

HANNA STĘPNIEWSKA

Mikoryzy siewek jodły (*Abies alba* Mill.) hodowanych na substracie trocinowo-torfowym w szkółce Feleczyn w Nadleśnictwie Nawojowa*

Mycorrhizae of fir (*Abies alba* Mill.) seedlings cultivated on the sawdustpeat substratum in the Feleczyn Forest nursery (Nawojowa Forest District)

ABSTRACT

Frequency of occurrence of mycorrhizae and their diversification were tested on 1- and 2-year-old fir seedlings cultivated in hotbeds. It was found, that the age (a term of the utilization) of substratum was the most important factor affected the level of mycorrhization of seedlings.

KEY WORDS

mycorrhizae, fir, seedlings, sawdust-peat substrata

Wstęp

Substraty trocinowo-torfowe są najczęściej stosowanymi podłożami do hodowli sadzonek w szkółkach leśnych o charakterze górskim. Odznaczają się korzystnymi właściwościami fizyko-chemicznymi i początkowo (w pierwszym roku użytkowania) są wolne od grzybów pasożytniczych i nasion chwastów [Sobczak 1999]. W podłożach tych brak jednak symbiotycznych grzybów mikoryzowych, co wpływać może niekorzystnie na wzrost i rozwój siewek [Kowalski 1997]. Stan ten może z czasem ulegać zmianie. Szkółki leśne lokalizowane są zwykle w obrębie drzewostanów, w których powszechnie występują owocniki grzybów mikoryzowych. Można przypuszczać, że zarodniki tych grzybów, rozprzestrzeniane przez wiatr, docierają do szkółek i wnikają do podłoża, wmywane przez wodę w czasie opadów lub deszczowania. W ten sposób może być inicjowana samoistna mikoryzacja korzeni siewek hodowanych tą technologią. Częstość występowania powstałych tą drogą mikoryz jak też ich zróżnicowanie jakościowe, było dotychczas w szkółkach leśnych w Polsce przedmiotem nielicznych badań [Stępniewska i Krupińska 2002].

Celem niniejszych badań była analiza częstości występowania mikoryz i ich zróżnicowania jakościowego u siewek jodły hodowanych na podłożu trocinowo-torfowym w szkółce Feleczyn w Nadleśnictwie Nawojowa.

Materiały i metody

W szkółce Feleczyn sadzonki hodowane są w tarasowo rozmieszczonych inspektach o wymiarach 4 × 30 m. Podłoże stanowi substrat trocinowo-torfowy uzyskiwany przez zmieszanie trocin iglastych z torfem z torfowiska wysokiego w stosunku 1:1. Substrat ten każdorazowo po

HANNA STĘPNIEWSKA

Katedra Fitopatologii Leśnej
ul. 29 Listopada 46
31-425 Kraków
rlstepni@cyf-kr.edu.pl

* Temat częściowo finansowany przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych

wyjęciu sadzonek jest uzupełniany do pełnej miąższości tj. 15 cm (po ubiciu). W zależności od uprawy poprzedzającej (cykl 1-letni lub 2-3-letni) i ubytku substratu związanego z wyjęciem sadzonek z poprzedniego cyklu produkcyjnego grubość warstwy świeżo nałożonego substratu może być różna. Do nawożenia sadzonek stosuje się Fructus (lub inny nawóz o zbliżonym składzie), startowo w dawce 20 kg/ar, a pogłównie w dawce rocznej 10-20 kg/ar. Nasiona po wysiewie przykrywane są świeżymi trocinami. W szkółce wysiewane są nasiona jodły pochodzące z drzewostanów nasiennych Nadleśnictwa Nawojowa. Wszystkie siewy jodły odbywają się jesienią. Szczegółowe informacje dotyczące technologii produkcji sadzonek jodły w szkółce Feleczyn przedstawił Gryzło [1999].

Przedmiotem badań były siewki jodły, pobierane jako jedno- i dwulatki z pięciu inspektów. W latach 1998-1999 badano siewki hodowane z odkrytym systemem korzeniowym w trzech inspektach, na podłożach różniących się uprawą poprzedzającą: sadzonki jodły 3/0, modrzewia 2/0 i buka 1/0. W latach 2000-2001 badano siewki pobrane z dwóch inspektów, hodowane różną technologią: z zakrytym systemem korzeniowym, w osłonach wg Kosterkiewicza [Gryzło 1999], na świeżym substracie trocinowo-torfowym, i z odkrytym systemem korzeniowym, na podłożu już wcześniej wykorzystywanym do hodowli sadzonek i uzupełnionym warstwą świeżego substratu. Siewki pobierano do badań we wrześniu/październiku. Każdorazowo pobierano z kwatery próbę 30 siewek. Jednocześnie pobierano próbki substratów do zbadania podstawowych właściwości chemicznych (analizy przeprowadzono w Katedrze Gleboznawstwa Leśnego AR w Krakowie). Po przewiezieniu siewek do laboratorium i dokładnym opłukaniu w wodzie umieszczono je w płynie konserwującym FAA o składzie: alkohol etylowy 70% – 900 ml, kwas octowy lodowaty – 50 ml, formaldehyd – 50 ml [Kowalski 1974]. Tak zakonserwowane siewki analizowano określając ich cechy morfologiczno-rozwojowe, liczbę korzeni autotroficznych oraz liczbę i zróżnicowanie mikoryz. Mikoryzy u siewek 1-letnich analizowano na całym systemie korzeniowym, a u 2-letnich na 1 mb korzeni bocznych pobranym w formie 20 odcinków po około 5 cm każdy. Zróżnicowanie jakościowe mikoryz określono na podstawie analizy mikroskopowej cech anatomicznych (rodzaj, grubość i barwa opilśni grzybniowej, stopień rozwinięcia sieci Hartiga), posługując się klasyfikacją Dominika [1969]. Łącznie analizie poddano 300 siewek jodły.

Udział procentowy mikoryz uśredniony w obrębie poszczególnych prób siewek, porównano na podstawie analizy wariancji i testu t Studenta na poziomie istotności 0.05. Wykorzystano program STATISTICA wersja 6.0.

Wyniki

Udział procentowy mikoryz u badanych siewek był stosunkowo wysoki. Na korzeniach siewek 1-letnich średnio 31,6% korzeni krótkich stanowiły mikoryzy, a na korzeniach siewek 2-letnich 60,7% (tab.1).

Siewki hodowane na podłożach różniących się uprawą poprzedzającą, badane w latach 1998-1999, wyraźnie różniły się częstością występowania mikoryz (różnice statystyczne) (tab. 1). Wśród siewek 1-letnich, mikoryzy stwierdzano najczęściej u siewek pobranych z podłoża, na którym wcześniej hodowano sadzonki modrzewia 2/0 (46,9%), a rzadziej u siewek rosnących w podłożu po buku 1/0 (25,7%). Najmniejszym stopniem zmikoryzowania (16,7%) charakteryzowały się siewki hodowane na substracie, który wcześniej wykorzystywany był do produkcji sadzonek jodły 3/0. Z kolei wśród siewek 2-letnich, największy procent mikoryz stwierdzono u siewek hodowanych na podłożu po buku 1/0 (92,5%), a mniejszy u siewek z podłoża po modrzewiu 2/0 (73,9%). Jednocześnie, siewki z podłoża po buku 1/0, najlepiej zmikoryzowane, charakteryzowały się najgorszymi parametrami hodowlanymi (tab. 1). Najmniejszym procen-

Tabela 1.
Średnie wartości cech morfologiczno – rozwojowych oraz mikorizy badanych siewek
Mean values of morphological and developmental features and the mycorrhizae of seedlings

Parametry	Rok badań 1998-1999				Rok badań 2000-2001					
	siewki hodowane na substratach różniących się uprawą poprzedzającą:		siewki różniące się technologią hodowli:		zakryty system		nagi system			
	jodła 3/0	modrzew 2/0	buk 1/0	jodła 3/0	modrzew 2/0	buk 1/0	korzeniowy, substrat świeży	korzeniowy, substrat użytkowany		
	Jd 1/0		Jd 2/0		Jd 1/0	Jd 2/0	Jd 1/0	Jd 2/0		
Wysokość części nadziemnej [mm]	51	44	49	106	88	70	35	77	38	68
Grubość w szyi korzeniowej [mm]	1,5	1,4	1,3	2,8	2,5	2,1	1,4	2,9	1,6	2,4
Długość korzenia głównego [mm]	162	147	167	-	-	-	186	210	158	152
Procentowy udział ektomikoryz podtypu:										
A	5,7	15	5,5	18,5	5,1	28,3	8,8	11,7	10,7	40,9
B	11	29,9	14,9	38,7	68,8	57,9			38,5	18,4
C										6,9
F		2	0,3	0,2		3,6			4	
G			5	0,3		1,4			3,8	1,1
I			25,7 ^a	57,7 ^b	73,9 ^b	92,5 ^b	8,8 ^c	11,7 ^d	2,8	0,2
Ogółem	16,7 ^{a*}	46,9 ^a							59,8 ^c	67,5 ^d

* wartości oznaczone tą samą literą różnią się statystycznie (P=0,05)

* Values described with the same letter differ statistically (P=0,05)

towym udziałem mikoryz (57,7%) charakteryzowały się, podobnie jak w przypadku jednolatek, siewki hodowane na podłożu wykorzystywanym wcześniej do hodowli sadzonek jodły 3/0. Jednocześnie, siewki te miały najlepsze parametry hodowlane (tab. 1). W porównaniu z siewkami analizowanymi jako 1-roczone, procent mikoryz u siewek 2-letnich wzrósł 1,6-krotnie u siewek z podłoża po modrzewiu oraz odpowiednio 3,5-krotnie i 3,6-krotnie u siewek z podłoża po jodle i buku (tab. 1).

Siewki badane w latach 2000-2001, różniące się technologią produkcji, różniły się także wyraźnie poziomem zmikoryzowania (różnice statystyczne) (tab. 1). Częstość występowania mikoryz u siewek 1-roczych hodowanych z odkrytym systemem korzeniowym na substracie użytkowanym była 6,8 razy większa (59,8%) niż u siewek hodowanych z zakrytym systemem korzeniowym na substracie świeżym (8,8%), a u siewek 2-letnich 5,8 razy większa (odpowiednio 67,5% i 11,7%). Jednocześnie, siewki 2-letnie hodowane na substracie użytkowanym, lepiej zmikoryzowane, charakteryzowały się gorszymi parametrami hodowlanymi niż siewki hodowane na substracie świeżym (tab. 1). Jednak u siewek 1-roczych zależności takiej nie stwierdzono. Niezależnie od technologii hodowli, procent mikoryz u siewek analizowanych jako 2-letnie był tylko nieznacznie większy niż u siewek 1-roczych (tab. 1).

Na korzeniach badanych siewek jodły stwierdzono tylko mikoryzy ektotroficzne. Przyporządkowano je do sześciu podtypów: A, B, C, F, G oraz I (tab. 1). Najliczniej reprezentowane były mikoryzy należące do podtypu B, zarówno u siewek 1-roczych (średnio 23,6%), jak i u 2-letnich (średnio 46%). W latach 1998-1999 mikoryzy te stwierdzano najczęściej na korzeniach siewek pobranych z podłoża, na którym wcześniej hodowano sadzonki modrzewia 2/0, zarówno u jednolatek (29,9%) jak i u dwulatek (68,8%). Ich udział był odpowiednio 2,7 razy i 1,8 razy wyższy niż u siewek z podłoża po sadzonkach jodły 3/0, u których mikoryzy podtypu B występowały najrzadziej (odpowiednio 11% i 29,9%). Mikoryzy te charakteryzowały się dobrze wykształconą, prozenchymatyczną, gładką opilśnią, barwy kremowej. Sieć Hartiga zwykle była dobrze wykształcona i sięgała aż do endodermi. Udział mikoryz podtypu A był wyraźnie mniejszy, średnio 9,1% u siewek 1-roczych i 20,9% u 2-letnich. Mikoryzy te były najczęściej pozbawione opilśni. Jeżeli opilśń występowała, była zredukowana i okrywała korzeń płatowato. Pozostałe podtypy ektomikoryz (C, F, G, I) występowały sporadycznie, przy czym najszerszym spektrum mikoryzowym charakteryzowały się siewki rosnące w podłożu po buku 1/0 (tab. 1). U siewek badanych w latach 2000-2001 hodowanych w osłonach na substracie świeżym stwierdzono tylko ektomikoryzy podtypu A (tab. 1). Z kolei, u siewek hodowanych z odkrytym systemem korzeniowym na substracie użytkowanym stwierdzono 6 podtypów ektomikoryz: A, B, C, F, G oraz I (tab. 1). U siewek 1-roczych wyraźnie dominowały ektomikoryzy podtypu B, które stwierdzano 1,8 razy częściej (38,5%) niż pozostałe typy mikoryz razem (21,5%) i 3,6 razy częściej niż mikoryzy podtypu A (10,7%). Z kolei, u siewek 2-letnich wyraźnie dominowały mikoryzy podtypu A (40,9%), które stwierdzano 1,5 razy częściej niż pozostałe typy mikoryz razem (26,6%) i 2,2 razy częściej, niż mikoryzy podtypu B (18,4%). Pozostałe podtypy ektomikoryz tj. C, F, G oraz I występowały na korzeniach siewek sporadycznie (tab. 1).

Dyskusja

Uzyskane wyniki badań sugerują, że warunki hodowli siewek jodły w szkółce Feleczyń sprzyjają ich samoistnej mikoryzacji. Wynika z nich także, że w obrębie jednej szkółki proces ten może przebiegać z różnym nasileniem zależnym od szczegółowych warunków hodowli siewek. Wśród siewek hodowanych z odkrytym systemem korzeniowym badanych w latach 1998-1999, najlepiej zaopatrzone w mikoryzy były siewki hodowane w podłożu wykorzystywanym wcześ-

niej do hodowli sadzonek buka 1/0. Jednocześnie siewki te charakteryzowały się najgorszymi parametrami hodowlanymi. Jest to efekt zużywania części wyprodukowanych przez roślinę cukrów przez komponenta grzybowego. Podobną zależność stwierdzili Hilszczańska i Sierota [1998] u siewek sosny. Jak podaje Gryzło [1999], przy produkcji sadzonek w cyklu 1-letnim, ubytek substratu jest stosunkowo niewielki i uzupełniany warstwą około 5 cm substratu świeżego. Można więc przyjąć, że siewki jodły hodowane w podłożu po buku 1/0 rozwijały swe korzenie w substracie starym, już wykorzystywanym do hodowli sadzonek, a tym samym zasiedlonym przez grzyby mikoryzowe. Źródłem inokulum tych grzybów mogły być zarodniki z owocników występujących w drzewostanie stanowiącym otulinę szkółki jak też w samej szkółce. W czasie badań, w inspektach z jodłą w szkółce Feleczyn licznie stwierdzano owocniki *Laccaria laccata* (Scop. ex Fr.) Berk. & Br. i *Thelephora terrestris* Erh., grzybów tzw. wczesnego stadium, tj. tworzących ektomikoryzy z drzewami w ich stadium juwenilnym [Bowen 1994]. Inokulum mogły stanowić także pozostałości zmikoryzowanych korzeni hodowanych uprzednio na substracie sadzonek. Sinclair [1964] stwierdził taką zależność przy produkcji daglezi. Podobną zależność stwierdziły Stępniewska i Krupińska [2002] przy produkcji sadzonek świerka. Wykazały, że hodowla świerka na substratach trocinowo-torfowych o kilkuletnim okresie użytkowania, umożliwia uzyskanie sadzonek lepiej zaopatrzonych w mikoryzy niż hodowla na substracie świeżym, zarówno pod względem ich liczby jak i zróżnicowania jakościowego. Słabe zaopatrzenie w mikoryzy siewek jodły pobranych z podłoża, na którym wcześniej hodowano jodłę 3/0 mogło wynikać z uzupełnienia inspektu świeżo przygotowanym substratem hodowlanym. Przy hodowli jodły ubytek substratu związany z wyjmowaniem sadzonek sięga 80-100% i musi być uzupełniany warstwą ok. 15 cm, tj. do pełnej miąższości [Gryzło 1999]. W tym inspekcje siewki rosły więc przez długi czas w substracie świeżym, początkowo zupełnie pozbawionym grzybów mikoryzowych. Zależność między długością okresu użytkowania podłoża hodowlanego, a zaopatrzeniem w mikoryzy hodowanych na tym podłożu siewek, potwierdzają także wyniki analiz siewek hodowanych różną technologią, w osłonach na substracie świeżym i z odkrytym systemem korzeniowym na substracie już wcześniej użytkowanym. Zarówno częstość występowania mikoryz jak i ich zróżnicowanie jakościowe były wyraźnie większe u siewek z substratu użytkowanego.

Powstawanie kontaktów mikoryzowych u drzew zależy od właściwości chemicznych podłoża, a zwłaszcza od pH i zasobności w azot i fosfor [Rudawska 2000]. Odczyn pH podłoża, na których hodowano badane siewki wahał się w przedziale od 4,1 do 5,0 (pH w H₂O) (tab. 2). Można przyjąć, że odpowiadał on wymaganiom jodły, która dobrze rośnie zarówno przy odczynie kwaśnym jak i zbliżonym do obojętnego [Jaworski 1994]. W obrębie poszczególnych wariantów badań realizowanych w szkółce Feleczyn odczyn pH podłoża był zbliżony, podczas gdy różnice w częstości występowania mikoryz u hodowanych na nich siewkach były bardzo wyraźne. Odczyn substratów po jodle 3/0 i modrzewiu 2/0, na których hodowano siewki 1-letnie był taki sam (pH w H₂O=4,6), podczas gdy udział procentowy mikoryz u siewek z podłoża po modrzewiu był 2,8 razy większy niż u siewek z podłoża po jodle (tab. 1 i 2). Podobnie, odczyn substratów, świeżego i użytkowanego, spod siewek 2-letnich hodowanych różną technologią był zbliżony (odpowiednio, pH w H₂O=4,2 i 4,3), podczas gdy częstość występowania mikoryz na korzeniach siewek z substratu użytkowanego była 5,8 razy większa, niż u siewek z substratu świeżego (tab. 1 i 2). Parametru tego nie można zatem uznać za czynnik, który zróżnicował zmikoryzowanie korzeni siewek jodły w badanej szkółce. Zasobność podłoża różniących się uprawą poprzedzającą w azot i fosfor była zróżnicowana (tab. 2). Substrat spod 1-letniej jodły z podłoża po jodle 3/0, u której częstość występowania mikoryz była najniższa,

Tabela 2.

Wybrane właściwości chemiczne substratów spod uprawy badanych siewek
Selected chemical parameters of substrates under seedling culture

Parametry	Rok badań 1998-1999						Rok badań 2000-2001					
	siewki hodowane na substratach różniących się uprawą poprzedzającą:			siewki różniące się technologią hodowli:			zakryty system			nagi system		
	jodła 3/0	buk 1/0	jodła 3/0	modrzew 2/0	buk 1/0	jodła 3/0	modrzew 2/0	buk 1/0	świeży substrat 1/0	świeży substrat 2/0	świeży substrat 1/0	użytkowany substrat 2/0
pH w H ₂ O	4,6	4,7	4,1	4,1	4,6	4,1	4,6	5	4,2	4,5	4,3	
pH w KCl	3,6	3,7	3,3	3,4	3,9	3,4	3,9	3,7	3,4	3,6	3,4	
N [%]	1	0,6	1	1,1	0,65	1,1	0,65	0,59	0,71	0,89	1,1	
C [%]	33,93	34,44	37,93	36,95	19,42	36,95	19,42	46,4	42,6	35,2	33,4	
subst. org. [%]	58,49	59,37	65,39	63,7	33,5	63,7	33,5	80	73,5	60,7	57,6	
C/N	33,9	38,3	30,4	34,4	30,1	34,4	30,1	78,6	60	39,6	30,7	
P [mg/100g gleby]	9,8	15,1	18,3	17,7	25,5	17,7	25,5	12,3	8,8	15,4	14,3	
K [mg/100g gleby]	36,9	85,3	30	59,5	42	59,5	42	159,5	65,4	69,6	38,4	

Metodyka: pH – potencjometrycznie; C – metodą Tiurina; N – metodą Kjeldahla; P, K – metodą Egnera-Riehma
Method: pH – potentiometrically; C – Turin method; N – Kjeldahl method; P, K – Egner-Riehm method

charakteryzował się najniższą zawartością fosforu, przy równocześnie stosunkowo wysokiej zawartości azotu. Z kolei, substrat spod 2-letniej jodły z podłoża po buku 1/0, u której mikoryzy stwierdzano najczęściej charakteryzował się wysoką zawartością fosforu, przy równocześnie niskiej zawartości azotu. Mała zawartość fosforu w glebie wpływa hamująco na powstawanie mikoryz natomiast wysoka zawartość fosforu, przy równocześnie niskiej zawartości azotu, stymuluje ich powstawanie [Dominik 1961]. Mogło to być przyczyną wysokiego stopnia zmikoryzowania siewek 2-letnich hodowanych na substracie po buku 1/0, w którym stosunek fosforu do azotu był największy (tab. 2). Jednak nie w każdym z wariantów badań realizowanych w szkółce Feleczyń wystąpiła taka zależność. Substraty po hodowli sadzonek modrzewia i buka spod 1-roczej jodły charakteryzowały się zbliżonym stosunkiem azotu do fosforu (tab. 2), podczas gdy udział procentowy mikoryz u tych siewek różnił się prawie dwukrotnie (tab. 1). U siewek 2-letnich hodowanych na substracie po modrzewiu, częstość występowania mikoryz była 1,3 razy większa, niż u siewek z substratu po jodle, podczas gdy stosunek azotu do fosforu w tych substratach był zbliżony. Także w substracie świeżym i użytkowym spod siewek hodowanych różną technologią stosunek azotu do fosforu był zbliżony, podczas gdy częstość występowania mikoryz u siewek hodowanych na substracie użytkowym była 5,8-6,8 razy większa, niż u siewek hodowanych na substracie świeżym (tab. 1 i 2). Przyjąć zatem należy, że w warunkach badanej szkółki, właściwości chemiczne podłoża hodowlanych miały znaczenie

drugorzędne, jako czynniki determinujące powstawanie kontaktów mikoryzowych u hodowanych na nich siewek. Można przypuszczać, że czynnikiem znacznie istotniejszym był okres użytkowania (wiek) substratu hodowlanego.

Wnioski

- ✦ W warunkach badanej szkółki hodowla jodły na substratach trocinowo-torfowych pozwala uzyskać sadzonki o zadowalającym stopniu zmikoryzowania choć z ubogim spektrum mikoryz.
- ✦ W obrębie tej samej szkółki zaopatrzenie sadzonek w mikoryzy może być różne, w zależności od szczegółowych warunków ich hodowli.
- ✦ Czynnikiem rzutującym na powstawanie mikoryz u sadzonek jodły może być wiek (okres użytkowania) podłoża hodowlanego. Wyniki badań sugerują, że w szkółce Feleczyn, sadzonki lepiej zaopatrzone w mikoryzy można uzyskać na podłożach już wcześniej użytkowanych niż na świeżych.

Podziękowanie

Dziękuję za udostępnienie terenu badań Nadleśnictwu Nawojowa.

Literatura

- Bowen G. D. 1994. The ecology of ectomycorrhiza formation and functioning. *Plant a. Soil* 159: 61-67.
- 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.
- Gryzło Z. 1999. Produkcja sadzonek jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w szkółce leśnej „Feleczyn” w Nadleśnictwie Nawojowa. *Zesz. Nauk. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie* 339: 203-207.
- Hilszczańska D., Sierota Z. 1998. Możliwości stymulowania naturalnej mikoryzacji siewek w szkółkach leśnych. *Post. Tech. Leś.* 65: 40-44.
- Jaworski A. 1994. Hodowla lasu. Wymagania siedliskowe ważniejszych gatunków drzew leśnych oraz zasady ich odnawiania. Skrypty dla Szkół Wyższych, AR w Krakowie.
- Kowalski S. 1974. Badania nad syntezą mikoryz sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w warunkach laboratoryjnych. *PTPN, Prace Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś.* 38: 79-121.
- Kowalski S. 1997. Praktyczne aspekty mikotrofizmu w szkółkach leśnych. *Sylwan* 141, 6: 5-16.
- Rudawska M. [red.]. 2000. Ektomikoryza, jej znaczenie i zastosowanie w leśnictwie. Instytut Dendrologii PAN, Kórnik.
- Sinclair W.A. 1964. Development of ectomycorrhizae in a Douglas-fir nursery. II. Influence of soil fumigation, fertilization and cropping history. *Forest Sci.* 20: 57-63.
- Sobczak R. [red.]. 1999. Szkółkarstwo leśne, ozdobne i zadrzewieniowe. Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- 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.

SUMMARY

Mycorrhizae of fir (*Abies alba* Mill.) seedlings cultivated on the sawdustpeat substratum in the Feleczyn Forest nursery (Nawojowa Forest District)

The frequency and diversification of mycorrhizae on 1- and 2-year-old fir seedlings cultivated in hotbeds were investigated. In the 1998-1999 bare-rotted seedlings grown on substrata utilized earlier for cultivation of various seedlings (3/0 fir, 2/0 larch, 1/0 beech) were tested. The length of the production period (1, 2, or 3 years) is connected with a different degree of substratum loss. The old substratum was supplemented with a fresh one, and thus mixed substrata of different age (period of utilization) were used. In 2000-2001 seedlings grown in pots (acc.

to Kosterkiewicz method) on a fresh substratum were compared with bare-rotted seedlings grown on the substratum utilized earlier. It was found, that the frequency of mycorrhizae on tested seedlings was relatively high, on the average 31,6% of mycorrhizae in 1-year-old, and 60,7% in 2-year-old seedlings. However, the mycorrhizal spectrum was relatively poor, and contained 6 subtypes of ectomycorrhizae: A, B, C, F, G, and I (acc. to Dominik's classification), with strong domination of A and B subtypes. The kind of the crop cultivated earlier diversified the frequency of mycorrhizal occurrence in the seedlings tested in the 1998-1999. Mycorrhizae were more frequent in seedlings grown on substratum earlier utilized for cultivation of 1/0 beech seedlings (on the average 25,7% of mycorrhizae in 1-year-old, and 92,5% in 2-year-old seedlings), and 2/0 larch seedlings (46,9% and 73,9% respectively) than in seedlings grown on substratum earlier utilized for cultivation of 3/0 fir seedlings (16,7% and 57,7% respectively) (differences statistically significant). In 2000-2001 distinctly more frequently (differences statistically significant) the mycorrhizae were found in bare-rotted seedlings cultivated on substrata utilized earlier (on the average 59,8% of mycorrhizae in 1-year-old and 67,5% in 2-year-old seedlings) than in seedlings cultivated in pots on a fresh substratum (on the average 8,8% of mycorrhizae in 1-year-old, and 11,7% in 2-year-old seedlings). No relationship was found between the frequency of mycorrhizae on tested seedlings and the chemical properties (pH, nitrogen and phosphorus contents) of the substrata used for their cultivation. The study showed that the age (length of utilization period) of a substratum was the main factor determining the level of mycorrhization of fir seedlings in the Feleczyn forest nursery.