

MARTA ALEKSANDROWICZ-TRZCIŃSKA

Wpływ fungicydów na ektomikoryzy i cechy biometryczne dwuletnich sadzonek sosny zwyczajnej inokulowanych grzybem *Hebeloma crustuliniforme*

The impact of fungicides on ectomycorrhizae and biometric traits in 2-year-old Scots pine seedlings inoculated with the *Hebeloma crustuliniforme* fungus

Abstract. The impact of six fungicides on formation of ectomycorrhizae and the growth in 2-year-old Scots pine seedlings inoculated with the *Hebeloma crustuliniforme* fungus was studied. The fungicides were as follows: Bayleton 25WP, Bravo 500S.C., Dithane M-45, Europaren 50WP, Topsin M70WP, and Funaben T. They were used at recommended doses.

Keywords: ectomycorrhiza, fungicides, Scots pine, *Hebeloma crustuliniforme*, shoot length, needle length, dry mass

Wstęp

Szczepienia mikoryzowe drzew leśnych są stosowane w praktyce od prawie 100 lat (14). Najistotniejszą rolę, w sztucznej inokulacji odgrywa forma szczepionki (inokulum). Początkowo do szczepień mikoryzowych używano inokulum w postaci gleby lub próchnicy leśnej. Szczepionkę mogą stanowić również odcięte korzenie mikoryzowe lub sadzonki z ukształtowaną już mikoryzą (metoda indonezyjska). W wielu krajach na skalę doświadczalną i produkcyjną stosuje się szczepionkę zarodnikową. Jednak obecnie za najbardziej efektywną uważa się szczepionkę vegetatywną, opartą na grzybni wyselekcjonowanych gatunków ektomikoryzowych (10, 15).

W Polsce prowadzone są prace nad wdrożeniem vegetatywnej szczepionki mikoryzowej opracowanej przez prof. Stefana Kowalskiego z Katedry Fitopatologii Leśnej Akademii Rolniczej w Krakowie. Inokulum to wyselekcjonowany szczep grzyba *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quéf. Szczepionka mikoryzowa przed rozpoczęciem jej produkcji na skalę gospodarczą poddawana jest wielu testom. Między innymi należy zbadać odporność na

fungicydy szczepu grzyba ektomikoryzowego, stanowiącego inokulum. Potrzeba tego rodzaju badań wynika stąd, że chociaż siewki i sadzonki drzew leśnych, zaopatrzone w dobrze rozwiniętą mikoryzę są odporniejsze na infekcje licznych gatunków grzybów chorobotwórczych, to jednak często istnieje konieczność stosowania fungicydów również w stosunku do sadzonek sztucznie mikoryzowanych. Ponadto poszczególne gatunki, a często szczepy grzybów ektomikoryzowych wykazują zróżnicowaną odporność na fungicydy (1).

Celem pracy było określenie wpływu fungicydów na tworzenie i rozwój ektomikoryz oraz wzrost dwuletnich sadzonek sosny zwyczajnej inokulowanych szczepionką prof. S. Kowalskiego z grzybem *H. crustuliniforme*.

Materiał i metody

Doświadczenie założono w 1999 r., w Szkółkarskim Ośrodku Szkoleniowym Leśnego Zakładu Doświadczalnego SGGW w Rogowie. Roczne sadzonki sosny zwyczajnej inokulowane szczepionką z grzybem *H. crustuliniforme* szczep W 53 otrzymano ze szkółki kontenerowej w Nędzy (Nadleśnictwo Rudy Raciborskie, RDLP Katowice), gdzie od kilku lat testowana jest w produkcji materiału sadzeniowego polska szczepionka mikoryzowa.

Jednoroczne sadzonki sosny wyhodowano w kasetach V-120. Podłoże stanowił torf wysoki z 15% dodatkiem styromulu, o odczynie wynoszącym $\text{pH}=4,8$. Szczepionkę z grzybem *H. crustuliniforme* (szczep W53) dodano w ilości 6% objętości podłoża. Do nawożenia startowego zastosowano Azofoskę, stosując dawkę 1 kg/m^3 substratu. W okresie wzrostu (od 18 kwietnia do 20 sierpnia) siewek 29 razy zastosowano dolistnie nawóz Ekor o konduktywności 0,5-0,8.

Po przetransportowaniu jednolatek do Rogowa zaszkółkowano je w kasetach V-370 wypełnionych torfem z perlitem w stosunku 2:1, o odczynie $\text{pH}=4,8$. Zastosowano nawożenie startowe Osmocote plus (15+11+13+2MgO) o czasie uwalniania składników 3-4 miesiące, w ilości 1 kg/m^3 substratu.

Kasety z sadzonkami sosny zostały umieszczone w namiocie foliowym. Wariantami doświadczenia były sadzonki traktowane sześcioma różnymi fungicydami oraz jako porównanie sadzonki nieopryskiwane. Doświadczenie założono w układzie czterech bloków losowych celem wyeliminowania zmienności warunków mikroklimatycznych w namiocie foliowym. Wariant w bloku stanowiły sadzonki jednej kasety. Łącznie do doświadczenia wykorzystano 420 sadzonek sosny.

Terminy opryskiwań dobrano tak, aby odzwierciedlały zabiegi ochronne wykonywane przeciwko konkretnym chorobom potencjalnie występującym na sośnie w szkółkach leśnych. Dawki fungicydów przyjęto zgodnie z zaleceniami wydawanymi przez Instytut Badawczy Leśnictwa, przyjmując najwyższe dopuszczone koncentracje oraz największą liczbę zabiegów przeprowadzonych w najkrótszych odstępach czasu. Charakterystykę fungicydów przedstawiono w tabeli 1.

Dla poszczególnych fungicydów program opryskiwań przedstawiał się następująco:

TABELA 1
Charakterystyka testowanych fungicydów

Nazwa handlowa preparatu	Procentowa zawartość środka czynnego	Klasa toksyczności	Producent
Bayleton 25 WP	triadimefon 5%	IV	Organika-Sarzyna Polska wg licencji Bayer AG Niemcy
Bravo 500 SC	chlorotalonil 50%	IV	IKS Biosciences Europe Ltd Wielka Brytania
Dithane M-45	mankozeb 80%	IV	Rohm and Haas USA
Euparen 50 WP	dichlofluamid 50%	IV	Bayer AG Niemcy
Topsin M 70 WP	tiofonat-metylu 70%	IV	Nippon Soda Company Ltd Japonia
Zapr. FunabenT	karbendazym 20% tiuram 45%	IV	Organika-Sarzyna Polska

- Bayleton 25 WP – opryskiwania jak na rdze (*Melampsora pinitorqua* Rostr., *Coleosporium tussilaginis* Lev.), 3 razy co dwa tygodnie, od 26.05 do 23.06., w stężeniu 0,2%, w dawce 6 kg/ha,
- Bravo 500 SC – opryskiwania jak na zamieranie pędów (*Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet, *Cenangium ferruginosum* Fr.) 6 razy co 3 tygodnie, od 16.06 do 29.09, w stężeniu 0,3%, w dawce 9l/ha,
- Dithane M-45 – opryskiwania jak na osutkę (*Lophodermium seeditiosum* Minter, Staley et Millar) 6 razy co 3 tygodnie, od 16.06 do 29.09, w stężeniu 0,5%, w dawce 15 kg/ha,
- Euparen 50 WP – opryskiwania jak na szarą pleśń (*Botrytis cinerea* Pers: Fr.) 4 razy co 7 dni, od 26.05 do 16.06, w stężeniu 0,25%, w dawce 7,5 kg/ha,
- Topsin M 70 WP – opryskiwania jak na osutkę (*L. seeditiosum*), 6 razy co 3 tygodnie, od 16.06 do 29.09, w stężeniu 0,2%, w dawce 6 kg/ha,
- Zaprawa Funaben T – opryskiwania jak na zgorzel siewek (*Fusarium oxysporum* Schlecht, *Rhizoctonia solani* Kühn) 4 razy co 7 dni, od 26.05 do 16.06, w stężeniu 0,4%, w dawce 18 kg/ha.

Zaprawa Funaben T wprawdzie nie jest stosowana w praktyce szkółkarskiej w stosunku do roślin starszych niż kilkutygodniowe. Ponieważ jednak prezentowane badania są kontynuacją wcześniejszych doświadczeń zdecydowano opryskiwać Funabenem również przesadki, tym bardziej, że oprócz tiuramu stosowanego głównie w ochronie siewek przed pasożytniczą zgorzelą zawiera również karbendazym, który może być z powodzeniem stosowany do zwalczania innych chorób.

Sadzonki wyjęto w końcu października 1999 r. Po odcięciu części nadziemnej korzenie wraz z bryłką zawijano w folię aluminiową i po oznakowaniu przechowywano zamrożone. Następnie sukcesywnie rozmnażano, płukano na sitach i poddawano pomiarom. Stopień

zmikoryzowania określano metodą liczenia wierzchołków autotroficznych i mikoryzowych (z podziałem na morfotypy) na 20 cm odcinku korzenia. Próbę pobierano losowo z górnej części systemu korzeniowego.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów obliczono dla każdego wariantu wskaźnik H_C charakteryzujący stopień zmikoryzowania korzeni przez *H. crustuliniforme* (9), stosując wzór:

$$H_C = A_H \cdot \frac{B_H}{C}$$

gdzie:

- A_H – procentowy udział liczby sadzonek, na których wystąpiła *H. crustuliniforme*,
- B_H – procentowy udział liczby korzeni krótkich zmikoryzowanych przez *H. crustuliniforme*,
- C – procentowy udział liczby korzeni krótkich z mikoryzą

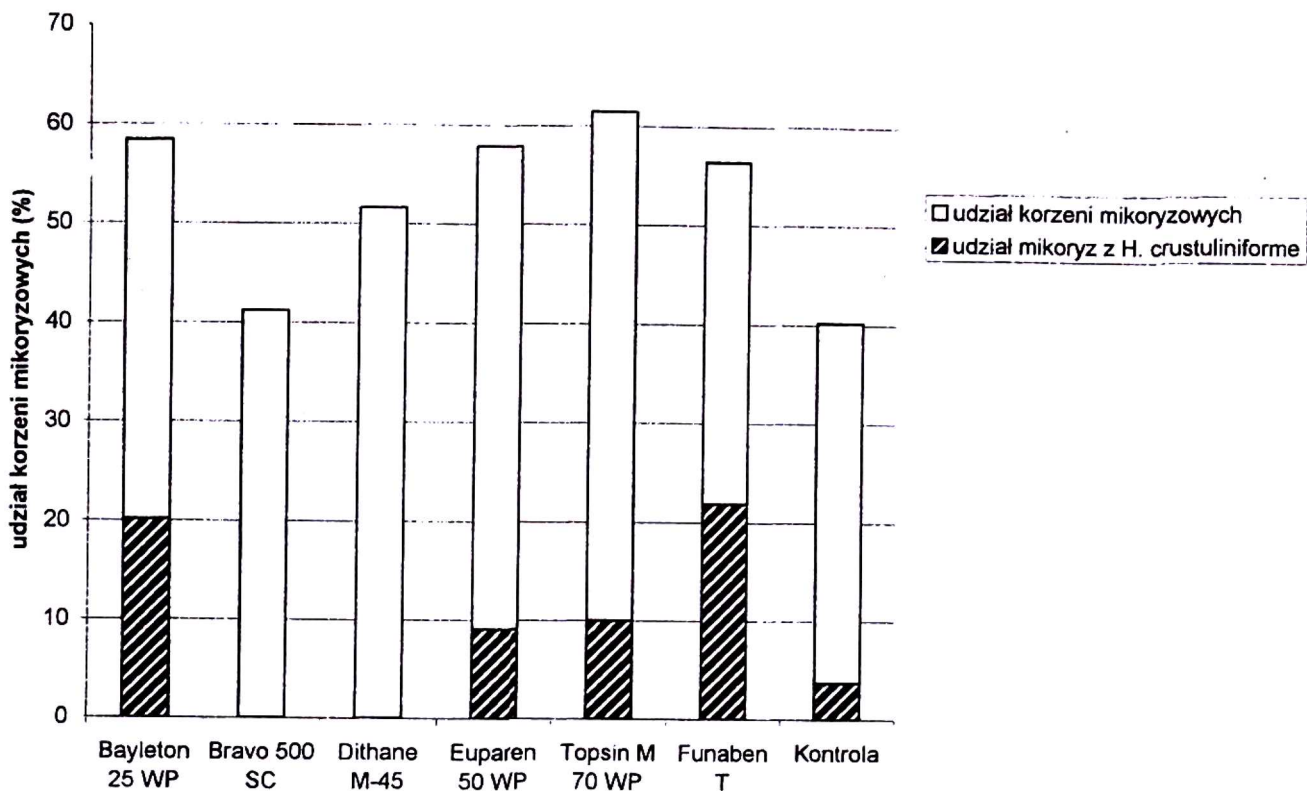
Dla części nadziemnej zmierzono grubość w szyjce korzeniowej (z dokładnością do 0,1 mm), długość pędu (z dokładnością do 0,1 cm) oraz długość pięciu par igieł, pobranych ze środkowej części pędu (z dokładnością do 0,1 cm). Następnie pędy, igły podwójne oraz korzenie wysuszono w temperaturze 105°C do stanu absolutnie suchego i zważono. Pomiary części nadziemnej wykonano na 336 sadzonkach, po 48 sztuk z każdego wariantu doświadczenia. Analizę stopnia zmikoryzowania korzeni przeprowadzono na 20 sadzonkach z każdego wariantu (łącznie 140 prób korzeni).

Sposób założenia doświadczenia w układzie bloków losowych pozwolił na wykonanie analizy wariancji. Istotność różnic oceniono przy poziomie istotności wynoszącym $p=0,05$, a jednorodne grupy zostały utworzone na podstawie testu Duncana. Zbadano również związek pomiędzy cechami wzrostowymi sadzonek a udziałem korzeni mikoryzowych i autotroficznych. Badane zależności wyrównano do linii prostej a siłę związku określono współczynnikiem korelacji prostoliniowej.

Wyniki badań i dyskusja

Stopień zmikoryzowania systemów korzeniowych dwuletnich sadzonek sosny inokulowanych *H. crustuliniforme* był różny w badanych wariantach doświadczenia. Najmniejszy udział wierzchołków mikoryzowych stwierdzono w wariancie kontrolnym (40,2%). Sadzonki sosny traktowane fungicydami miały większy niż na powierzchni kontrolnej stopień zmikoryzowania korzeni. Największą wartość tej cechy – 61,4% stwierdzono w wariancie z Topsinem M (ryc.). Średni stopień zmikoryzowania sadzonek w całym doświadczeniu wyniósł 52,7%.

Na podstawie morfologii mikoryz (kształt, kolor i struktura powierzchni mufki grzybniowej) wyróżniono kilka morfotypów. *H. crustuliniforme* tworzyła mikoryzy jasne, pojedyncze i dichotomicznie rozgałęzione. Od powierzchni mufki odrastała obfita, biała grzybnia absorbcyjna. Udział mikoryz z tym gatunkiem grzyba średnio wynosił 9,5% (ryc.). Dla sadzonek opryskiwanych Bayletonem i Funabenem był największy i wynosił odpowiednio



RYC. Procentowy udział krótkich korzeni mikoryzowych dwuletnich sadzonek sosny inokulowanych szczepionką z grzybem *H. crustuliniforme*

20,1%, 21,8%. W wariacie opryskiwanym Bravo i Dithane nie stwierdzono mikoryz z grzybem *H. crustuliniforme*. Pozostałe warianty charakteryzowały się udziałem od 3,7% do 10%.

Na korzeniach sadzonek licznie występowały mikoryzy tworzące się spontanicznie z infekcji naturalnych. Najlicniejszą grupę (średnio 31,7%) to mikoryzy brązowe, do których zaliczono 3 morfotypy. Pierwszy z nich to mikoryzy skrócone i silnie rozgałęzione, tworzące obfite sznury grzybniowe. Drugi morfotyp to – brązowe mikoryzy z gładką mufką prawie wyłącznie koralowate. Zwykle opanowywały one korzeń w całości nadając mu charakterystyczny wygląd. Trzeci morfotyp stanowiły mikoryzy brązowe z gładką mufką pojedyncze, dichotomicznie i wielokrotnie dichotomicznie rozgałęzione. Jasne mikoryzy z gładką mufką pojedyncze, dichotomicznie rozgałęzione i koralowate stanowiły 5,1% wszystkich morfotypów. Należały one najprawdopodobniej do dwóch gatunków grzybów, owocujących w kasetach: *Laccaria laccata* (Scop.:Fr.) Berk. et Br. i *Telephora terrestris* Pers.: Fr. Podobny udział (średnio 5,4%) miały mikoryzy pomarańczowe o bardzo szybko zanikającej barwie. Najczęściej były to mikoryzy typu grono, z grubą mufką otoczoną szarą grzybnią absorbacyjną i obfitymi szarymi sznurami grzybniowymi. Sporadycznie (średnio 0,9%) pojawiały się czarne mikoryzy z grzybem *Cenococcum geophilum* Fr.. Były to najczęściej mikoryzy pojedyncze, rzadziej dichotomicznie rozgałęzione. Pokrywała je czarna opilśń z odchodzącymi od niej czarnymi, sztywnymi strzępkami.

C. geophilum jest gatunkiem wykazującym bardzo dużą tolerancję względem skrajnych warunków środowiska. Jest on z reguły dominującym partnerem mikoryzowym w warunkach wybitnie złych dla rozwoju drzew leśnych (5). W warunkach korzystnych jest on

TABELA 2
Wskaźnik stopnia zmikoryzowania dwuletnich sadzonek sosny *Hc*

Wariant	Wskaźnik <i>Hc</i>
Bayleton 25 WP	10,33
Bravo 500 SC	0,00
Dithane M-45	0,00
Euparen 50 WP	1,57
Topsin M 70 WP	3,26
Funaben T	11,60
Kontrola	0,92

Średnio	2,57

wypierany przez gatunki ektomikoryzowe tworzące mikoryzy bardziej efektywne. We wszystkich wariantach doświadczenia mikoryzy utworzone w poprzednim sezonie wegetacyjnym były martwe. Korzenie mikoryzowe żyją z reguły 1 rok czasami 1,5 do 2 lat. Tak więc zamieranie mikoryz utworzonych w pierwszym roku produkcji, w końcu drugiego sezonu wegetacyjnego jest zjawiskiem normalnym.

Małe wartości wskaźnika *Hc* ($Hc \max = 100$) określonego na podstawie liczby wierzchołków autotroficznych i mikoryzowych, potwierdzają słabe zmikoryzowanie systemów korzeniowych przez *H. crustuliniforme* (tab. 2).

W 1998 r. szczepionka z grzybem *H. crustuliniforme* poddawana była dopiero badaniom, przed przystąpieniem do produkcji. Sadzonki, które użyto do prezentowanego doświadczenia nie pochodziły z wariantu najlepiej zmikoryzowanego. Pewien niekorzystny wpływ na stopień zmikoryzowania korzeni mogło mieć także dość silne nawożenie, chociaż poszczególne dawki były stosunkowo małe.

Ze względu na mały stopień zmikoryzowania korzeni sosny przez *H. crustuliniforme* wnioskowanie o wpływie badanych fungicydów na tworzenie i rozwój mikoryz z tym gatunkiem grzyba jest trudne, a uzyskane wyniki nie mogą być uważane za jednoznaczne i ostateczne. Bravo i Dithane okazały się preparatami hamującymi tworzenie mikoryz z *H. crustuliniforme*. W pozostałych wariantach doświadczenia udział wierzchołków mikoryzowych z inokulowanym gatunkiem grzyba był znacznie większy w porównaniu z wariantem kontrolnym. Pozwala to na stwierdzenie, że Bayleton, Funaben, Topsin i Euparen nie miały negatywnego wpływu na tworzenie mikoryz z *H. crustuliniforme*.

Wiele badań wskazuje na niekorzystny wpływ węglowodorów aromatycznych (Bravo) i ditiokarbaminianów (Dithane M-45) na mikoryzy, (7, 13, 18). Jakkolwiek niektórzy autorzy uważają, że w zalecanych dawkach fungicydy te nie hamują tworzenia i rozwoju mikoryz (4, 17). Podobne wyniki uzyskano w badaniach prowadzonych na rocznych sadzonkach sosny zwyczajnej inokulowanych szczepionką z grzybem *H. crustuliniforme* (2).

Z czterech pozostałych fungicydów jedynie Topsin uważany jest za preparat nie zakłócający rozwoju związków mikoryzowych (11,17). Wpływ Bayletonu na mikoryzy w dotychczasowych badaniach oceniany był negatywnie (16, 9). Choć są również doniesienia nie potwierdzające hamującego wpływu triadimefonu na mikoryzy (8). W badaniach Aleksandrowicz-Trzcińskiej (1999) zarówno Topsin jak i Bayleton nie inhibowały tworzenia się mikoryz z grzybem *H. crustuliniforme* na rocznych sadzonkach sosny. Funaben i Euparen są preparatami słabo dotychczas poznanymi. Nieliczne wyniki badań wskazują raczej na niekorzystny ich wpływ na mikoryzy (2, 17).

Na korzeniach sadzonek znaczny udział od 30% do 50 % stanowiły mikoryzy z infekcji naturalnych (ryc.). Podobnie wysoki udział tych morfotypów mikoryz w poszczególnych wariantach doświadczenia w porównaniu z wariantem kontrolnym wskazuje, że żaden z testowanych fungicydów nie hamował ich tworzenia i rozwoju.

Średnie wartości cech biometrycznych dwuletnich sadzonek sosny: grubości w szyjce korzeniowej, długości i suchej masy pędu, suchej masy korzeni oraz długości i suchej masy podwójnych igieł zamieszczono w tabeli 3.

Sadzonki hodowane w doświadczeniu osiągnęły bardzo duże rozmiary w porównaniu z parametrami przyjmowanymi dla dwuletniej sosny (12). Spowodowane to było najprawdopodobniej kilkoma czynnikami. Doświadczenie prowadzono w namiocie foliowym, zapewniającym sadzonkom znacznie korzystniejsze warunki wilgotnościowe i temperaturowe w porównaniu z otwartą powierzchnią (6). W obydwu sezonach wegetacyjnych sadzonki nawożono. W roku 1998 – dość intensywnie lecz głównie dolistnie, w małych dawkach zapewniających roślinie bardzo dobre zaopatrzenie w składniki pokarmowe, nie powodując jednocześnie wycofywania się mikoryz. W następnym roku zastosowano niewielką dawkę nawozu stopniowo uwalniającego składniki przez 3-4 miesiące.

Sosny z poszczególnych wariantów doświadczenia nie różniły się istotnie między sobą pod względem cech biotycznych. Wyjątek stanowi średnia długość igły, gdzie różnice między wariantami były istotne statystycznie (ANOVA $p=0,03$) (tab. 3). Średnia długość igły okazała się, dla wszystkich wariantów doświadczenia oprócz wariantu z Bravo, silnie ($\alpha=0,01$) ujemnie skorelowana z długością pędu. Tak więc sadzonki niższe charakteryzowały się dłuższymi igłami, a wyższe – krótszymi.

Żadna z sześciu analizowanych cech biotycznych nie była istotnie skorelowana z udziałem wierzchołków mikoryzowych na korzeniach. Oznacza to, że przy zapewnieniu sadzonkom bardzo dobrych warunków wzrostowych (temperatura, wilgotność, zaopatrzenie w składniki pokarmowe) stopień zmikoryzowania korzeni nie wpływa na parametry wzrostowe sadzonek.

Niewielkie różnice w stopniu zmikoryzowania korzeni sadzonek opryskiwanych testowanymi fungicydami, jak również wpływ innych czynników na wzrost sosen, spowodowały brak zróżnicowania parametrów biometrycznych sadzonek pochodzących z poszczególnych wariantów doświadczenia.

Stosunkowo niewiele wiadomo o wpływie fungicydów na wzrost i rozwój ochraniających roślin. Pomijając ewidentne uszkodzenia przejawiające się powstawaniem nekroz na liściach, kwiatach lub owocach czy też zahamowania wzrostu prowadzące do karłowatości

TABELA 3
Cechy biometryczne sadzonek

Wariant	Grubość szyjki korzeniowej (mm)	Długość pędu (cm)	Sucha masa pędu (g)	Sucha masa korzeni (g)	Długość igły (cm)	Sucha masa igieł podwójnych (g)
Bayleton 25 WP	5,18 a	37,6 a	2,61 a	2,80 a	7,23 ab	3,11 a
Bravo 500 SC	5,14 a	34,2 a	2,30 a	2,87 a	7,43 ab	3,26 a
Dithane M-45	5,45 a	34,2 a	2,33 a	2,84 a	8,38 c	3,09 a
Euparen 50 WP	5,27 a	36,2 a	2,44 a	2,81 a	7,09 a	2,91 a
Topsin M 70 WP	5,40 a	36,4 a	2,54 a	3,26 a	7,69 abc	3,21 a
Zaprawa Funaben T	5,38 a	35,3 a	2,44 a	2,96 a	7,89 bc	3,32 a
Kontrola	5,15 a	35,3 a	2,46 a	2,63 a	7,85 abc	3,18 a
Średnia	5,28	35,6	2,45	2,88	7,65	3,15

Ta sama litera przy średnich poszczególnych cech w kolumnach oznacza różnice nieistotne statystycznie między wariantami przy $p=0,05$, w teście Duncan.

i deformacji organów roślinnych, ujemne działanie fungicydu może być trudne do zauważenia. Organiczne związki siarki powodują zahamowanie fotosyntezy, a związki miedzi przedłużają wegetację, zwiększając zagrożenie występowania chorób. Fungicydy stosowane jako zaprawy nasienne mogą zmniejszyć zdolność i energię kiełkowania nasion (3). Triadimefon (Bayleton) może hamować wzrost pędów i korzeni sosny (9). Fungicydy mogą również korzystnie wpływać na rośliny. Kaptan wzmacnia fotosyntezę oraz wzrost liści i pędów. Metylotiofomat stymuluje wzrost wielu roślin (3). W prezentowanym doświadczeniu bardzo wyrównane wartości poszczególnych cech wzrostowych sadzonek wskazują, że testowane fungicydy nie wywierały widocznego wpływu na ochraniane rośliny.

*Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW
ul. Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa
e-mail: aleksandrow@delta.sggw.waw.pl*

Literatura

1. **Aleksandrowicz-Trzcińska M., Grzywacz A.** 1997. The effect of fungicides used in the protection of forest seedlings tree on the growth of ectomycorrhizal fungi. *Acta Mycol.* 32 (2): 315-322.
2. **Aleksandrowicz-Trzcińska M.** 1999. Wpływ fungicydów stosowanych w ochronie szkółek leśnych na rozwój mikoryz sosny. część II – Udział korzeni mikoryzowych i autotroficznych. *Sylwan* 11: 37-46
3. **Borecki Z.** 1996. Nauka o chorobach roślin. PWRiL. Warszawa
4. **Cudlin P., Mejstřík V., Skoupý J.** 1983. Effect of pesticides on ectomycorrhizae of *Pinus sylvestris* seedlings. *Plant a Soil* 71: 353-361
5. **Dominik T.** 1964. Z badań nad mikoryzami. *Biuletyn IBL* nr 2: 147-161
6. **Gorzela A.** 1986. Badania warunków wzrostu i produkcji siewek niektórych gatunków drzew leśnych w namiotach foliowych. *Prace IBL* 653: 1-84
7. **Hong L. T.** 1976. Mycorrhizal short root development on *Pinus caribaea* seedlings after fungicidal treatment. *Malaysian For.* 39: 147-156
8. **Kelley W. D.** 1982. Effect of triadimefon (Bayleton) on ectomycorrhizae of loblolly and slash pines in Alabama. *For. Sci.* 28: 232-236
9. **Marx D. H., Cordell C. E., France R. C.** 1986. Effects of triadimefon on growth and ectomycorrhizal development of loblolly and slash pine in nurseries. *Phytopathol.* 76: 824-831
10. **Pachlewski R.** 1993. Mikoryzacja sadzonek w szkółkach leśnych. *Post. Tech. Leś.* 53: 45-52.
11. **Pawuk W. H., Ruehle J. L., Marx D. H.** 1980. Fungicide drenches affect ectomycorrhizal development of container-grown *Pinus palustris* seedlings. *Can. J. For. Res.* 10: 61-64.

12. Polska Norma PN-R-67025. 1999. Materiał sadzeniowy sadzonki drzew i krzewów do upraw leśnych i na plantacje.
13. **Reddy M. S., Natarajan K.** 1995. Effects of the fungicide Dithane M-45 on the growth and mycorrhizal formation of *Pinus patula* seedlings. *Soil Biol. Biochem.* 27: 1503-1504.
14. **Rudawska M.** 1993. Mikoryza. W: *Biologia sosny zwyczajnej*. Sorus, Poznań-Kórnik 137-182
15. **Rudawska M.** 2000. Ektomikoryza jej znaczenie i zastosowanie w leśnictwie. ID PAN, Kórnik.
16. **South D. B., Kelley W. D.** 1982. The effect of selected pesticides on short-root development of greenhouse – grown *Pinus taeda* seedlings. *Can. J. For. Res.* 12: 29-35.
17. **Trappe J. M., Molina R., Castellano M.** 1984. Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhiza formation to pesticides. *Ann. Rev. Phytopathol.* 22: 331-359.
18. **Unestam T., Chakravarty P., Damm E.** 1989. Fungicides: in vitro tests not useful for evaluating effects on ectomycorrhizae. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 28: 535-538.

Summary

The impact of fungicides on ectomycorrhizae and biometric traits in 2-year-old Scots pine seedlings inoculated with the *Hebeloma crustuliniforme* fungus

The impact of six fungicides on formation of ectomycorrhizae and the growth on 2-year-old Scots pine seedlings inoculated with the *Hebeloma crustuliniforme* fungus was studied. The fungicides were as follows: Bayleton 25 WP, Bravo500 SC, Dithane M-45, Euparen 50WP, Topsin M70 WP, and Funaben T. They were used at recommended doses.

The Bravo and Dithane preparations refrained formation of mycorrhizae with *H. crustuliniforme*. The remaining fungicides did not disturb forming and growing of mycorrhizae with that fungus species. None of tested fungicides did inhibit natural infections. The growth parameters of seedlings surpassed considerably the sizes reached commonly with 2-year-old Scots pine. The lack of differences statistically significant between average values of growth features in seedlings originating from individual variants of the experiment points out to the fact that fungicides used did not exert any visible impact on the growth of protected pine trees.