

OCENA SKUTECZNOŚCI RÓŻNYCH METOD APLIKACJI FUNGICYDÓW SYSTEMICZNYCH DO DRZEW W CELU OGRANICZENIA ROZKŁADU ICH DREWNA PRZEZ GRZYBY PATOGENICZNE

Paweł Zarzyński

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Jednym z najważniejszych czynników ograniczających wiek sędziwych drzew jest działalność grzybów powodujących rozkład ich drewna. W celu przedłużenia ich życia należy więc poszukiwać nowych metod jego ochrony. W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki prób aplikowania różnymi metodami fungicydów systemicznych do organizmów żywych drzew. Po przetestowaniu trzech dróg ich podawania (doglebowej, iniekcyjnej i dolistnej) stwierdzono, że największe nadzieje budzi zastosowanie metody iniekcyjnej. Na skutek podawania tym sposobem fungicydu bezpośrednio do drewna odnotowano wyraźne zmniejszenie tempa jego rozkładu przez grzyby w warunkach laboratoryjnych. Stwierdzono również, że punktowo podany drogą iniekcyjną fungicyd przemieszcza się w drewnie, a jego transport odbywa się w górę oraz w dół pnia, zabezpieczając w ten sposób całe drzewo. Metoda ta wymaga dalszych badań oraz praktycznych prób i doświadczeń.

Słowa kluczowe: fungicydy systemiczne, Falcon 460 EC, Preventol R 80, ochrona drewna, rozkład drewna

WSTĘP

Na terenie Europy zachowało się wiele wiekowych, okazałych drzew, które zasłużyły sobie na miano pomników przyrody. Stan zdrowotny wielu z nich jest niezadowalający. Przyczyn jest wiele, ale najważniejszą jest działalność grzybów rozkładających drewno. Na skutek ich działalności w drewnie pni i konarów powstają rozległe ubytki obniżające ich wytrzymałość mechaniczną i zwiększające prawdopodobieństwo złamania, np. w czasie wichury. Dla ograniczenia skutków niszczycielskiej działalności grzybów opracowano wiele metod konserwacji pomnikowych drzew. Większość z nich polega jednak na zabezpieczaniu już istniejących ubytków. Niektóre mają wręcz charakter paliatywny [Chachulski 2000]. Tymczasem, zgodnie z odwieczną zasadą medycyny

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr Paweł Zarzyński, Zakład Mikologii i Fitopatologii Leśnej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 budynek 15, 02-776 Warszawa, e-mail: zarzynski@delta.sggw.waw.pl

mówiącą, że lepiej jest zapobiegać niż leczyć, należałoby opracować nowe metody zabezpieczania drewna jeszcze zdrowego przed rozkładem przez grzyby w przyszłości. Jedną z możliwości działania w tym kierunku może być zastosowanie fungicydów systemicznych, aplikowanych różnymi drogami do drewna żywych drzew. Głównym celem przedstawionego w tej pracy eksperymentu była ocena praktycznej przydatności tych środków oraz wypracowanie optymalnej drogi ich aplikacji.

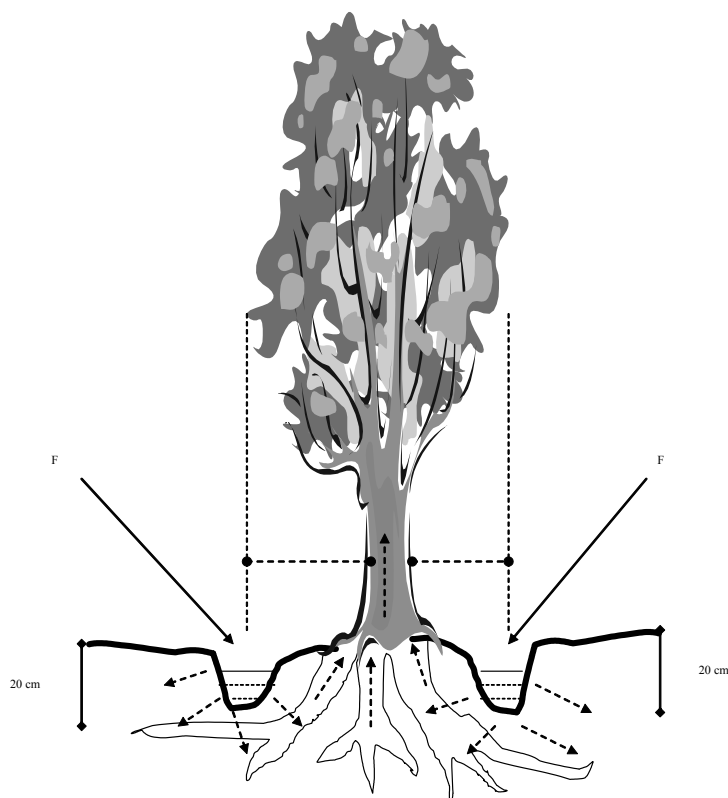
MATERIAŁ I METODY

Badania terenowe wykonano na dębach i lipach rosnących w drzewostanach Leśnictwa Młodzieszyn, Nadleśnictwo Radziwiłłów. Każde z drzew objętych doświadczeniem zostało pomierzone (wysokość, pierśnica i średnica przy ziemi), a następnie oszacowano jego miąższość posługując się uproszczonym wzorem Smaliana [Bruchwald 1995]. Na tej podstawie, korzystając z danych podawanych w literaturze [Krzysik 1978], obliczono przybliżoną masę drewna i przyjęto jednorazową dawkę fungicydu równą jednej setnej tej wartości. Niezależnie od metody aplikacji fungicyd podawano trzykrotnie w odstępach 7-dniowych.

Zdecydowano się na przetestowanie trzech dróg aplikacji: doglebowej, iniekcyjnej do drewna oraz dolistnej. Aplikacja doglebowa polegała na podlaniu drzewa testowego roztworem fungicydu. Do tego doświadczenia wytypowano 15 dębów i 15 lip. Każde drzewo zostało otoczone rowkiem o głębokości 20 cm wykopany w odległości od pnia odpowiadającej rzutowi korony. Następnie w rowek ten wprowadzano 1-procentowy roztwór fungicydu (drzewom kontrolnym do rowków podawano wodę). Postępowanie takie miało zapobiec nadmiernym stratom w glebie środka grzybobójczego oraz zapewnić jego optymalny dostęp do korzeni drzewa. Na jedno drzewo, w zależności od jego rozmiarów, przypadało 10-78 l jednorazowej dawki cieczy roboczej. Schemat wykonania doświadczenia przedstawia rysunek 1.

Historia wykonywania iniekcji do drewna żywych drzew liczy ponad 500 lat. Jako pierwszy sposobu tego użył prawdopodobnie Leonardo da Vinci (1452-1519). Na pniu owocującej jabłoni umocował kilka butli zawierających roztwór arseniku i za pomocą cienkich rurek połączył je z drewnem. W ten sposób uzyskano zatrute jabłka, których wygląd w najmniejszym stopniu nie zdradzał śmiertelnej zawartości owoców [Ullmann 1984]. W niniejszej pracy zastosowano podobny wariant hydrostatyczny, polegający na zawieszaniu na pniach butelek plastikowych wypełnionych 5-procentowym roztworem fungicydu lub na drzewach kontrolnych – wodą. Każda butelka zaopatrzona była w rurkę gumową. W pniu, na wysokości 1 m od ziemi, nawiercano za pomocą wiertarki elektrycznej otwór pod kątem 45° w stosunku do podłoża i wprowadzano do niego koniec rurki. Brzegi otworu uszczelniano następnie kitem szklarskim, aby zapobiec ewentualnym wyciekom na zewnątrz. W ten sposób, pod wpływem działania sił hydrostatycznych, fungicyd stopniowo wnikał bezpośrednio do drewna. Eksperymentowi temu poddano 15 dębów i 15 lip. Schemat wykonania iniekcji hydrostatycznej przedstawiony został na rysunku 2. Na jedno drzewo przypadało w zależności od jego wymiarów 4-13 l jednorazowej dawki cieczy roboczej, co wymagało zastosowania od 2 do 7 butelek.

Metoda dolistna polegała na opryskiwaniu koron drzew testowych 1-procentowym roztworem fungicydu. Użyto w tym celu ogrodniczego opryskiwacza plecakowego „Kwazar”. Drzewa kontrolne opryskiwane były wodą. Zabiegów dokonywano wyłącznie

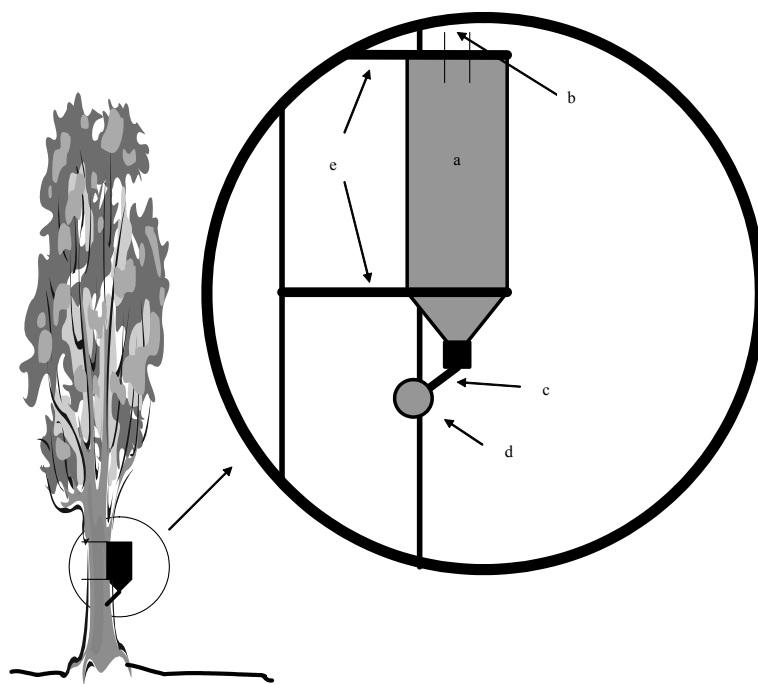


Rys. 1. Schemat wykonania doglebowej aplikacji fungicydów systemicznych (przez podlewanie). Strzałki pokazują drogę fungicydu (F)
 Fig. 1. The scheme of fungicides solution application to the ground (by watering). Arrows show the way of the fungicide (F)

w czasie bezwietrznej i bezdeszczowej pogody, wczesnym rankiem w celu ograniczenia strat wywołanych nadmierną insolacją. Doświadczenie to objęło 9 dębów i 9 lip. Na jedno drzewo przypadało 4-22 l cieczy roboczej. Schemat wykonania doświadczenia przedstawia rysunek 3.

Ogółem eksperymentom terenowym poddano 78 drzew (39 dębów szypułkowych i 39 lip drobnolistnych). Z konieczności dokonano wyboru drzew młodych. Przemawiały za tym względy techniczne, ekonomiczne oraz ochroniarskie. Wszystkie drzewa pochodziły z odnowienia sztucznego. Dęby, obecnie w IV klasie wieku, wprowadzono przed ok. 20 laty w charakterze podsadzenia pod sosnę zwyczajną, a lipy posadzono 15 lat temu na wyciętych w tym celu gniazdach o średnicy ok. 30 m.

Wytypowane do badań lipy drobnolistne charakteryzowały się następującymi parametrami: średnica pnia przy ziemi od 5,8 do 14,8 cm, średnica pnia na wysokości 1,3 m od 4,6 do 11,0 cm, wysokość od 4 do 11,5 m. Ich szacunkowa miąższość wynosiła od 0,006 do 0,090 m³, zaś przybliżona masa ich drewna od 4,38 do 65,70 kg. Ze względów technicznych, zależnie od metody aplikacji stosowano różne stężenia cieczy roboczej,



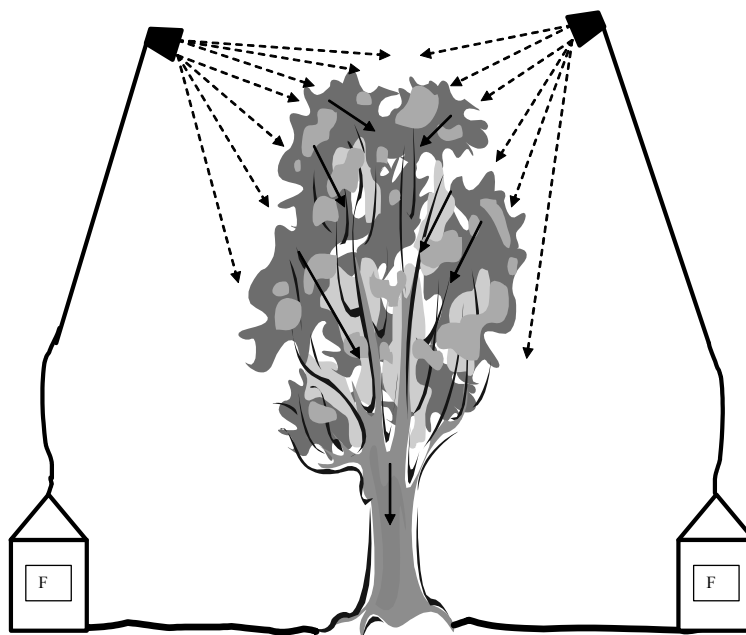
Rys. 2. Schemat wykonania iniekcyjnej aplikacji fungycydów systemicznych (za pomocą iniekcji hydrostatycznych); a – butelka z roztworem fungicydu, b – otwór wentylacyjny, c – rurka gumowa, d – substancja uszczelniająca (kit szklarski), e – druty mocujące

Fig. 2. The scheme of fungicides solution application to the stem (by hydrostatic injection); a – bottle with fungicides solution, b – ventilation opening, c – gum pipe, d – leak stopper (putty), e – fixing wires

jednak wielkość jednorazowej dawki fungicydu na jednostkę masy drewna była jednakowa. Jednorazowo pojedynczemu drzewu (w zależności od masy jego drewna) podawano od 0,04 l do 0,56 l środka grzybobójczego (najokazalsze pod względem miąższości drzewo należało do grupy drzew kontrolnych, którym podawano wodę).

Wybrane do badań dęby szypułkowe odznaczały się następującymi parametrami: średnica pnia przy ziemi od 5,9 do 14,9 cm, średnica pnia na wysokości 1,3 m od 4,8 do 11,1 cm, wysokość od 2,5 do 8,5 m. Szacunkowa miąższość tych drzew wynosiła od 0,004 do 0,072 m³, zaś masa ich drewna od 4,32 do 77,76 kg. Na tej podstawie przyjęto jednorazową wielkość dawki fungicydu od 0,04 do 0,51 l (najokazalsze pod względem miąższości drzewo należało do grupy drzew kontrolnych, którym podawano wodę).

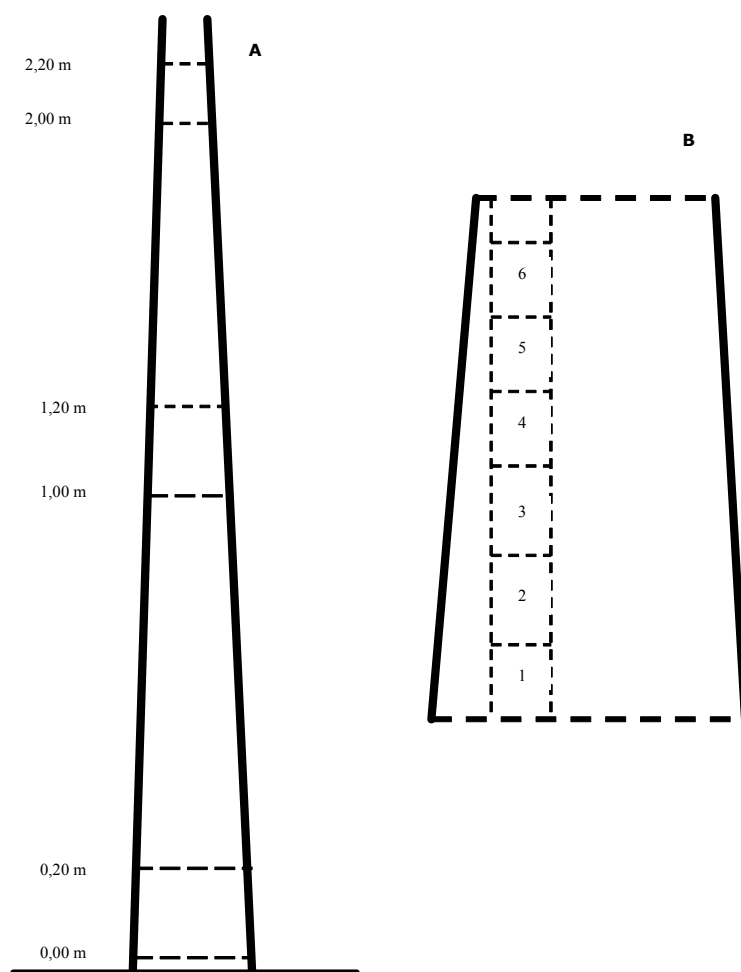
Wybór drzew do grup objętych badaniami w poszczególnych wariantach doświadczenia odbywał się losowo. Jedynie do przetestowania wariantu aplikacji dolistnej, ze względów technicznych, starano się wybierać okazy nieco niższe. Niezależnie od sposobu aplikacji po 7 dniach od ostatniego, trzeciego podania fungicydu każde drzewo zostało ścięte i z jego pnia pobrano wyrzynki drewna o długości 20 cm z wysokości 2 m, 1 m oraz tuż nad gruntem (rys. 4 A). Dodatkowo ścięto i pobrano wyrzynki z 5 dębów



Rys. 3. Schemat wykonania dolistnej aplikacji fungicydów systemicznych (przez opryskiwanie). Strzałki pokazują drogę fungicydu (F)

Fig. 3. The scheme of fungicide's solution applying to the leaves (by spraying). Arrows show the way of the fungicide (F)

i 5 lip nie poddanych aplikacji fungicydów, mających stanowić materiał porównawczy. Wszystkie wyrzynki wysuszono składując je w suchym, przewiewnym miejscu przez 60 dni. Następnie z ich zewnętrznych części wykonano próbki drewna do badań laboratoryjnych. Wymiary każdej z nich wynosiły 30 mm × 20 mm × 20 mm (rys. 4 B). Wszystkie próbki zostały pomierzone suwmiarką z dokładnością 0,1 mm i na tej podstawie obliczono ich objętości, po czym wysuszono w suszarce elektrycznej w temperaturze 105°C do stanu absolutnie suchego. Bezpośrednio potem zważono je na wadze laboratoryjnej z dokładnością do 0,001 g i obliczono ciężar właściwy każdej z nich. Następnie umieszczono je w wodzie o temperaturze pokojowej na ok. 1 godzinę. Zrezygnowano ze stosowanego zwykle w tego typu badaniach sposobu sterylizacji termicznej lub radiacyjnej, z obawy przed możliwym negatywnym wpływem tego procesu na wchłonięty przez drewno fungicyd, co mogłoby prowadzić do wypaczenia wyników doświadczeń. Założono zresztą, że przebieg eksperymentu powinien w maksymalnym stopniu naśladować warunki terenowe, w których żaden rodzaj sterylizacji drewna nie występuje. Następnie próbki umieszczono po dwie w kolbach z grzybnią gatunków grzybów testowych przygotowanych podobnie jak w poprzednim doświadczeniu. Kolby umieszczono w cieplarni w temperaturze 21°C. Wyjmowano je partiami po upływie 30 i 60 dni. Następnie próbki zostały powtórnie umieszczone w suszarce, a po wysuszeniu po raz drugi zważone. Po obliczeniu ubytku ich masy, porównano tę wartość dla drzew traktowanych różnymi fungicydami aplikowanymi odmiennymi drogami, dla drzew kontrolnych, którym



Rys. 4. Sposób pobierania wyrzynków (A) i próbek (B)
 Fig. 4. The way of bolts' (A) and samples' (B) collecting

podawano wodę oraz drzew porównawczych. Porównanie to miało wykazać skuteczność działania środków grzybobójczych w stosunku do żywych drzew w terenie oraz wskazać najlepszą metodę ich aplikacji.

W przeprowadzonych doświadczeniach terenowych zastosowano własną metodykę. Podczas jej opracowywania korzystano z doświadczeń następujących autorów: Doucet [1981], Gregory i in. [1971], Hart [1972], Himelick i Neely [1965], Jones i Gregory [1971], Jones i in. [1972], Mc Wain i Gregory [1971], Peterson i Edington [1970], Pinkas i in. [1973], Shabi i in. [1974], Smalley i in. [1973], Stipes [1971], Van Alfen i Walton [1974]. Opracowania te pochodzą w większości z początku lat 70. ubiegłego stulecia, kiedy to były prowadzone liczne badania nad możliwościami zastosowania fungicydów systemicznych w zwalczaniu holenderskiej choroby wiązów, głównie na obszarze USA.

W doświadczeniach zastosowano dwa różne fungicydy systemiczne: Falcon 460 EC i Preventol R 80. Ich wybór został podyktowany wynikami wcześniej przeprowadzonych prób pożywkowych [Zarzyński 2004] i klockowych [Zarzyński 2005], w których okazały się one najskuteczniejszymi spośród dziesięciu testowanych środków grzybobójczych. Drzewom kontrolnym podawano wyłącznie czystą wodę. Oprócz drzew objętych aplikacją wytypowana została grupa 5 dębów szypułkowych i 5 lip drobnolistnych mająca stanowić materiał porównawczy (bez żadnych zabiegów).

Po ukończeniu aplikacji fungicydów drzewa zostały ścięte, zaś z ich drewna znajdującego się na trzech wysokościach: u podstawy pnia, na wysokości 1 m od ziemi oraz na wysokości 2 m wykonano próbki do badań laboratoryjnych. W badaniu drzew poddanych aplikacji dolistnej uwzględnione zostały tylko dwie wysokości: 0 m oraz 1 m (ze względów praktycznych preferowano tu drzewa niewysokie, z których pobranie próbek o określonych wymiarach z wysokości 2 m nie zawsze byłoby możliwe).

Wszystkie próbki poddano procesowi rozkładu w warunkach laboratoryjnych z użyciem grzybni *Laetiporus sulphureus* (rozkład brunatny) oraz *Trametes versicolor* (rozkład biały). Czas trwania doświadczenia wynosił 30 i 60 dni. Ubytek masy próbek drewna poddanych działaniu grzybni testowych gatunków został podany w procentach.

Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej. Średnią wielkość ubytku ciężaru właściwego drewna, na skutek działania gatunków grzybów testowych obliczono jako średnią arytmetyczną. Istotność różnic pomiędzy poszczególnymi wariantami doświadczenia określono za pomocą testu najmniejszej istotnej różnicy (LSD) Fishera na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Wszelkie obliczenia i analizy wykonano używając pakietu statystycznego Statgraphics.

WYNIKI

Rezultaty uzyskane na podstawie przeprowadzonych doświadczeń przedstawione zostały w tabelach 1-12. W próbkach wykonanych z drewna lipy drobnolistnej poddanych aplikacji fungicydów metodą doglebową (tab. 1) testy z użyciem grzyba *Laetiporus sulphureus* wykazały istnienie istotnych pod względem statystycznym różnic pomiędzy drewnem drzew porównawczych, a drewnem pochodzącym z drzew poddanych aplikacji wody lub fungicydów. Analogiczne próbki drewna testowane grzybnią *Trametes versicolor* (tab. 2) nie wykazały natomiast istotnych statystycznie różnic pomiędzy drewnem drzew porównawczych a drewnem drzew objętych doświadczeniem. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy analogicznymi próbkami pochodzącymi z różnych wysokości pnia.

Próbki drewna lip drobnolistnych, którym podawano wodę lub fungicyd drogą dolistną testowane za pomocą grzyba *Laetiporus sulphureus* odznaczały się większą odpornością na rozkład przez grzyby, niż próbki z drzew porównawczych (tab. 3). Nie wykazano natomiast istotnych statystycznie różnic pomiędzy tempem rozkładu próbek pochodzących z drzew, którym podawano fungicydy, a szybkością rozkładu próbek z drzew traktowanych wodą. Próbki pochodzące z wyższego położenia na pniu odznaczały się nieco większą odpornością na rozkład przez grzyby w porównaniu z próbkami pochodzącymi z nasady pnia, jednak różnice te były nieistotne pod względem statystycznym. W próbkach pochodzących z drewna lip drobnolistnych poddanych aplikacji fungicydów

Tabela 1. Wyniki testów klockowych próbek drewna lip poddanych aplikacji fungicydu metodą doglebową. Grzyb testowy – *Laetiporus sulphureus*

Table 1. The results of wood samples tests for limes applying by fungicides to the ground. Testing fungus – *Laetiporus sulphureus*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:					
	0 m		1 m		2 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	3,58	4,72	3,91	4,67	3,96	5,05
Aplikacja wody Water applying	1,14	2,17	0,84	1,83	1,36	2,21
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	1,21	1,65	0,6	2,46	0,93	1,32
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	1,2	1,47	0,24	1,22	1,03	1,96

Tabela 2. Wyniki testów klockowych próbek drewna lip poddanych aplikacji fungicydu metodą doglebową. Grzyb testowy – *Trametes versicolor*

Table 2. The results of wood samples tests for limes applying by fungicides to the ground. Testing fungus – *Trametes versicolor*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:					
	0 m		1 m		2 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	10,05	14,27	9,14	13,98	12,31	15,01
Aplikacja wody Water applying	5,02	9,8	6,04	12,4	1,92	10,67
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	7,66	8,62	8,74	13,54	10,4	13,92
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	1,26	5,73	3,54	11,06	10,48	16,19

Tabela 3. Wyniki testów klockowych próbek drewna dębów poddanych aplikacji fungicydu metodą doglebową. Grzyb testowy – *Laetiporus sulphureus*Table 3. The results of wood samples tests for oaks applying by fungicides to the ground. Testing fungus – *Laetiporus sulphureus*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:					
	0 m		1 m		2 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	7,11	10,23	6,99	11,87	7,19	12,25
Aplikacja wody Water applying	1,14	3,07	1,12	3,21	1,19	3,87
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	0,11	0,18	0,06	0,28	0,09	0,11
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	0,21	0,38	0,13	0,28	0,07	0,22

Tabela 4. Wyniki testów klockowych próbek drewna dębów poddanych aplikacji fungicydu metodą doglebową. Grzyb testowy – *Trametes versicolor*Table 4. The results of wood samples tests for oaks applying by fungicides to the ground. Testing fungus – *Trametes versicolor*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:					
	0 m		1 m		2 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	5,21	8,63	5,62	7,77	7,01	9,33
Aplikacja wody Water applying	3,5	12,3	1,14	6,95	1,6	5,11
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	1,64	5,46	0,76	8,7	2,25	7,62
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	0,24	17,51	3,4	7,28	2,67	8,67

Tabela 5. Wyniki testów klockowych próbek drewna lip poddanych aplikacji fungicydu metodą dolistną. Grzyb testowy – *Laetiporus sulphureus*Table 5. The results of wood samples tests for limes applying by fungicides to leaves. Testing fungus – *Laetiporus sulphureus*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:			
	0 m		1 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	3,58	4,72	3,91	4,67
Aplikacja wody Water applying	1,71	2,47	1,25	2,12
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	1,17	1,58	0,96	1,99
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	1,45	2,48	1,45	2,61

Tabela 6. Wyniki testów klockowych próbek drewna lip poddanych aplikacji fungicydu metodą dolistną. Grzyb testowy – *Trametes versicolor*Table 6. The results of wood samples tests for limes applying by fungicides to leaves. Testing fungus – *Trametes versicolor*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:			
	0 m		1 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	10,05	14,27	9,14	13,98
Aplikacja wody Water applying	7,23	14,68	5,03	9,19
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	8,79	19,59	6,91	13,98
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	9,11	14,97	5,12	14,16

Tabela 7. Wyniki testów klockowych próbek drewna dębów poddanych aplikacji fungicydu metodą dolistną. Grzyb testowy – *Laetiporus sulphureus*Table 7. The results of wood samples tests for oaks applying by fungicides to leaves. Testing fungus – *Laetiporus sulphureus*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:			
	0 m		1 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	7,11	10,23	6,99	11,87
Aplikacja wody Water applying	1,15	2,36	1,14	2,89
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	0,15	0,47	0,38	0,52
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	0,76	0,79	0,46	0,48

Tabela 8. Wyniki testów klockowych próbek drewna dębów poddanych aplikacji fungicydu metodą dolistną. Grzyb testowy – *Trametes versicolor*Table 8. The results of wood samples tests for oaks applying by fungicides to leaves. Testing fungus – *Trametes versicolor*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:			
	0 m		1 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	5,21	8,63	5,62	7,77
Aplikacja wody Water applying	0,36	2,7	1,07	9,52
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	3,33	4,48	4,15	5,77
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	2,83	5,44	3,96	11,25

Tabela 9. Wyniki testów klockowych próbek drewna lip poddanych aplikacji fungicydu metodą iniekcijną. Grzyb testowy – *Laetiporus sulphureus*
 Table 9. The results of wood samples tests for limes applying by fungicides to with injection. Testing fungus – *Laetiporus sulphureus*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:					
	0 m		1 m		2 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	3,58	4,72	3,91	4,67	3,96	5,05
Aplikacja wody Water applying	3,25	4,85	3,28	4,52	3,58	4,93
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	0,14	0,64	0,14	0,28	0,33	0,74
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	0,15	0,46	0,08	0,56	0,37	0,71

Tabela 10. Wyniki testów klockowych próbek drewna lip poddanych aplikacji fungicydu metodą iniekcijną. Grzyb testowy *Trametes versicolor*
 Table 10. The results of wood samples tests for limes applying by fungicides to with injection. Testing fungus – *Trametes versicolor*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:					
	0 m		1 m		2 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	10,05	14,27	9,4	13,98	12,31	15,01
Aplikacja wody Water applying	12,31	15,01	11,7	14,47	7,54	11,89
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	1,07	1,86	0,36	2,42	0,23	2,01
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	0,56	1,28	0,21	2,35	1,18	2,22

Tabela 11. Wyniki testów klockowych próbek drewna dębów poddanych aplikacji fungicydu metodą iniekcijną. Grzyb testowy *Laetiporus sulphureus*
 Table 11. The results of wood samples tests for oaks applying by fungicides to with injection. Testing fungus – *Laetiporus sulphureus*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:					
	0 m		1 m		2 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	7,11	10,23	6,99	11,87	7,19	12,25
Aplikacja wody Water applying	7,58	9,88	7,54	9,87	7,98	9,15
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	0,06	0,26	0,04	0,15	0,19	0,47
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	0,06	0,21	0,05	0,27	0,19	0,25

Tabela 12. Wyniki testów klockowych próbek drewna dębów poddanych aplikacji fungicydu metodą iniekcijną. Grzyb testowy – *Trametes versicolor*
 Table 12. The results of wood samples tests for oaks applying by fungicides to with injection. Testing fungus – *Trametes versicolor*

Wariant doświadczenia Variant of the experiment	Średni procentowy ubytek masy próbek pobranych z wysokości: Medium percentage less of weight of samples taken from the height of:					
	0 m		1 m		2 m	
	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Drzewa porównawcze Comparative trees	5,21	8,63	5,62	7,77	7,01	9,33
Aplikacja wody Water applying	4,07	5,34	6,33	8,77	8,21	9,27
Aplikacja Falconu 460 EC Falcon 460 EC applying	0,4	0,49	0,68	0,73	0,46	1,8
Aplikacja Preventolu R 80 Preventol R 80 applying	0,2	0,28	0,53	1,33	0,18	0,28

metodą dolistną, testowanych za pomocą grzybni *Trametes versicolor* (tab. 4), nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy próbkami pochodzącymi z drzew kontrolnych, a z drzew którym podawano którykolwiek z dwóch fungicydów lub wodę.

W próbkach drewna pochodzących z drzew poddanych aplikacji iniekcyjnej testowanych na grzybni *Laetiporus sulphureus* (tab. 5) wystąpiły istotne statystycznie różnice pomiędzy tempem rozkładu próbek pochodzących z drzew porównawczych oraz traktowanych wodą, a drzew którym aplikowano fungicydy. Podobne wyniki uzyskano również w testach z zastosowaniem grzybni *Trametes versicolor* (tab. 6).

W próbkach wykonanych z drewna dębów szypułkowych poddanych aplikacji doglebowej testowanych na grzybni *Laetiporus sulphureus* (tab. 7) stwierdzono występowanie istotnych różnic w zakresie odporności na rozkład przez grzyby pomiędzy próbkami pochodzącymi z drzew kontrolnych, próbkami z drzew, którym podawano wodę oraz próbkami z drzew które traktowano fungicydami. Odmienne wyniki dały badania tego samego drewna na grzybni *Trametes versicolor* (tab. 8) (nie stwierdzono istotnych pod względem statystycznym różnic pomiędzy próbkami z drzew podlewanych wodą, a drzew, którym aplikowano tą drogą fungicyd). Analiza statystyczna wykazała natomiast istnienie znaczących różnic pomiędzy analogicznymi próbkami drewna pochodzącymi z różnych wysokości pnia, były one jednak zmienne w zależności od podawanego drzewom środka (woda, Falcon, Preventol) i, tym samym, niejednoznacznie interpretowalne.

W testowaniu próbek pochodzących z drewna dębów, którym podawano fungicyd drogą dolistną (opryskiwanie) (tab. 9), na grzybni *Laetiporus sulphureus* uzyskano istotne pod względem statystycznym różnice pomiędzy poszczególnymi wariantami doświadczenia, na podstawie których mogłoby się wydawać, że metoda dolistna aplikacji fungicydów systemicznych jest skutecznym sposobem zabezpieczania drewna dębów przed rozkładem grzybowym i może być godna polecenia w praktyce. Teorii tej nie potwierdziły testy przeprowadzone z użyciem grzybni *Trametes versicolor* (tab. 10), w których stwierdzono wprawdzie istnienie różnic w tempie rozkładu próbek pochodzących z drzew porównawczych i drzew opryskiwanych wodą i fungicydami, jednak były one zmienne i tym samym niemożliwe do jednoznacznego zinterpretowania. W większości wypadków okazało się, że najskuteczniej zabezpieczone wydawały się próbki pochodzące z drzew, którym podano tylko wodę. Próbki z drzew opryskiwanych fungicydami wykazywały znacznie większe średnie procentowe spadki ciężaru właściwego. W niektórych wypadkach były one wyższe nawet niż dla drzew porównawczych.

Bardzo obiecujące wyniki dała natomiast metoda iniekcyjna aplikacji fungicydów do drewna dębów szypułkowych. Testy na grzybni *Laetiporus sulphureus* (tab. 11) wykazały, że zabezpieczone w ten sposób drewno okazało się bardziej odporne na rozkład przez grzyby typu brunatnego niż drewno niezabezpieczone. Teoria ta została potwierdzona również przez testy na grzybni *Trametes versicolor* (tab. 12).

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

W świetle uzyskanych wyników można stwierdzić, że spośród przetestowanych trzech metod aplikacji fungicydów jedyną istotnie wpływającą na odporność drewna żywych lip na rozkład przez grzyby jest metoda iniekcyjna, polegająca na dostarczeniu środka grzybobójczego bezpośrednio do drewna. Próbki z drzew zabezpieczonych w ten sposób

wykazywały istotne statystycznie różnice w odporności drewna na rozkład grzybowy zarówno typu białego, jak i brunatnego. Ponieważ nie stwierdzono istnienia większych różnic pomiędzy próbkami pochodzącymi z różnych wysokości na pniu, można przyjąć, że fungicyd podany drogą iniekcyjną był rozprowadzany w drzewie dość równomiernie, a jego transport odbywał się dwukierunkowo zarówno w górę, jak i w dół pnia.

Na podstawie uzyskanych rezultatów należy stwierdzić, że metoda iniekcyjna podawania fungicydów systemicznych do drewna żywych dębów szypułkowych jest jedynym sposobem aplikacji tych środków, który powoduje znaczne zwiększenie odporności ich drewna na rozkład grzybowy, tym samym można więc uznać ją za w pełni skuteczną i godną polecenia w praktyce. Metody doglebowa i dolistna w wypadku drzew tego gatunku nie sprawdziły się.

Po przetestowaniu trzech dróg aplikacji fungicydów systemicznych do drewna żywych lip drobnolistnych i dębów szypułkowych można więc przyjąć, że tylko jedna z nich, mianowicie metoda iniekcyjna, okazała się przydatna do zwiększania aktualnej odporności drewna na rozkład przez grzyby. Zarówno metoda podawania doglebowego, jak i dolistnego nie dawały takiego rezultatu. Zabezpieczone nimi drzewa nie wykazywały zwiększonej odporności drewna na rozkład grzybowy w stosunku do drzew porównawczych i do drzew kontrolnych, względnie wykazywały ją tylko wobec jednego z gatunków grzybów testowych (najczęściej był to *Laetiporus sulphureus*). Tym samym nie można uznać tych dróg aplikacji fungicydów za godne polecenia w praktyce konserwatorskiej.

Nadzieje można natomiast wiązać z metodą iniekcyjną. Drewno zabezpieczanych w ten sposób drzew charakteryzowało się zwiększoną odpornością na rozkład powodowany przez grzyby zarówno wobec grzyba rozkładu brunatnego (*Laetiporus sulphureus*), jak i białego (*Trametes versicolor*). Dodatkowo badania wykazały, że punktowo podany drogą iniekcyjną fungicyd przemieszcza się w drewnie, a jego transport odbywa się w górę oraz w dół pnia zabezpieczając w ten sposób całe drzewo. Wobec powyższego metoda ta wydaje się być godna dalszych badań oraz praktycznych prób i doświadczeń.

PIŚMIENNICTWO

- Bruchwald A., 1995. Dendrometria. Wyd. SGGW Warszawa.
- Chachulski Z., 2000. Chirurgia i pielęgnacja drzew. Legraf Warszawa.
- Doucet R., 1981. Eclaircie precommerciale du pin gris par injection de 2,4-D et de brushkiller dans la tige. Gouvernement du Québec. Service de la recherche forestière. Note N° 13.
- Gregory G.F., Jones T.W., Mc Wain P., 1971. Injection of benomyl into elm, oak & maple. USDA For. Serv. Res. Pap. 232.
- Hart J.H., 1972. Control of Dutch elm disease with foliar applications of benomyl. Plant Dis. Rep. 56 (8), 685-688.
- Himelick E.B., Neely D., 1965. Prevention of root graft transmission of Dutch elm disease. Arborist's News. 30 (2), 9-13.
- Jones T., Gregory G.F., 1971. An apparatus for pressure injection of solutions into trees. USDA For. Serv. Res. Pap. 233.
- Jones T., Gregory G., McWain P., 1972. Shot in the bark. For. Sci. Photo Story 19.
- Kryczyński S., 2000. Podstawy fitopatologii. Fundacja Rozwój SGGW Warszawa.
- Krzysik F., 1978. Nauka o drewnie. PWN Warszawa.
- Mc Wain P., Gregory G.F., 1971. Solubilization of benomyl for xylem injection in vascular wilt disease control. USDA For. Serv. Res. Pap. 234.

- Peterson C.A., Edington L.V., 1970. Transport of the systemic fungicide, benomyl, in bean plants. *Phytopathology* 60, 475-478.
- Pinkas Y., Shabi E., Solel Z., Cohen A., 1973. Infiltration and translocation of thiabendazole in apple trees by means of pressure injection technique. *Phytopathology* 63 (9), 1166-1168.
- Shabi E., Pinkas Y., Solel Z., 1974. Distribution of benzimidazole fungicides following pressure injection of pear trees at several growth stages. *Phytopathology* 64 (7), 963-966.
- Smalley E.B., Meyers C.J., Johnson R.N., Fluke B.C., Vieau R., 1973. Benomyl for practical control of Dutch elm disease. *Phytopathology* 63 (10), 1239-1252.
- Stipes R.J., 1971. Systemic fungicides for ornamental trees. *Gardener's Chron.* 169 (1), 20-22.
- Ullmann E., 1984. Leonardo da Vinci. *Arkadia Warszawa*.
- Van Alfen N.K., Walton G.S., 1974. Pressure injection of benomyl and methyl-2-benzimidazole-carbamate hydrochloride for control of Dutch elm disease. *Phytopathology* 64 (9), 1231-1234.
- Zarzyński P., 2004. The evaluation of selected systemic fungicides working efficiency against group of wood decaying fungi. *For. Sci. Pap. Agric. Univ. Pozn.* 7: 81-88.
- Zarzyński P., 2005. Laboratoryjna ocena przydatności wybranych fungicydów systemicznych do zabezpieczania drewna przed rozkładem powodowanym przez grzyby. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Industr. Lignar.* 4 (1), 141-150.

PRACTICAL USABILITY OF SYSTEMIC FUNGICIDES APPLIED BY DIFFERENT WAYS TO LIVING TREES FOR PROTECTION AGAINST FUNGAL WOOD DECAY

Abstract. Some of the most important factors decreasing the life span of trees are pathogenic fungi causing wood decay. To protect old, monumental trees it is necessary to investigate a new methods of their conservancy. In this paper some results of the systemic fungicides applying to living trees were presented. Three applying methods were tested: to the ground, to the leaves and straight to the wood (using hydrostatic injections). The last method appeared as the most effective. Wood from trees protected with systemic fungicides by hydrostatic injections were decayed much slower by testing fungi in laboratory conditions. It was also proved that the fungicide applied in this way to the wood was transported both up and down in the stem, protecting all the tree. According to this results hydrostatic injections of systemic fungicides seem to be a new promising method of protecting trees against fungal wood decay.

Key words: systemic fungicides, Falcon 460 EC, Preventol R 80, wood protection, wood decay

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 16.06.2005 r.

Do cytowania – For citation: Zarzyński P., 2005. Ocena skuteczności różnych metod aplikacji fungicydów systemicznych do drzew w celu ograniczenia rozkładu ich drewna przez grzyby patogeniczne. Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 4(2), 147-176.