożeniowy oraz wzrost i jakość sadzonek produkowanych w kontrolowanych warunkach zewnętrznych. Informator Regionalny Zakładu Upowszechniania Postępu Akademii Rolniczej w Krakowie 271: 121-130.
- Dominik T. 1961. Studium o mikoryzie. Fol. For. Pol. Ser. A. 5: 1-16.
- Dominik T. 1969. Key to ectotrophic mycorrhizae. Fol. For. Pol. Ser. A. 15: 309-328.
- Kowalski S., Obłozka E., Wojewoda W. 1996. Susceptibility of ectomycorrhizal and ectendomycorrhizal fungi to pH of the environment. Acta Mycol. 31 (2): 127-136.
- Rudawska M. [red.] 2000. Ektomikoryza, jej znaczenie i zastosowanie w leśnictwie. Instytut Dendrologii PAN, Kórnik.
- Stępniewska H. 2004. Mikoryzy siewek jodły (*Abies alba* Mill.) hodowanych na substracie trocinowo-torfowym w szkółce Feleczyn w Nadleśnictwie Nawojowa. Sylwan (w druku).
- Stępniewska H., Krupińska M. 2002. Zagrożenie zgorzelą i mikotrofizm siewek świerka (*Picea abies* (L.) H. Karst.) hodowanych na substratach trocinowo-torfowych o różnym okresie użytkowania w szkółce leśnej. Acta Agr. Silv. Ser. Silv. 40: 87-96.
- Stępniewska H., Rębisz P. 2004. Mikoryzy siewek jodły (*Abies alba* Mill.) hodowanych na podłożach trocinowo-torfowych o różnym okresie użytkowania. Sylwan (w druku).

SUMMARY

Mycorrhizae of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings growing on sawdust-peat substrates of different periods of utilization

The frequency of occurrence and diversification of mycorrhizae in 1- and 2-year-old spruce seedlings growing on substrates of different periods of utilization were investigated in four forest nurseries. In three nurseries mycorrhizae in seedlings growing on a fresh substrate were compared with mycorrhizae in seedlings growing on a substrate utilized earlier. The latter one, each time after removal of seedlings of the previous production cycle, was supplemented with

22 Hanna Stępniewska, Ewa Drabek, Marcin Fedynkiewicz

a fresh substrate. In the fourth nursery comparison was made between mycorrhizae of seedlings growing on substrates utilized for 2, 6, 9, and 12 years without addition of a fresh substrate. It was found that a mean frequency of mycorrhizal occurrence in seedlings of individual nurseries varied from 8% to 16.9% in 1-year-old seedlings, and from 47.3% to 79.2% in 2-year-old stock. On the average the mycorrhizae in 1-year-old seedlings growing on a substrate used earlier occurred 3.5 times more frequently (20%) than in seedlings growing on a fresh substrate (5.7%). However, in the case of 2-year-old seedlings, a favourable effect of the substrate used earlier was evident only in one nursery where mycorrhizae in seedlings growing on substrates used for 6, 9, and 12 years were 11.6, 20.2, and 14.6 times respectively more frequent than in seedlings from a substrate used for 2 years. In the remaining two nurseries mycorrhizae were on the average 1.3 times more frequent in seedlings growing on a fresh substrate (mean 80.3%) than in seedlings from a substrate used earlier (58.6%). Only ectotrophic mycorrhizae were observed. According to the Dominik's classification they belonged to 7 subtypes: A, B, C, F, G, H, and I. Only one subtype, A or B, was found in 1-year-old seedlings, while in the case of 2-year-old seedlings subtypes A, B, or C occurred considerably more frequently than the remaining subtypes, which were not numerous or occurred sporadically. The quality spectrum of mycorrhizae in 2-year-old seedlings growing on a substrate used for several years was richer than in seedlings from a fresh substrate. The frequency of occurrence and diversification of mycorrhizae were not related to chemical properties (pH, nitrogen and phosphorus contents) in the case of 1-year-old seedlings. The results of this study suggest that age (utilization period) of a substrate was a decisive factor in respect of the mycorrhization level of 1-year-old spruce seedlings. Growing of these seedlings on substrates utilized earlier turned out to be better than growing them on a fresh substrate. In the case of older spruce seedlings a favourable effect of the substrate used earlier was weaker, and also other factors, including chemical properties of a substrate, decided on the level of their mycorrhization.