

WPŁYW ŚRODKÓW OCHRONY DREWNA NA ROŚLINNOŚĆ. CZEŚĆ II. ODDZIAŁYWANIE ŚRODKÓW OCHRONY DREWNA NA ROŚLINY PRZY RÓŻNYCH METODACH STOSOWANIA

Piotr Witomski

Zakład Ochrony Drewna, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Zaprezentowano metodykę zastosowaną do wyznaczania wpływu środków ochrony drewna na roślinność. Przedstawiono wyniki fitotoksycznego działania dziesięciu preparatów w testach: bezpośredniego naniesienia na liście, skażenia gleby, kontaktu roślin z zaimpregnowanym drewnem oraz kiełkowania nasion na skażonym podłożu.

Słowa kluczowe: środki ochrony drewna, fitotoksyczność, ochrona środowiska.

WSTĘP

Powszechne stosowanie środków ochrony drewna stwarza potrzebę naukowej weryfikacji panującego dotychczas powszechnego mniemania o braku wpływu środków ochrony drewna na roślinność. W związku z tym postanowiono opracować metodykę badawczą pozwalającą określać fitotoksyczny wpływ fungicydów na roślinność i przy pomocy tej metodyki oznaczyć fitotoksyczne działanie środków ochrony drewna. Zastosowane procedury badawcze i wyniki przeprowadzonych badań mogą stanowić naukową podstawę do opracowania jednolitej metody badania fitotoksyczności środków ochrony drewna w skali międzynarodowej. Stworzenie klasyfikacji szkodliwości środków ochrony drewna dla roślin stanowić może podstawę do wprowadzenia ograniczeń stosowania poszczególnych środków wyłącznie w ustalonym zakresie.

Badania miały na celu użycie wyselekcjonowanego organizmu testowego do określenia jego reakcji na działanie wybranych środków ochrony drewna stosowanych różnymi metodami i na tej podstawie wyznaczenia wartości fitotoksycznych. Zastosowano cztery formy oddziaływania preparatów na roślinność:

- bezpośrednie oddziaływanie preparatu na roślinę testową przy naniesieniu na liście i łodygi metodą oprysku;
- bezpośrednie oddziaływanie preparatu na roślinę testową poprzez system korzeniowy przy doglebowej aplikacji preparatu;
- pośrednie oddziaływanie preparatu na roślinę testową poprzez kontakt roślin z drewnem nasyconym środkami ochrony drewna;
- wpływ preparatu na zdolność kiełkowania roślin testowych na skażonym podłożu.

MATERIAŁY I METODY

Badane środki

W badaniach użyto 10 najczęściej stosowanych w ochronie drewna substancji chemicznych, które stanowią bazę toksyczną ważniejszych typów impregnatów. Wśród nich znalazły się: olej kreozotowy (impregnacyjny), parakumylofenol, tlenek trójbutylowy (TBTO), preparat typu CCA (zawierający związki Cr, Cu, As), preparat typu CCB (zawierający związki Cr, Cu, B), sól sodowa pentachlorofenolu (NaPCP), fluorek sodu (NaF), kwas ortoborowy (H_3BO_3), chlorek alkilo-dimetylo-bezyloamoniowy (QAC), preparat handlowy zawierający CuHDO [Bis(N-Cykloheksylo-dioksydiazenian)miedziowy, zasadowy węglan miedzi i kwas borowy]. Z powyższych fungicydów sporządzono roztwory o geometrycznym szeregu stężeń.

Roślina biowskaźnikowa

W wyniku studiów literaturowych, oraz wstępnego testu selekcyjnego wybrano gorczycę białą (*Sinapis alba* L.) odmiana "Biała Nakielska", którą następnie użyto do badań głównych.

Przygotowanie materiału oraz zastosowane wskaźniki

Badania bezpośredniego oddziaływania preparatów na rośliny przez oprysk i podanie doglebowe oraz działanie pośrednie poprzez kontakt roślin z zabezpieczonym drewnem przeprowadzono na materiale roślinnym przygotowanym w taki sam sposób. Substratem do uprawy roślin testowych była standaryzowana ziemia ogrodnicza. W pojemnikach z substratem wysiewano 2 rzędy nasion gorczycy w ilości 60 sztuk na naczynie. Utrzymując optymalną wilgotność podłoża inkubowano rośliny przez okres 10-14 dni. Po okresie 10-14 dni od wysiania, gdy rośliny skielkowały i liścienie dobrze się wykształciły oraz pojawiła się pierwsza para liści (długości 1-2 mm) poddawano rośliny dalszym, trojakiem testom. Opryskiwano je preparatem, podlewano substrat różnymi ilościami preparatu oraz pomiędzy dwoma rzędami roślin umieszczano próbkę drewnianą nasyconą fungicydem. Po obserwacji przez pewien czas rośliny ścinano dokonując wizualnej oceny nekrozy roślin.

W celu szybkiej i łatwej oceny stopnia poparzenia roślin w testach określano wzrokowo procentowe poparzenie każdej rośliny oraz liczone ich łączną liczbę w danej klasie poparzenia. Podczas szacowania poparzeń posługiwano się następującą pięciostopniową skalą:

0 – brak objawów poparzenia – s_1

1 – 25% poparzenia powierzchni liścieni i liści – s_2

2 – 50% poparzenia powierzchni liścieni i liści – s_3

3 – 75% poparzenia powierzchni liścieni i liści – s_4

4 – 100% poparzenia powierzchni liścieni i liści, całkowita nekroza roślin – s_5

Obliczenie średniego stopnia poparzenia roślin S dokonano według wzoru:

$$S = \frac{[(n_1 * s_1) + (n_2 * s_2) + (n_3 * s_3) + (n_4 * s_4) + (n_5 * s_5)]}{n} \quad (1)$$

w którym:

S – stopień poparzenia

n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 – liczba roślin o określonym stopniu poparzenia,

s_1, s_2, s_3, s_4, s_5 – stopień poparzenia,

n – ogólna liczba roślin w danym powtórzeniu.

Następnie uzyskane wyniki wyrażono w procentach jako nekrozę spowodowaną działaniem badanego środka przy zastosowanym stężeniu. Rośliny kontrolne, jako nie dotknięte nekrozą uznawano za wzorzec. Wywołaną nekrozę N obliczano ze stopnia poparzenia, wyrażając w %:

$$N = \frac{S}{4} * 100 \quad (2)$$

gdzie:

N – nekroza w %,

S – stopień poparzenia wyliczony ze wzoru (1).

W celu wyrażenia 100% nekrozy roślin spowodowanej działaniem fungicydów zastosowano wskaźnik N_{100} , a nekrozy 50% – wskaźnik N_{50} .

W teście wpływu skażenia podłoża na zdolność kiełkowania roślin zastosowano płytki Petri'ego, do których dopasowano krążki z bibuły filtracyjnej nasyczone roztworami preparatów o różnych stężeniach. Po wysezonowaniu na każdym krążku umieszczano po 50 nasion gorczycy, zwilżano wodą i przykrywano płytką pokrywkową, pozostawiając do skielkowania nasion na okres 1 tygodnia. Kontrolę stanowiły nasiona wysiane na czystej bibule. Po zakończeniu obserwacji liczono ilość nasion skielkowanych. W celu oceny wpływu środka ochrony drewna na osłabienie zdolności kiełkowania nasion jako kryterium przyjęto zdolność kiełkowania nasion na skażonym podłożu w odniesieniu do zdolności kiełkowania nasion kontrolnych. W tym celu liczono ilość skielkowanych nasion na skażonym podłożu i porównywano ją do ilości skielkowanych nasion w kontroli (na podłożu nie skażonym).

$$Z = \frac{z}{y} * 100 \quad (3)$$

gdzie:

Z – zdolność kiełkowania,

z – liczba kiełkujących roślin w teście na podłożu skażonym,

y – liczba kiełkujących roślin w kontroli na podłożu nieskażonym.

W celu wyrażenia zahamowania zdolności kiełkowania w 100%, spowodowanej skażeniem podłoża posłużono się wskaźnikiem K_{100} , a ograniczenia zdolności kiełkowania w 50% – wskaźnikiem K_{50} .

Podanie preparatów roślinom

Bezpośrednie oddziaływanie fungicydów na rośliny biowskaźnikowe badano nanosząc fungicydy metodą oprysku na łodygi, liścienie i liście. Podczas oprysku наносono 5 cm³ cieczy

na rośliny w jednym naczyniu. Zastosowano geometryczny szereg 10 stężeń: 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0% dla środków wodnorozpuszczalnych (0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0; 50,0; 100,0% dla oleju kreozotowego i parakumylofenolu). Opryskane rośliny pozostawiano do obserwacji na okres 1 tygodnia. Po tym czasie dokonywano oceny wywołanych uszkodzeń, stosując wizualną ocenę stopnia poparzenia roślin.

Drugim testem bezpośredniego oddziaływania fungicydów na rośliny biowskaźnikowe było oddziaływanie poprzez system korzeniowy przy doglebowym podaniu fungicydu. Do substratu glebowego dodawano roztwory preparatów uzyskując retencję czynnego składnika w glebie odpowiednio: 0,416; 0,833; 1,25; 1,66; 2,08; 2,50; 3,33; 5,00; 6,66; 8,33 kg/m³ (0,0416; 0,0832; 0,208; 0,416; 0,832; 2,08; 4,16; 8,33; 12,5; 16,6; 20,8 kg/m³ dla oleju kreozotowego i parakumylofenolu). Podlane w ten sposób rośliny pozostawiono do obserwacji na okres 2 tygodni w celu ujawnienia się ewentualnych zmian w roślinach testowych. Po tym czasie dokonywano oceny wywołanych uszkodzeń stosując wizualną ocenę stopnia poparzenia roślin.

Pośrednie oddziaływanie na rośliny środków ochrony drewna zawartych w drewnie przeprowadzono posługując się drewnianymi próbkami z bielu sosnowego (*Pinus sylvestris* L.) o wymiarach 280 · 80 · 5 mm. próbki zostały nasycone próżniowo osiągając retencję środka aktywnego w drewnie o wartościach: 0,016; 0,032; 0,080; 0,160; 0,321; 0,803; 1,60; 3,21; 8,03; 16,07; 32,14; 48,21 kg/m³ (0,16; 0,32; 0,80; 1,6; 3,2; 8,0; 16; 32; 80; 160; 321; 480 kg/m³ dla oleju kreozotowego i parakumylofenolu). Po wysezonowaniu drewniane próbki umieszczano wzdłuż pojemnika po środku, pomiędzy dwoma rzędami roślin w taki sposób, że wszystkie rośliny stykały się liśćmi i liścieniami z zaimpregnowanym drewnem. Podczas okresu badawczego deski zraszano wodą dla zachowania pozorów naturalnej ekspozycji elementów drewnianych na opady atmosferyczne. Rośliny pozostawiono do obserwacji na okres 2 tygodni. Po tym czasie dokonywano oceny wywołanych uszkodzeń stosując wizualną ocenę stopnia poparzenia roślin.

W teście wpływu skażenia podłoża na zdolność kiełkowania roślin nasiona badanej rośliny umieszczano na krążkach bibuły filtracyjnej nasyconej roztworami preparatów o stężeniach: 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0% oraz olejem kreozotowym i parakumylofenolem o stężeniach: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0; 50,0; 100,0%. Po zakończeniu obserwacji liczono ilość nasion skiełkowanych i porównywano z ilością nasion skiełkowanych w kontroli.

WYNIKI

Podczas przeprowadzania testów fitotoksyczności środków ochrony drewna najbardziej wyraźne działanie nekrotyczne powodowane przez fungicydy zaobserwowano w teście bezpośredniej aplikacji na części zielone rośliny. Stwierdzono, że wszystkie zastosowane fungicydy okazały się fitotoksyczne (Tabela 1, Ryc. 1). Ze wzrostem stężenia preparatu narastały objawy poparzenia aż do całkowitego zamarcia organizmów (100% nekrozy). W większości badanych przypadków znaczne poparzenia (ok. 50% nekrozy roślin) wywołane zostały dość małymi dawkami preparatów, mieszczącymi się w zakresie od 0,1 do 3%, czyli poniżej wartości stężeń zalecanych przez producentów. Wyjątek mogą stanowić preparaty TBTO, olej kreozotowy i parakumylofenol, powodujące całkowite nekrozy już w stężeniach poniżej 0,1%. Najmniej

szkodliwy był kwas ortoborowy (H_3BO_3), który wywołał nekrozę 50% dopiero w najwyższym stosowanym stężeniu tj. w 10%. W pozostałych przypadkach wraz ze wzrostem stężenia dał się obserwować wzrost nekrozy aż do wystąpienia całkowitej – 100%. Zjawisko to poza wspomnianymi już preparatami (TBTO, olej kreozotowy i parakumylofenol – wartości stężeń letalnych poniżej 0,1%) w zależności od preparatu obserwowane było przy stężeniach oscylujących w granicach 5 – 10%, czyli przy powszechnie stosowanych stężeniach w impregnacji drewna. Równie szkodliwe jak środki oleiste (olej kreozotowy i parakumylofenol) okazały się rozpuszczalniki zastosowane do rozpuszczania tych dwóch środków – benzen oraz benzyna ekstrakcyjna. Dowodzi to faktu wysokiej szkodliwości użytych związków organicznych w stosunku do roślin, zarówno rozpuszczalników, jak i czystych preparatów.

Podczas testu bezpośredniego oddziaływania preparatów na rośliny poprzez system korzeniowy przy aplikacji doglebowej, ze wzrostem retencji preparatów w substracie, obserwowana była intensyfikacja objawów nekrozy (Tabela 1, Ryc. 2 i 3). W teście tym reakcje roślin testowych na poszczególne preparaty różniły się nieznacznie od reakcji na te same preparaty w teście oprysku. Pierwsze wyraźnie zauważalne objawy nekrozy (50%) pojawiły się w zależności od preparatu przy zawartości środka w glebie od 1 do 3 kg/m^3 . Aby spowodować 50% nekrozę potrzeba było nieco więcej preparatów takich jak olej kreozotowy i parakumylofenol gdyż w granicach 3 do 8 kg/m^3 . Pozornie wydawać by się mogło, że są to wartości bezwzględnie wyższe, jednak trzeba zaznaczyć, że oba preparaty często bywają stosowane w postaci nie rozcieńczonej, o stężeniu 100%. A więc w porównaniu do preparatów solnych, stosowanych zwykle w stężeniach około 5-10%, nie są to wartości znacząco wysokie. Podczas dalszego wzrostu retencji preparatów w glebie obserwowany był nasilający się proces nekrozy. Całkowite zamieranie roślin obserwowano przy retencjach od 3 do 8 kg/m^3 . Wyjątek i tym razem stanowiły olej kreozotowy i parakumylofenol, powodujące całkowitą nekrozę przy zawartości preparatu w glebie w ilości 12-20 kg/m^3 .

W porównaniu z pozostałymi testami, reakcja roślin na fungicydy podczas pośredniego oddziaływania przez nasycone drewno okazała się słabo zauważalna. Wyniki wskazują, że większość zastosowanych fungicydów okazała się nieszkodliwa dla roślin (Tabela 1, Ryc. 4). Stosowanie zaimpregnowanego drewna w większości wypadków nie niosło za sobą większego zagrożenia dla roślin. Poza nielicznymi wyjątkami nie obserwowano całkowitej, 100% nekrozy roślin, ani nawet 50%. Tylko w nielicznych przypadkach końcowy efekt oddziaływania przy stosowaniu maksymalnych retencji powodował wyjątkowo częściowe poparzenia. Jedynie preparaty NaPCP i QAC spowodowały 50% nekrozę przy retencjach odpowiednio 5,7 i 45 kg/m^3 (ostatnia wartość rzadko stosowana podczas przemysłowego nasycania drewna). Wyjątkowo zachowywał się w tym teście preparat TBTO, wywołujący zarówno nekrozę 50% jak i całkowitą – 100%. Reakcje te obserwowane były w zakresie retencji normalnie stosowanych podczas nasycania drewna, tj. odpowiednio N_{50} przy retencji około 1 kg/m^3 i N_{100} przy 8 kg/m^3 . Jednocześnie należy zauważyć, że stosowane w tym teście retencje preparatów były czysto doświadczalne, gdyż dla większości środków ochrony drewna wartości grzybobójcze mają o wiele niższe wartości i w związku z tym faktem

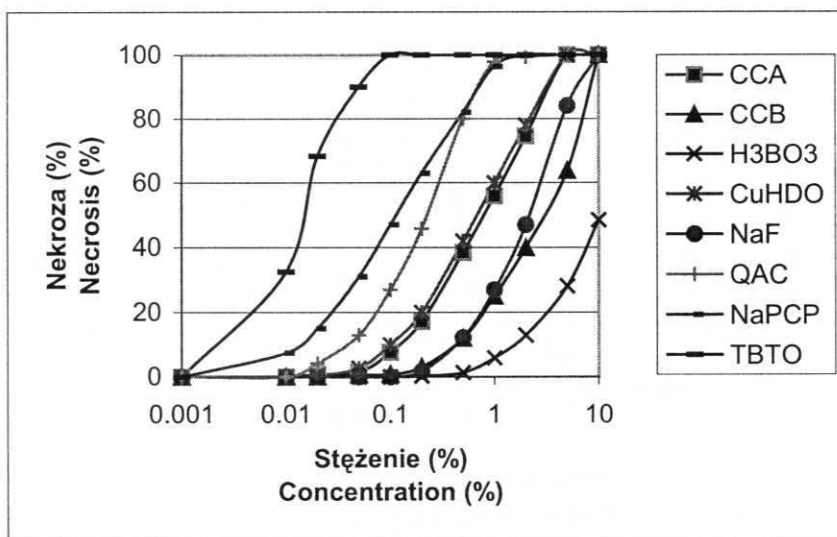
Wartości letalne fitotoksycznego działania środków ochrony drewna
przy różnych metodach aplikacji

Phytotoxicity levels of wood preservatives, given varying forms of application

Nazwa preparatu Preservative	Inhibicja kielkowania Stężenie (%) Inhibition of seed germination Concentration (%)		Aplikacja przez oprysk Stężenie (%) Application by spraying Concentration (%)		Aplikacja doglebowa Retencja (kg/m ³) Application to the soil Retention (kg/m ³)		Kontakt z zabezpieczonym drewnem Retencja (kg/m ³) Contact with treated wood Retention (kg/m ³)	
	K ₅₀	K ₁₀₀	N ₅₀	N ₁₀₀	N ₅₀	N ₁₀₀	N ₅₀	N ₁₀₀
CCA	0,04	0,1	0,9	5,0	1,7	5,0	-	-
CCB	0,18	0,5	3,0	10,1	2,7	5,0	-	-
H ₃ BO ₃	0,30	0,5	10,0	-	2,0	5,0	-	-
CuHDO	0,15	0,5	0,7	5,0	1,25	6,66	-	-
NaF	0,15	0,5	2,1	10,0	2,3	8,33	-	-
QAC	0,05	0,2	0,22	1,2	1,3	8,33	40,0	-
NaPCP	0,02	0,05	0,12	1,5	0,9	2,5	3,3	-
TBTO	0,005	0,01	0,015	0,1	1,0	3,4	1,0	8,0
parakumylofenol	18	100	-	0,1	3,0	12,5	-	-
Olej kreozotowy	1,9	5	-	0,01	8,0	20,8	-	-

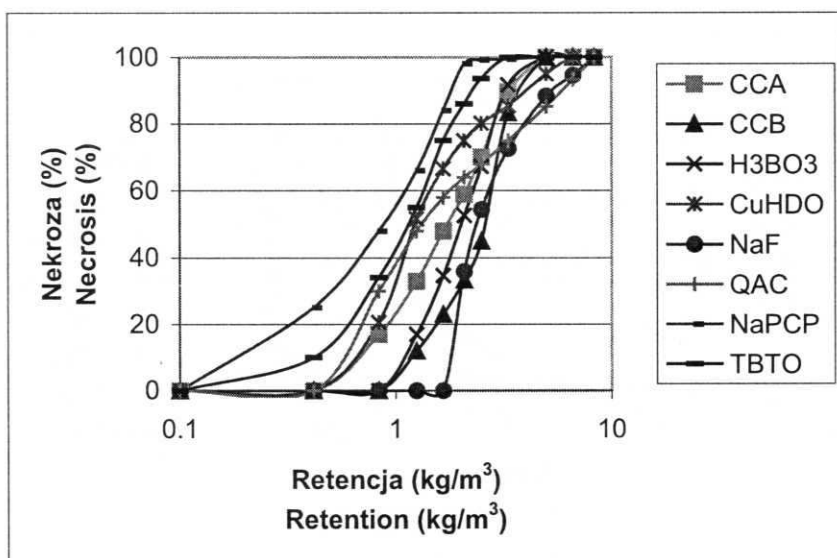
w praktyce nie stosuje się tak wysokich retencji. Biorąc to pod uwagę można przyjąć, że nie zachodzi większe niebezpieczeństwo oddziaływania zaimpregnowanego drewna na rośliny żywe.

Podczas testu kielkowania roślin na skażonym podłożu, wszystkie zastosowane fungicydy okazały się fitotoksyczne (Tabela 1, Ryc. 5 i 6.). Silny wpływ na siłę kielkowania miał fakt rozpuszczalności preparatu w wodzie, a co za tym idzie możliwość jego migrowania do nasion. We wszystkich przypadkach środków wodnorozpuszczalnych dał się zaobserwować silny efekt inhibicji kielkowania przy bardzo małych stężeniach. Spadek zdolności kielkowania o 50% wystąpił już przy stężeniach od 0,01% do 0,1%, w zależności od stosowanego preparatu. Całkowite zahamowanie kielkowania roślin obserwowano przy stężeniach od 0,1% do 0,5%. Charakter zjawiska miał bardzo gwałtowny przebieg i mieścił się w zakresie stężeń poniżej 1%. Test zdolność kielkowania na skażonym podłożu wykazał, że najbardziej szkodliwym preparatem podczas wschodzenia roślin był TBTO. W jego obecności nasiona nie kielkowały w każdym z zastosowanych stężeń, poczynając od 0,01%. Pozytywnym wyjątkiem okazały się środki oleiste: olej kreozotowy i parakumylofenol. Ich oddziaływanie ograniczone było brakiem rozpuszczalności preparatu w wodzie, a co za tym idzie utrudnio-



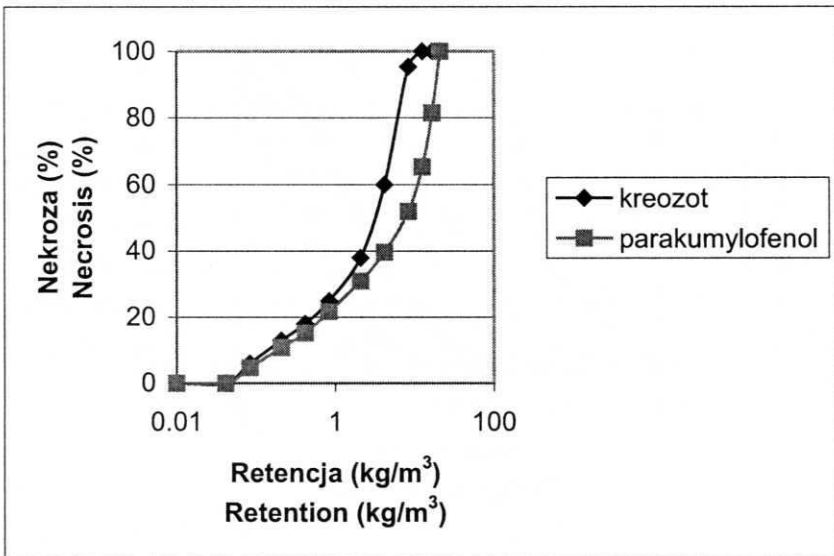
Rys. 1. Nekroza roślin podczas bezpośredniego oddziaływania fungicydu przy aplikacji przez oprysk

Fig. 1. Direct action of fungicides by spraying – necrosis of plants



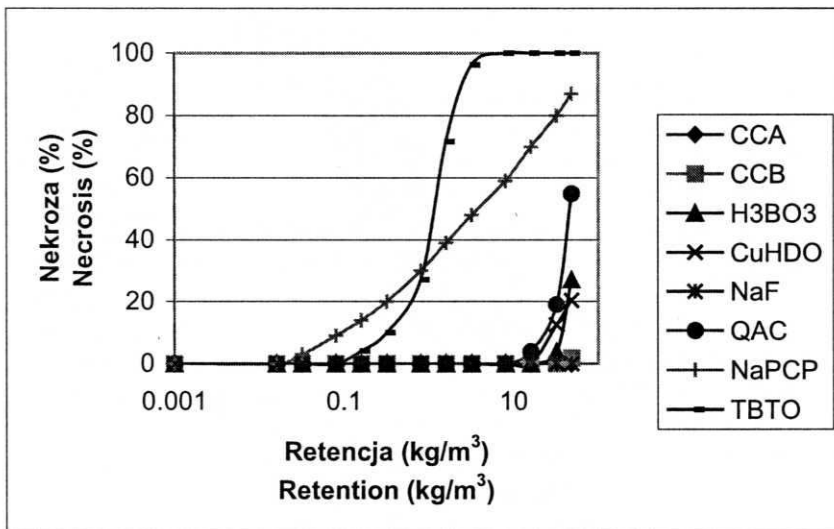
Rys. 2. Nekroza roślin podczas bezpośredniego oddziaływania fungicydu przy aplikacji dogłębowej

Fig. 2. Direct action of fungicides by injection to the soil – necrosis of plants



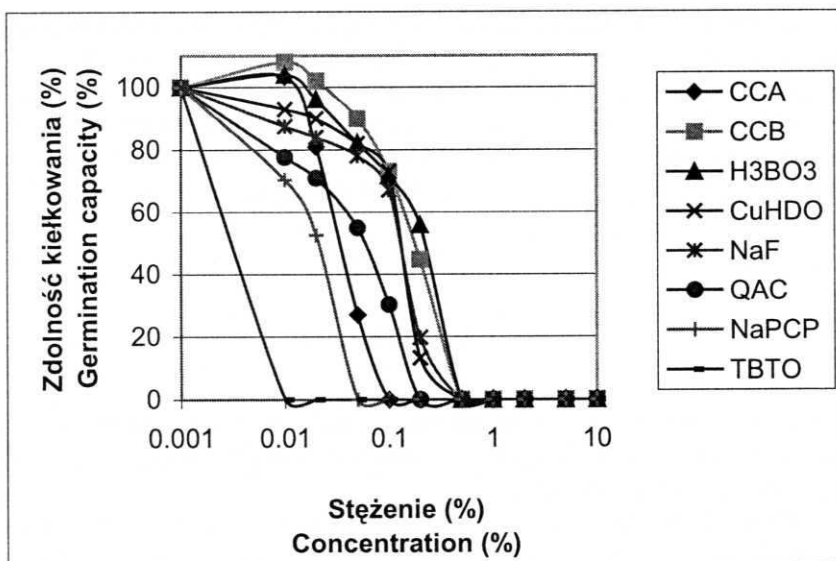
Rys. 3. Nekroza roślin podczas bezpośredniego oddziaływania fungicydu przy aplikacji dogłebowej

Fig. 3. Direct action of fungicides by injection to the soil – necrosis of plants

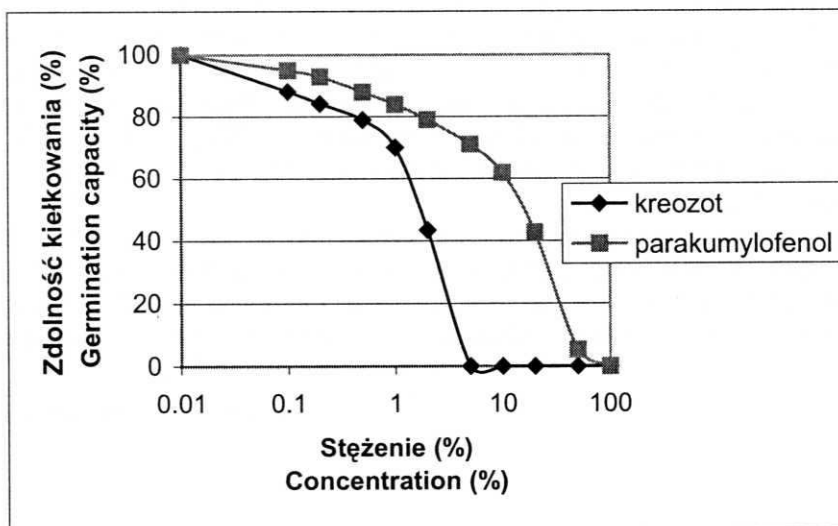


Rys. 4. Nekroza roślin podczas pośredniego oddziaływania fungicydu na rośliny poprzez kontakt z zaimpregnowanym drewnem

Fig. 4. Indirect action of fungicides via treated wood samples – necrosis of plants



Rys. 5. Inhibicja kiełkowania nasion na skażonym podłożu
Fig. 5. Inhibition of seed germination



Rys. 6. Inhibicja kiełkowania nasion na skażonym podłożu
Fig. 6. Inhibition of seed germination

nym dyfundowaniem do nasion. Niemniej jednak oba preparaty wywarły szkodliwy wpływ na rośliny i obserwowany był efekt hamowania kiełkowania. 50% osłabienie kiełkowania obserwowane było przy stężeniu oleju kreozotowego około 0,2%, zaś parakumylofenolu przy 1,5%. Całkowite zahamowanie kiełkowania obserwowano odpowiednio przy stężeniu 5% i 100%. Dowodzi to, że dopiero podczas kiełkowania nasion w środowisku czystego parakumylofenolu nie będzie miało miejsca wschodzenie roślin.

WNIOSKI

Wyniki uzyskane podczas badań fitotoksyczności 10 podstawowych, najczęściej stosowanych bioczynnych składników środków ochrony drewna pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Skażenie podłoża impregnatami o zalecanych stężeniach roboczych nawet po ich 10 lub 100-krotnym rozcieńczeniu może wywierać hamujący wpływ na kiełkowanie roślin.
2. Przy bezpośrednim zastosowaniu impregnatów metodą oprysku obserwowano szkodliwe oddziaływanie środków na rośliny, wywołujące przy stosowaniu stężeń roboczych w granicach zalecanych przez producentów (5-10%) powstawanie nekroz, a w mniejszych stężeniach silne poparzenia.
3. Obecność w glebie czynnych substancji grzybobójczych nawet w ilościach niższych niż 1% powoduje nekrozę roślinności.
4. Kontakt roślin z zaimpregnowanym drewnem w przypadku większości fungicydów nie powodował zauważalnych zmian u roślin. Niektóre fungicydy zawarte w drewnie wykazywały pewne właściwości fitotoksyczne, ale najczęściej przy poziomie retencji przekraczającym koncentracje powszechnie stosowane w praktyce.
5. Najsilniejsze działanie fitotoksyczne powodowały TBTO, NaPCP, CCA, olej kreozotowy i parakumylofenol; średnie – QAC, CuHDO i CCB; zaś najniższe – NaF i H_3BO_3 .

Środki ochrony drewna mogą być niebezpieczne dla roślin w różnych fazach rozwojowych, zarówno w przypadku bezpośredniej aplikacji, jak i skażenia gleby. Zagrożenia dla roślin mogą wystąpić podczas nasycania drewna, natomiast nie zachodzi większe niebezpieczeństwo dla roślin podczas eksploatacji zaimpregnowanego drewna.

INFLUENCE OF WOOD PRESERVATIVES ON PLANTS.
PART II. REACTION OF PLANTS TO THE WOOD PRESERVATIVES
APPLIED BY DIFFERENT WAYS

Summary

The aim of the study was to determine the reaction of plants to the wood preservatives and wood treated with preservatives. The study was made comparatively with ten types of organic and water-borne preservatives. The white mustard (*Sinapis alba* L.) was chosen for use as bioindicator and the tests were carried out to determine the response of plants to preservatives. The following methods of testing were examined:

- direct application of the preservatives to the plant by spraying,
- application of the preservative to the soil substrate,
- plants growing in the vicinity of treated wood,
- seed germination rate.

The phytotoxic concentration of wood preservatives was presented. It is to conclude that the presence of wood preservatives may have sometimes negative effect on the ecosystem.

Adres autora:

Dr inż. Piotr Witomski
Zakład Ochrony Drewna
Wydział Technologii Drewna
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30
Poland