

Marta Aleksandrowicz-Trzcńska¹

Wzrost naturalnych odnowień sosny zwyczajnej i stan ich mikoryz po chemicznej ochronie przed osutką

Growth and mycorrhiza condition of Scots pine natural regeneration after chemical treatment against needle cast

Abstract. Effectiveness and influence of two fungicides: Falcon 460 EC and Gwarant 500 SC on the growth and mycorrhiza condition of Scots pine natural regeneration was investigated. Treatments were done according to the recommended doses, once or twice during two successive vegetation seasons to protect natural regeneration against pine needle cast caused by *Lophodermium seditosum*. On the permanent plots representing different location in respect to the mother stand the density of seedlings and the degree of needle cast infection were evaluated, seedlings' height was measured, roots were collected and the share of their autotrophic and mycorrhiza tips counted. Performing one or two Falcon or Gwarant treatments during vegetation season might be insufficient to fully prevent regeneration from needle cast, especially in the case of more severe disease endangerment. Falcon was more effective in comparison with Gwarant. None of the tested fungicides limited mycorrhiza formation nor influenced the growth of regeneration.

Key words: ectomycorrhiza, fungicides, natural regeneration, needle cast of pine, Scots pine.

1. Wstęp

Osutka stanowi bardzo poważne zagrożenie dla przetrwania odnowień naturalnych sosny w kilku pierwszych latach ich istnienia (Stocka 2000). Dlatego celowe wydaje się, w pewnych sytuacjach, wykorzystanie fungicydów w ograniczaniu choroby, podobnie jak ma to miejsce w szkółkach leśnych. Fungicydy stosowane w ochronie sosny przed osutką mogą powodować zmiany mikrobiologiczne w środowisku leśnym, które z kolei będą rzutować na stan mikoryz siewek. Zaburzenia w funkcjonowaniu mikoryz, obniżenie poziomu kolonizacji mikoryzowej, czy zmiany składu gatunków grzybów ektomikoryzowych, będące wynikiem stosowania fungicydów mogą mieć niekorzystny wpływ na wzrost siewek i ich odporność na choroby, trwający nawet przez kilka następujących sezonów wegetacyjnych (Aleksandrowicz-Trzcńska 2002).

Gwarant 500 SC i Falcon 460 EC są środkami stosowanymi z dobrym skutkiem w ochronie siewek sosny przed osutką w szkółkach. Chlorotalonil, substancja czynna Gwarantu może wpływać inhibującą na rozwój mikoryz (Hong 1976), nie powodować zmian w ich stanie (Aleksandrowicz-Trzcńska 2002) lub w niższych dawkach nawet stymulować rozwój związków mikoryzowych (Trappe i in. 1984). Falcon dotychczas nie był badany pod kątem wpływu na mikoryzy. Również poszczególnych substancji czynnych tego fungicydu: spiroksaminy, tebukonazolu i triadimenolu nie testowano w tym zakresie. Zauważono jednak, że Falcon zastosowany w ochronie sosny, poddanej zabiegowi sterowanej mikoryzacji polskim biopreparatem z grzybem *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quéf. (włośnianka rosista) w kilku szkółkach nie ograniczał tworzenia mikoryz (Aleksandrowicz-Trzcńska 2007).

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Katedra Ochrony Lasu i Ekologii, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, ✉ fax: 022 59 38 171; e-mail: marta_aleksandrowicz_trzcinska@sggw.pl

Celem pracy była ocena skuteczności działania ochronnego oraz wpływu na stan mikoryz i wzrost siewek dwóch fungicydów: Falconu 460 EC i Gwarantu 500 SC, zastosowanych w dwóch kolejnych sezonach wegetacyjnych, w ochronie naturalnego odnowienia sosny przed osutką.

2. Metodyka badań

Obiektem badań było naturalne odnowienie sosny wyczałej powstałe na siedlisku boru świeżego (Bśw), w Nadleśnictwie Brzeziny (Leśnictwo Regny, oddział 114 g). Doświadczenie przeprowadzono w trzecim i czwartym sezonie wzrostu nalotu, w latach 2005–2006. Składało się ono z pięciu wariantów. Wariantami były siewki traktowane Falconem 460 EC lub Gwarantem 500 SC, jedno- lub dwukrotnie w sezonie wegetacyjnym. Porównanie stanowiły siewki niechronione chemicznie.

W odnowieniu wyznaczono stałe powierzchnie próbne, reprezentujące różne położenie w stosunku do drzewostanu obsiewającego. Powierzchnia próbna składała się z pięciu działek, będących kwadratami o boku 5 m, odpowiadającym pięciu wariantom doświadczenia. Powierzchnie próbne rozmieszczono w trzech rzędach prostopadłych do ściany drzewostanu obsiewającego. W jednym rzędzie znajdowały się trzy powierzchnie próbne, a na zrębie dziewięć (ryc. 1a i b).

Pierwszy zabieg fungicydami, w obu sezonach wegetacyjnych, wykonano w połowie lipca, a drugi na początku września. Falcon zastosowano w stężeniu 0,15%, w ilości 1000 litrów cieczy roboczej na hektar, a Gwarant w stężeniu 0,5%, również w ilości 1000 l/ha. Charakterystykę fungicydów przedstawiono w tabeli 1.

W końcu każdego sezonu wegetacyjnego oceniono zagęszczenie, licząc wszystkie siewki na powierzchniach próbnych, oraz zmierzono wysokość 1125 siewek z wariantu (po 125 siewek równomiernie rozmieszczonych na działce), łącznie 5625 siewek.

Wiosną w kolejnych sezonach wegetacyjnych oceniono porażenie siewek przez osutkę. Na każdej działce 10 kolejnych siewek kwalifikowano do jednej z 4 klas porażenia: 0 – siewki zdrowe, 1 – udział igieł porażonych do 25%, 2 – udział igieł porażonych 26–50%, 3 – udział igieł porażonych 51–75%, 4 – udział igieł porażonych powyżej 75%. Na podstawie otrzymanych danych obliczono stopień porażenia (SP) siewek przez osutkę na poszczególnych działkach i w wariantach według wzoru:

$$SP = \frac{\sum(n_i \times k_i)}{N}$$

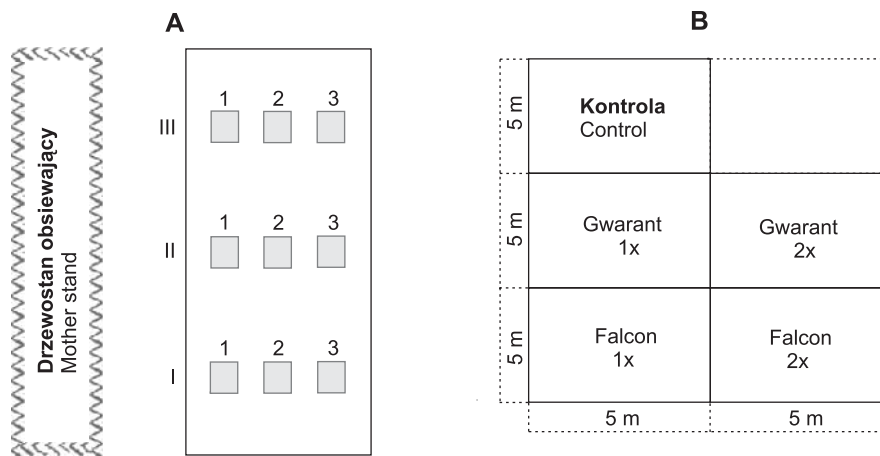
gdzie:

n_i – liczba siewek w danej klasie porażenia,

k_i – klasa porażenia,

N – liczba ocenianych siewek.

Korzenie do oceny stopnia zmikoryzowania zostały pobrane wraz z glebą, po około sześciu tygodniach od ostatnich zabiegów, z głębokości 0–10 cm, próbnikiem o średnicy 3,6 cm. Z każdego wariantu pobrano po 27 prób, łącznie po 135 w roku. W laboratorium korzenie płukano na sitach i analizowano pod mikroskopem stereoskopowym. Metodą liczenia określono udział wierzchołków autotroficznych i mikoryzowych z podziałem na morfotypy. Z każdej próby ocenie poddano 100 korzeni krótkich.



Rycina 1. Schemat powierzchni badawczej – A (I, II, III – numery rzędów powierzchni próbnych, 1, 2, 3 – numery powierzchni próbnych) i schemat powierzchni próbnej – B (Kontrola – siewki kontrolne, Falcon 1× – siewki jednokrotnie traktowane Falconem, 2× – siewki dwukrotnie traktowane Falconem, Gwarant 1× – siewki jednokrotnie traktowane Gwarantem, Gwarant 2× – siewki dwukrotnie traktowane Gwarantem)

Figure 1. Plan of experimental plot – A (I, II, III – no. of rows of subplots; 1, 2, 3 – no. of subplots) and the design of subplot – B (control, Falcon 1× – Falcone treatment performed once, 2× – twice; Gwarant 1× – Gwarant treatment performed once, 2× – twice)

Tabela 1. Charakterystyka fungicydów

Table 1. Fungicide characteristics

Nazwa handlowa preparatu Commercial name of the fungicide	Sbstancja czynna Active compound	Zawartość w 1 litrze Amount in 1 l (g)	Klasa toksyczności Toxicity class	Producent Manufacture
Falcon 460 EC	spiroksamina/spiroxamin tebukonazol/tebuconazol triadimenol/triadimenol	250 167 43	III	Bayer CropScience AG – Niemcy
Gwarant 500 SC	chlorotalonil/ chlorothalonil	500	IV	Arysta Agro Polska

Posługując się metodą Böhma (1985) określono długość odcinka korzenia długiego, na którym wystąpiło 100 poddanych ocenie korzeni krótkich. Metoda Böhma polega na losowym ułożeniu korzeni na siatce kwadratów o dowolnej długości boku (w prezentowanych badaniach bok kwadratów wynosił 0,5 cm) i określeniu liczby linii, które przecinają korzenie. Długość korzeni obliczono według wzoru:

$$L = \frac{11}{14} \times n \times a$$

gdzie:

L – długość korzeni w cm,

n – liczba przecięć siatki kwadratów,

a – długość boku kwadratu.

Na podstawie uzyskanych danych obliczono wskaźnik rozgałęzienia korzeni krótkich, określający liczbę korzeni krótkich przypadającą na 1 cm długości korzenia.

Dane empiryczne dotyczące udziału mikoryz żywych i martwych, wierzchołków autotroficznych oraz wskaźnika rozgałęzienia, zagęszczenia siewek i wysokości zostały poddane analizom statystycznym (analiza wariancji i test Duncana).

3. Wyniki

Na korzeniach siewek sosny w odnowieniu naturalnym w Nadleśnictwie Brzeziny po trzecim i czwartym roku wzrostu stwierdzono 10 morfotypów mikoryz:

1) jasne, z niezbyt obfitą białą grzybnią, ryzomorfy białe, cienkie, czasami bardzo liczne;

2) jasne, pokryte białym kutnerem, znikającym po dotknięciu, ryzomorfy białe płaskie;

3) jasne, ze srebrzysto-szarą grzybnią obficie przerastającą podłoże, ryzomorfy białe - szare;

4) jasne wydłużone, z mufką gładką, czasami z odrobiną białej grzybni, sporadycznie obserwowano białe ryzomorfy;

5) jasne kiedy młode, starsze ciemniejsze, najczęściej skrócone z gładką mufką;

6) czarne, z mufką gładką, czasem bardzo grubą;

7) brązowe, z obfitą szaro-fioletową grzybnią, ryzomorfy grube, brązowe;

8) z białą błyszczącą lub białą z różowym odcieniem bardzo grubą mufką, ryzomorfy białe, grube, liczne;

9) tworzone przez *Cenococcum geophilum* Fr.:Fr.;

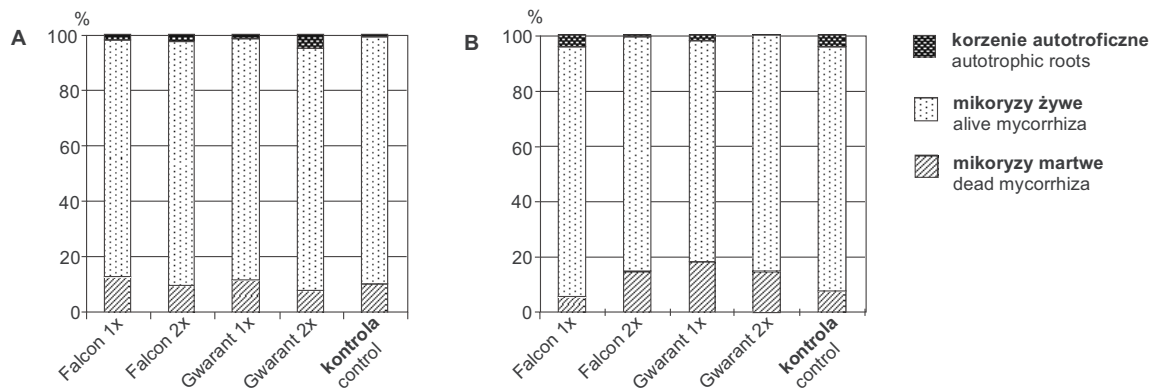
10) tworzone przez *Piloderma*.

W pierwszym roku doświadczenia dominowały morfotypy 1 i 2, w drugim roku dominował morfotyp 1. Pozostałe morfotypy występowały mniej licznie. Poziom zmikoryzowania siewek w obu sezonach wegetacyjnych był zbliżony (ryc. 2). Po trzecim roku wzrostu nalotu udział mikoryz żywych wynosił średnio 87,8%. Wierzchołki autotroficzne stanowiły 2,3%, a mikoryzy martwe 9,9% udziału korzeni krótkich. W końcu czwartego sezonu wegetacyjnego obserwowano 85,8% mikoryz żywych, 12,0% martwych oraz 2,2% korzeni autotroficznych. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie w udziale mikoryz żywych, martwych i wierzchołków autotroficznych między wariantami doświadczenia w obu sezonach wegetacyjnych ($F_{0,05} = 2,63$, po 3 roku: mikoryzy żywe $F_{emp.} = 0,14$, martwe $F_{emp.} = 0,22$, wierzchołki autotroficzne $F_{emp.} = 2,18$, po 4 roku: mikoryzy żywe $F_{emp.} = 0,99$, martwe $F_{emp.} = 1,98$, wierzchołki autotroficzne $F_{emp.} = 0,68$).

Procentowa struktura form wierzchołków mikoryzowych dla poszczególnych wariantów w obu sezonach wegetacyjnych była zbliżona. Nieco korzystniejszą strukturą korzeni charakteryzowały się sosny po czwartym roku wzrostu. Udział mikoryz pojedynczych i dychotomicznych był niższy niż rok wcześniej, a koralowatych i wielokrotnie dychotomicznych dwukrotnie wyższy (tab. 2).

Wskaźnik rozgałęzienia korzeni krótkich wyniósł średnio po trzecim roku 5,0 szt./cm, a rok później 5,9 szt./cm (tab. 2). Była to cecha mało zróżnicowana. Współczynnik zmienności po trzecim sezonie wzrostu nie przekraczał 33%, a po czwartym 22%. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie między wariantami doświadczenia w obu latach w wielkości wskaźnika rozgałęzienia ($F_{0,05} = 2,63$, po 3 roku $F_{emp.} = 1,52$, po 4 roku $F_{emp.} = 0,56$).

Zagęszczenie siewek po trzech latach wzrostu wynosiło od 9,5 szt./m² w wariacie z dwukrotnym zabiegiem Falconem do 13,7 szt./m² w kontroli. W kolejnym sezonie wegetacyjnym liczba siewek na metrze kwadratowym zmniejszyła się. Wartości najniższe i najwyższe zanotowano w tych samych wariantach co w roku poprzednim i wynosiły one odpowiednio 5,0 szt./m² i 10,0 szt./m². Różnice te okazały się jednak nie istotne statystycznie ($F_{0,05} = 2,63$, po 3 roku $F_{emp.} = 0,34$, po 4



Rycina 2. Struktura korzeni krótkich siewek sosny w odnowieniu naturalnym po trzecim (A) i po czwartym (B) roku wzrostu
Figure 2. Structure of fine roots structure of pine in the natural regeneration after 3 years (A) and 4 years (B) of growing

Tabela 2. Wskaźnik rozgałęzienia korzeni krótkich oraz struktura form wierzchołków mikoryzowych po trzech i czterech latach wzrostu siewek

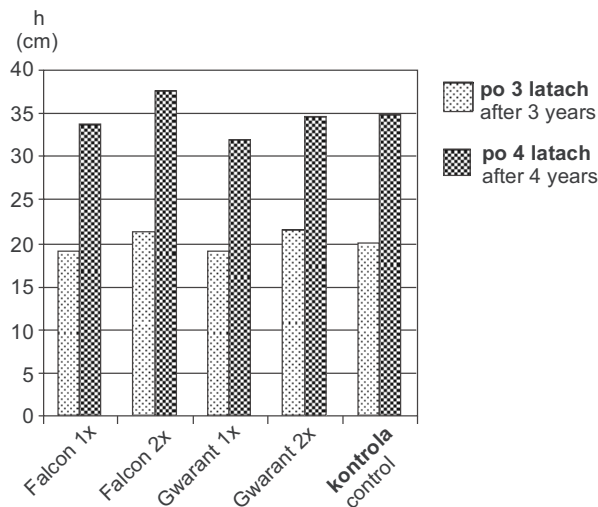
Table 2. Branching coefficient of fine roots and the structure of mycorrhiza forms after 3 and 4 years of seedlings growth

Wariant Variant	Wskaźnik rozgałęzienia Branching coefficient		Udział mikoryz (%) Share of mycorrhiza forms (%)				
	\bar{x}	v	pojedynczych single	dychotomicznych dichotomic	wielokrotnie dychotomicznych multi-dichotomic	koralowatych coral type	typu grono cluster type
	szt/cm psc/cm	%					
po trzech latach wzrostu siewek after 3 years of seedlings growth							
Falcon 1×	4,5	33	65,6	21,4	6,6	5,7	0,7
Falcon 2×	5,1	23	72,5	19,8	5,4	2,3	0,0
Gwarant 1×	5,4	21	69,8	18,8	7,7	3,3	0,4
Gwarant 2×	5,0	22	67,7	20,5	6,8	5,0	0,0
Kontrola/Control	4,9	22	69,4	16,2	6,2	4,0	4,2
Średnia/Mean	5,0	24,2	69,0	19,3	6,5	4,1	1,1
po czterech latach wzrostu siewek after 4 years of seedlings growth							
Falcon 1×	5,7	18	58,7	15,9	15,6	9,7	0,1
Falcon 2×	6,2	17	66,2	16,7	10,5	6,5	0,1
Gwarant 1×	5,8	22	68,9	13,5	9,3	8,3	0,0
Gwarant 2×	5,9	21	59,6	17,0	12,4	10,9	0,1
Kontrola/Control	5,8	16	63,3	17,7	10,7	8,0	0,3
Średnia/Mean	5,9	18,8	63,3	16,2	11,7	8,7	0,1

v – współczynnik zmienności/variability coefficient

roku $F_{emp.} = 0,79$). Współczynnik zmienności zagęszczenia siewek był wysoki i wynosił nawet 122% dla siewek dwukrotnie traktowanych Falconem. W obu sezonach wegetacyjnych, we wszystkich wariantach działki położone najbliżej (10–25 m) od drzewostanu obsiewającego charakteryzowały się większym zagęszczeniem siewek w porównaniu z działkami położonymi w głębi zrębu. Różnice nie były jednak istotne statystycznie. Wyjątek stanowi wariant z siewkami traktowanymi dwukrotnie Falconem, gdzie zagęszczenie siewek na działkach oddalonych od ściany drzewostanu obsiewającego o 70–85 m, wynosiło średnio jedynie 0,7 szt./m² i było istotnie mniejsze od zagęszczenia na pozostałych działkach tego wariantu ($F_{0,01} = 10,90$, $F_{emp.} = 36,70$) (tab. 3).

Średnia wysokość siewek w końcu trzeciego sezonu wegetacyjnego wynosiła 20,1 cm, a rok później 34,5 cm. Współczynnik zmienności wysokości zawierał się w przedziale 31–43%. Wysokość siewek w poszczególnych wariantach przedstawiono na rycinie 3. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic między wariantami



Rycina 3. Wysokość siewek sosny w odnowieniu naturalnym po trzech i po czterech latach wzrostu

Figure 3. Height of pine seedlings in the natural regeneration after 3 and 4 years of growth

Tabela 3. Zagęszczenie siewek w odnowieniu naturalnym sosny po trzech i po czterech latach wzrostu
Table 3. Density of seedlings in the pine natural regeneration after 3 and 4 years of growth

Wariant Variant	Zagęszczenie siewek na powierzchniach położonych w odległości (m) od drzewostanu obsiewającego Density of seedlings on the subplots distant (in meters) to the mother stand of:			Średnia dla wariantu Variant mean	
	10–25	35–50	70–85	\bar{x}	v (%)
po trzech latach wzrostu siewek after 3 years of seedlings growth					
Falcon 1x	13,9	9,5	7,8	10,4	85
Falcon 2x	12,0	9,9	6,7	9,5	88
Gwarant 1x	15,9	6,6	11,5	11,3	93
Gwarant 2x	17,0	7,6	8,7	11,1	102
Kontrola Control	19,0	8,2	13,9	13,7	92
Średnia dla powierzchni Subplot mean	15,6	8,4	9,7	11,2	92
po czterech latach wzrostu siewek after 4 years of seedlings growth					
Falcon 1x	10,7	4,4	7,4	7,5	81
Falcon 2x	9,5	4,9	0,7*	5,0	122
Gwarant 1x	9,5	2,5	5,0	5,7	105
Gwarant 2x	15,8	7,9	5,8	9,8	85
Kontrola Control	12,9	9,7	7,6	10,0	85
Średnia dla powierzchni Subplot mean	11,7	5,9	5,3	7,6	95,6

* zagęszczenie istotnie statystycznie mniejsze; pozostałe oznaczenia jak w tabeli 2
statistically significant decrease of seedlings density; other designations as in the table 2

Tabela 4. Stopień porażenia sosny przez osutkę w odnowieniu naturalnym w Nadleśnictwie Brzeziny
 Table 4. Degree of pine natural regeneration infection with needle cast in the Brzeziny Forest District

Wariant Variant	Średnia dla wariantu Variant mean	Stopień porażenia na powierzchniach próbnych w odległości (m) od drzewostanu obsiewającego: Degree of pine infection on the plots distant (in meters) to the mother stand of:		
		10–25	35–50	70–85
		Falcon 1×	0,1	0,2
Falcon 2×	0,1	0,3	0,1	0
Gwarant 1×	0,3	0,8	0,2	0
Gwarant 2×	0,2	0,4	0	0
Kontrola Control	0,8	1,7	0,4	0,4

w obu sezonach wegetacyjnych ($F_{0,05} = 2,63$, po 3 roku $F_{emp.} = 0,77$, po 4 roku $F_{emp.} = 0,34$).

Wiosną czwartego sezonu wzrostu nalotu sosnowego, zarówno na działkach chronionych chemicznie jak i kontrolnych, nie obserwowano objawów porażenia siewek przez osutkę. Choroba wystąpiła w nieznanym nasileniu wiosną piątego sezonu. Większe porażenie stwierdzono na powierzchniach próbnych położonych najbliższej (10–25 m) drzewostanu obsiewającego. Dla siewek kontrolnych, nie chronionych chemicznie, stopień porażenia wyniósł 1,7 w czterostopniowej skali, podczas gdy na działkach rozmieszczonych w większej odległości od drzewostanu obsiewającego tylko 0,4. Przeprowadzenie jednego lub dwóch zabiegów fungicydami zapewniło pełną ochronę przed chorobą tylko na powierzchniach położonych w największej odległości (70–85 m) od drzewostanu obsiewającego (tab. 4).

4. Dyskusja

Realizacja obowiązujących zasad hodowli lasu, wskazujących na potrzebę doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych, powoduje że coraz częściej stosuje się naturalne odnowienie lasu. Poważnym zagrożeniem dla nalołów sosnowych, nierzadko prowadzącym do przepadania samosiewów, jest osutka, choroba powodowana przez zespół grzybów z dominującym *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley et Millar (Andrzejczyk 2002). W sytuacji silnego zagrożenia odnowień naturalnych sosny należałoby rozważyć zastosowanie ochrony chemicznej. Zabiegi takie z dobrym skutkiem, w ramach własnych doświadczeń, przeprowadziły Nadleśnictwa Pułtusk i Łuków (Stocka 2000).

Pierwszy (2005) rok prowadzenia doświadczenia nie pozwolił na ocenę skuteczności działania Falconu i Gwarantu w ochronie siewek przed osutką. Warunki pogodowe (mroźna, długa zima po suchym lecie), brak potencjału infekcyjnego (nie stwierdzono w nadleśnictwie występowania upraw porażonych osutką), oraz usytuowanie odnowionej powierzchni na kolejnym zrębie w ostępie, stwarzające mniej korzystne warunki mikroklimatyczne do wystąpienia choroby spowodowały, że zarówno na sosnach chronionych chemicznie jak i kontrolnych nie stwierdzono objawów osutki. W kolejnym sezonie wegetacyjnym (rok 2006) obserwowano objawy wystąpienia choroby w różnym nasileniu w zależności od lokalizacji siewek na zrębie. Sosny rosnące w odległości 10–25 m od ściany drzewostanu obsiewającego, na skutek ocienienia, większej wilgotności oraz dwukrotnie większego zagęszczenia charakteryzowały się wyższym stopniem porażenia przez osutkę w porównaniu z siewkami rosnącymi w głębi zrębu.

Zabieg wykonany jedno- lub dwukrotnie Falconem lub Gwarantem, w przypadku większego zagrożenia chorobą, w peryferyjnych częściach zrębu, ograniczył stopień porażenia siewek, lecz nie dał pełnej ochrony. W takiej sytuacji liczbę zabiegów należy dobrać kierując się zarówno względami ekonomicznymi jak i ochronnymi. W świetle doświadczeń uzyskanych w szkółkach leśnych, skuteczną ochronę sosny przed osutką, zwłaszcza przy dużym zagrożeniu chorobą, zapewnia dopiero przeprowadzenie 5 zabiegów, wykonywanych co 3–4 tygodnie, od połowy lipca nawet do listopada (Duda 2007).

Lepsze wyniki w ochronie siewek uzyskano w wariantach z zastosowaniem Falconu. Skuteczność tego fungicydu, przy stosunkowo niedużym zagrożeniu chorobą, była porównywalna bez względu na liczbę wykonanych zabiegów (1 lub 2). W przypadku Gwarantu wykonanie drugiego oprysku w sezonie znacznie ograniczyło stopień porażenia. Większa skuteczność Falconu w porównaniu z Gwarantem nie jest zaskakująca. Falcon jest nowoczesnym trójskładnikowym, systemicznym fungicydem, podczas gdy Gwarant zawiera jedną substancję czynną, działającą tylko powierzchniowo.

Fungicydy mogą wpływać na wzrost ochraniających roślin bezpośrednio lub pośrednio, powodując np. zmiany w kolonizacji mikoryzowej (Cudlin i in. 1983) lub ograniczając porażenie przez grzyby chorobotwórcze. Bezpośrednie działanie na wzrost roślin stwierdza się rzadko. Przykładem może być Benlate. Środek czynny tego fungicydu benomyl ulega przemianie w roślinie w bardziej fungitoksyczny i łatwiej przemieszczający się w tkankach związek o nazwie MBC (Erwin 1973). MBC wykazuje w roślinie aktywność podobną do syntetycz-

nych cytokinin oraz przedłuża okres wegetacji roślin, dlatego może być czynnikiem stymulacji wzrostu sadzonek (Zamorski 1985).

Przeprowadzone badania dowodzą, że jedno- lub dwukrotne traktowanie siewek sosny Falconem lub Gwarantem nie wpływa na wzrost nalotów. Wysokość w poszczególnych wariantach doświadczenia, wynosząca od 18,9 cm do 21,4 cm po trzech latach i od 31,8 cm do 37,5 cm po czterech latach wzrostu nalotu, przy stosunkowo dużym zagęszczeniu, na siedlisku Bśw, wskazuje na dobry wzrost sosny w porównaniu z wynikami uzyskanymi w badaniach innych autorów (Andrzejczyk i in. 2003, Andrzejczyk, Drozdowski 2003).

Żaden z testowanych fungicydów nie ograniczał tworzenia i rozwoju mikoryz nalotów sosnowych. Wskazuje na to nie tylko brak różnic w stopniu zmikoryzowania korzeni w poszczególnych wariantach, lecz również struktura form korzeni mikoryzowych i wielkość wskaźnika rozgałęzienia. Obie te cechy kształtowały się korzystniej u siewek po czwartym sezonie wzrostu, a więc po wykonaniu w niektórych wariantach nawet czterech zabiegów chemicznych. Podobne wyniki, wskazujące na brak niekorzystnego wpływu Falconu i Gwarantu, uzyskiwano już prowadząc badania w szkółkach leśnych (Aleksandrowicz-Trzcińska 2002, 2007).

W przyjętym programie ochrony siewek sosny, przy wykonaniu jedynie dwóch zabiegów, przez dwa kolejne sezony wegetacyjne presja (na środowisko, mikroorganizmy glebowe, mikoryzy, roślinę gospodarza) środków czynnych badanych fungicydów nie była duża, jeśli porównamy ją z presją wywieraną przez środki stosowane w pełnym programie ochrony, jaki wykonuje się w szkółkach leśnych. Większość badań dotyczących wpływu fungicydów na ektomikoryzy prowadzona była w szkółkach na jedno- lub dwuletnich roślinach. Są one bardziej wrażliwe na pestycydy, podobnie jak tworzone przez nie związki mikoryzowe w porównaniu z siewkami czy sadzonkami starszymi (Aleksandrowicz-Trzcińska 2002). Sosny w prezentowanych badaniach były w wieku 3–4 lat. Tak, więc oba wyżej wymienione czynniki obniżały możliwość niekorzystnego wpływu Falconu i Gwarantu na związki mikoryzowe tworzone przez sosny w odnowieniu naturalnym.

5. Wnioski

Przy niedużym zagrożeniu ze strony osutki sosny silniejsze porażenie siewek występuje w odnowieniu sąsiadującym (do 25 m) z drzewostanem obsiewającym, co jest spowodowane ocienieniem, większą wilgotnością i zagęszczeniem siewek.

Jedno- lub dwukrotne traktowanie siewek sosny Falconem 460 EC lub Gwarantem 500 SC może okazać się niewystarczające dla zapewnienia pełnej ochrony przed osutką, zwłaszcza w przypadku silniejszego zagrożenia chorobą.

Falcon zapewnia bardziej skuteczną ochronę przed osutką sosny w porównaniu z Gwarantem. Przeprowadzone badania wskazują, że przy niedużym zagrożeniu chorobą wystarczające jest przeprowadzenie tylko jednego zabiegu, w połowie lipca. W przypadku Gwarantu wykonanie drugiego oprysku w sezonie znacznie obniża stopień porażenia siewek.

Żaden z badanych fungicydów nie ograniczał tworzenia i rozwoju mikoryz oraz nie wpływał na wzrost ochraniających nalotów sosnowych.

Literatura

- Aleksandrowicz-Trzcińska M. 2002. Wpływ fungicydów na wzrost i kolonizację mikoryzową sadzonek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) hodowanych w kontenerach. Wydawnictwo SGGW. Warszawa.
- Aleksandrowicz-Trzcińska M. 2007. Wpływ środków chemicznych stosowanych w szkółkach leśnych w ochronie różnych gatunków drzew na mikoryzy tworzone przez *Hebeloma crustuliniforme* pochodzący ze sterowanej mikoryzacji. [W:] Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym (red. S. Kowalski). CILP, 152-160.
- Andrzejczyk T. 2002. Odnowienie naturalne sosny (3). Las Pol., 3: 20-21.
- Andrzejczyk T., Drozdowski S. 2003. Rozwój naturalnego odnowienia sosny zwyczajnej na powierzchni przygotowanej pługiem dwuodkładnicowym. Sylwan, 5: 28-35.
- Andrzejczyk T., Drozdowski S., Szeligowski H. 2003. Wpływ przygotowania gleby na zagęszczenie, wzrost i jakość samosiewów sosny w warunkach podokapowych. Sylwan, 3: 19-27.
- Böhm W. 1985. Metody badania systemów korzeniowych. PWRiL, Warszawa: 199-202.
- Cudlin P., Mejstřík V., Skoupy J. 1983. Effect of pesticides on ectomycorrhizae of *Pinus sylvestris* seedlings. Plant a. Soil, 71: 353-361.
- Duda B. 2007. Ochrona szkółek i drzew przed patogenami grzybowymi. W: Środki ochrony roślin zalecane do stosowania w leśnictwie w roku 2007 (red. B. Głowacka). Inst. Bad. Leś., Analizy i Raporty, 7: 43-49.
- Erwin D. C. 1973. Systemic fungicides: disease control, translocation, and mode of action. Ann. Rev. Phytopath., 11: 389-422.
- Hong L. T. 1976. Mycorrhizal short root development on *Pinus caribaea* seedlings after fungicidal treatment. Malaysian For., 39: 147-156.
- Stocka T. 2000. Chemiczna ochrona przed osutką sosny w odnowieniach naturalnych. [W:] Chemiczna metoda och-

rony roślin drzewiastych przed chorobami – pozytywne aspekty i zagrożenia (red. M. Mańka, R. Siwecki, A. Bielenin). Materiały z konferencji 5-7.07.2000 Rogów-Skiernewice: 77-80.

Trappe J. M., Molina R., Castellano M., 1984: Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhiza formation to pesticides. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 22: 331-359.

Zamorski C. 1985. Fungicydy benzimidazolowe w ochronie tulipana przed szarą pleśnią [*Botrytis tulipae* (Lib.) Lind] i fuzariozą tulipana [*Fusarium oxysporum* (Schlecht.) S. et H. f. sp. *tulipae* Apt.]. *Rozprawy Naukowe i Monografie*. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.