FOLIA FORESTALIA POLONICA
seria B, zeszyt 31, 2000

WPŁYW ŚRODKÓW OCHRONY DREWNA NA ROŚLINNOŚĆ

Część I. Stan badań

Piotr Witomski

Katedra Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Mając na uwadze potencjalny wpływ środków ochrony drewna na środowisko, postanowiono zbadać ich oddziaływanie na rośliny. W pierwszej części publikacji dokonano prezentacji dotychczasowego stanu wiedzy na temat fitotoksycznego działania środków ochrony drewna na roślinność. Zaprezentowano panujące poglądy, dokonano oceny dotychczasowych badań szkodliwości różnych środków ochrony drewna oraz podano przegląd metodyk badań wykonanych do tej pory.

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

WSTĘP

Obecnie silnie wzrasta zastosowanie drewna, a w powiązaniu z faktem coraz częstszej impregnacji wyrobów drewnianych zwiększa się w środowisku obecność środków ochrony drewna. Stosowanie środków ochrony drewna w różnych obszarach zagrożeń biologicznych regulują zwykle odpowiednie przepisy. Zagrożenia dla życia i zdrowia ludzkiego jakie niesie za sobą stosowanie środków ochrony drewna są na ogół dobrze poznane i przebadane. Poza skutecznością środków ochrony drewna w stosunku do grzybów i owadów, bada się ich szkodliwy wpływ na organizmy stałocieplne (w tym na ludzi), a także agresywność w stosunku do drewna i innych materiałów, (korozja metali, przebijanie się przez powłoki lakierowe i tynki oraz inne). Na podstawie wyników powyższych badań określa się zakres i warunki stosowania danego preparatu.

Wprowadzane do drewna pewne ilości substancji chemicznych przedłużających jego trwałość biologiczną mogą być nie obojętne dla otoczenia. Wzrastające zużycie drewna stosowanego w budownictwie szkieletowym, urządzeniach ogrodowych, pla-

cach zabaw dla dzieci, w konstrukcjach inżynierskich (mosty, wiaty, podkłady kolejowe itp.) w konstrukcjach z drewna gięto - klejonego (duże obiekty sportowe, hale targowe, restauracje, stacje benzynowe) powoduje kumulację dużych ilości środków ochrony drewna zawartych w tych materiałach. Nasycone drewno, jest odporne na biodegradację przez kilkadziesiąt, a nawet sto kilkadziesiąt lat, a po wycofaniu go z eksploatacji może wciąż zawierać substancje toksyczne wprowadzone w procesie impregnacji. W przyszłości utylizacja odpadów drzewnych stanowić będzie poważny problem. Podczas przchowywania, spalenia, lub jakiegokolwiek innego sposobu likwidowania drewna uwolnione zostaną do otoczenia środki chemiczne wprowadzone niegdyś do tkanki drzewnej.

Kolejnym zagrożeniem dla środowiska jest proces impregnacji drewna w nasycalniach, w których podczas ociekania i sezonowania surowca drzewnego po procesie nasycenia do ścieków mogą dostawać się resztki środków ochrony drewna. Również nie bez znaczenia są awarie w nasycalniach, oraz uszkodzenia opakowań preparatów. Następnym źródłem oddziaływania środków ochrony drewna na środowisko naturalne może być sama eksploatacja impregnowanego drewna. Nasycone drewno znajdujące się w warunkach odkrytej przestrzeni i wystawione na oddziaływanie czynników atmosferycznych jest narażone na wypłukiwanie zeń preparatu do otaczającej gleby lub wody.

Troska o nasze zdrowie oraz o bezpieczeństwo środowiska skłania do wnikliwego analizowania wpływu środków ochrony drewna na ekosystem. Wśród różnorodnych aspektów oddziaływania środków ochrony drewna na środowisko dużą rolę odgrywa ich wpływ na roślinność. Zagadnienie to jest poznane dotychczas w niewielkim stopniu, a w literaturze światowej prace z tego zakresu zaczynają dopiero się pojawiać.

Przez pojęcie fitotoksyczności rozumie się toksyczne działanie środków chemicznych na rośliny, powodujące zmiany w tych organizmach. Działanie fitotoksyczne może objawiać się słabszym lub silniejszym uszkadzaniem liści, kwiatów, owoców, gałęzi, kory, systemu korzeniowego itp. Powstałe uszkodzenia prowadzą do różnorodnych zakłóceń fizjologicznych, takich jak zmiany w procesie transpiracji, fotosyntezy, transportu substancji odżywczych i innych. W rezultacie tych zakłóceń mogą wystąpić objawy zewnętrzne w postaci plam chlorotycznych i przebarwień, mogą obumierać części roślin, a w ostateczności zamierać całe rośliny (Borecki i in. 1965).

PRZEGLĄD BADAŃ

Antonovics, Bradshaw i Turner (1971) podają bogaty przegląd odporności roślin na działanie metali ciężkich. Autorzy dzielą mechanizmy tolerancji roślin na metale ciężkie na tolerancję „zewnętrzną" związaną z obecnością metali w środowisku, oraz „wewnętrzną" związaną ze zmianami metabolizmu roślin. Jak zauważają, na samo oddziaływanie metali ciężkich na roślinność ma wpływ nie tylko rodzaj metalu i jego stę-

żenie, ale również rodzaj i skład chemiczny gleby, warunki klimatyczne oraz mikroflora gleby.

Znajomość szkodliwego działania środków ochrony drewna na roślinność jest o wiele mniejsza niż w wypadku środków ochrony roślin. Podczas badania środków ochrony drewna kładziono zawsze główny nacisk na skuteczność preparatów i ich wpływ na organizmy stałocieplne, pomijając zagadnienie wpływu na roślinność. Istnieje niewielka liczba doniesień na temat oddziaływania środków ochrony drewna i nasyconych odpadów drzewnych na ekosystem, a w tej grupie można wyróżnić jeszcze skromniejszą liczbę publikacji bezpośrednio dotyczących oddziaływania na roślinność.

Pierwszym doniesieniem z początku wieku są wspomnienia Vespermann'a (1912), który dzieli się obserwacjami zaczerpniętymi z praktyki, cytując kilka przypadków szkodliwego oddziaływania na roślinność kostki brukowej zaimpregnowanej olejem kreozotowym.

Szkodliwe działanie środków ochrony drewna jest zależne od typu samego środka, ale również w znacznym stopniu od rodzaju kontaktu z rośliną. Zwykle najdrastyczniejsze objawy powoduje bezpośrednie oddziaływanie fungicydów na roślinność, na przykład podczas oprysku zielonych części roślin (Kryczyński i Bogusiewicz 1967, Mańka 1998).

Podczas obecności w glebie niewielkich ilości związków metali ciężkich ujawnia się ich stymulujące działanie na roślinność (Machlins 1941). Natomiast większym stężeniom w glebie tych substancji (np. związków cynku, arsenu, miedzi i boru) towarzyszy powstawanie nekroz, wzrost zawartości tych związków w roślinach i owocach, oraz obniżenie plonów (Machlins 1941, Purves i Mackenzie 1973).

Poważnym źródłem substancji toksycznych przedostających się do gleby są ścieki z przemysłowych nasycalni drewna zawierające duże ilości solnych oraz zemulgowanych oleistych środków ochrony drewna (Thompson i Dust 1971, 1972, Dust i Thompson 1972, 1973, Webb 1980). Kolejną przyczyną skażenia gleby są migracje impregnatów z nasyconego drewna do gleby podczas jego eksploatacji na otwartej przestrzeni. W wielu przypadkach zaobserwowano w drewnie duże ubytki zawartości poszczególnych składników impregnatu: np. związków miedzi sięgające 36% i arsenu 8,7% z drewna nasyconego środkiem CCA (związki chromu, miedzi i arsenu) (Wang i in. 1998), do 36% PCP (pentachlorofenol) z drewna nasyconego tym preparatem (Wang i in. 1998), a nawet ubytki sięgające do 100% miedzi i chromu, oraz do 20% fluoru z drewna zabezpieczonego preparatem typu CCF (związki miedzi, chromu i fluoru) (Melcher 1998). W roślinności rosnącej w sąsiedztwie nasyconego drewna notowano wzrost zawartości szkodliwych substancji takich jak chrom, miedź i arsen z środka CCA (Cooper, Jasonek i Aucoin 1995), oraz hamowanie wzrostu glonów na drewnie zabezpieczonym środkami chromu, miedzi i fluoru (Basilit CFK) (Wegen 1996). Jak się okazuje na migrację z drewna składników impregnatów mają wpływ chemiczne i fizyczne właściwości gleby: jej rodzaj i struktura, oraz skład (Wang i in. 1998). Nie bez znaczenia są też właściwości środka ochrony drewna, jego retencja oraz gatunek drewna i środowisko jego eksploatacji. Najistotniejszym czynnikiem po-

wodującym migrację impregnatów z drewna jest zakwaszenie gleby, głównie przez kwasy organiczne (Cooper i Ung 1995, Wang i in. 1998).

Szczegółową cyrkulację w glebie środków ochrony drewna wypłukanych ze słupów teletechnicznych badali w generatorze glebowym Sinclair i in. (1993). Autorzy wykazali ponad wszelką wątpliwość fakt wypłukiwania środka z drewna, zwiększenie jego zawartości w wodzie i glebie, oraz filtrację przez glebę i rozmieszczenie na różnych głębokościach.

Analizując wpływ poszczególnych środków ochrony drewna na roślinność zarysowuje się zależność ich oddziaływania od typu środka oraz od rodzaju kontaktu rośliny z danym środkiem. Każdy z impregnatów ma inną zdolność przenikania przez liście i łodygi, przedostawania się z gleby do korzeni i kiełkujących nasion, oraz migrowania z zaimpregnowanego drewna. Często jest to związane z rozpuszczalnością środka i jego wymywalnością z drewna.

Kontakt roślin z drewnem nasyconym środkiem CCA nie powoduje żadnych ujemnych zmian w roślinach, oraz nie wpływa na zwiększoną kumulację metali ciężkich w roślinie i owocach (Levi, Huisingh i Nesbitt 1974, Qvarnstrom 1982, Jin i Preston 1993a,b, Cooper i Ung 1995). Odmienne jest zdanie na temat obecności impregnowanego drewna w glebie. Co prawda nie zaobserwowano ujemnego wpływu środka CCA na wzrost roślin, a nawet w niektórych przypadkach stymulację wzrostu, jednak analizy chemiczne wykazały pewną kumulację składników środka CCA w łodygach zaś wysoką w korzeniach (Spier, August i Feltham 1992 oraz Spier i in. 1992). Obecność samego preparatu w glebie ma o wiele bardziej szkodliwe działanie na roślinność. Zaobserwowano, że małe stężenia stymulują kiełkowanie i wzrost roślin, zaś wyższe stężenia mają ujemny wpływ aż do zahamowania kiełkowania (Jin i Preston 1993a,b, 1994). W przypadku roślin dorosłych, przy małych stężeniach preparatu rosną one i plonują normalnie, przy wyższych pojawiają się chlorozy, a plony są niższe. Udało się ustalić, że obecność w glebie preparatu CCA w ilości 17000 ppm powoduje nekrozę roślin i hamuje kiełkowanie. Poniżej tej wartości rośliny mogą egzystować i owocować, dając plon skażony arsenem powyżej normy bezpieczeństwa tj. od 2,5 do 40 razy (Grant i Dobbs 1977).

Jedyne doniesienie na temat oddziaływania preparatu CCB (związki chromu, miedzi i boru) na florę wskazuje na dużą wrażliwość glonów, które mają kontakt z drewnem nasyconym tym preparatem (Van Eetvelde i in. 1998b).

W wypadku obecności w glebie niewielkich ilości związków boru obserwuje się stymulujący ich wpływ na wzrost roślin (Machlins 1941). Wraz ze wzrostem ilości związków boru w glebie odnotowywuje się wzrost zawartości boru w roślinach, obniżenie plonów oraz silny efekt fitotoksyczny w odniesieniu do niektórych roślin (Purves i Mackenzie 1973). Dodatek do ziemi ogrodniczej trocin drzewnych impregnowanych preparatami opartymi na związkach boru powoduje chlorozę i osłabienie wzrostu, jak również nekrozę. Pobierane z gleby związki boru głównie kumulują się w liściach i nieznacznie w korzeniach (Spier i in. 1992a,b). Bezpośrednie oddziaływanie związków boru (oprysk) powoduje pewne poparzenia i ubytki masy, podobnie jak kontakt roślin z zaimpregnowanym drewnem (Kundzewicz i Ważny 1990a,b).

Podczas bezpośredniej aplikacji - opryskiem fungicydów opartych na związkach miedzi obserwuje się silne działanie fitotoksyczne (Kryczyński i Bogusiewicz 1967, Mańka 1998). Zawartość w glebie związków miedzi prowadzi do wzrostu zawartości tego pierwiastka w rosnących na tym podłożu roślinach, a w szczególnych przypadkach do chloroz i nekroz (Purves i Mackenzie 1973). W większości wypadków kontakt roślinności z drewnem zaimpregnowanym środkami miedziowymi nie wywiera na nią ujemnego wpływu, choć w sporadycznych wypadkach obserwowano zahamowanie wzrostu korzeni stykających się z zaimpregnowanym drewnem (Qvarnstrom 1982), jak też negatywne reakcje glonów (Van Eetvelde 1998a).

Pomimo powszechności stosowania oleju kreozotowego i największego jego zużycia wśród preparatów ochrony drewna, obserwacje dotyczące fitotoksyczności tego środka są dość skromne. Używanie drewna nasyconego kreozotem uznane zostało za nieszkodliwe dla roślin w związku z faktem jego silnego związania z drewnem i braku możliwości migrowania z impregnowanych elementów (Webb 1980). Opinia ta musi pochodzić z obserwacji eksploatacji pojedynczych elementów drewnianych oddalonych od siebie, gdyż skoncentrowanie dużej ilości elementów (kostka brukowa) silnie przesyconych kreozotem może mieć działanie fitotoksyczne (Vespermann 1912).

Opinie panujące na temat działania fungicydów opartych na pochodnych fenoli są podzielone. Franco i Baonza (1989) donoszą o występowaniu poparzeń i nekroz spowodowanych bezpośrednim naniesieniem fenoli na rośliny, częściową niewydolnością systemu korzeniowego podczas aplikacji doglebowej, a także spadkami masy i poparzeniami powstałymi w miejscach kontaktu roślin z nasyconym drewnem. Inne doniesienia dowodzą braku pośredniego wpływu na roślinność pochodnych fenoli (ortofenylofenolanu potasu i ortofenylofenolu) podczas uprawy roślin na substracie glebowo - trocinowym skażonym tymi substancjami (Homan i Militz 1993).

Nieznaczne zahamowanie wzrostu korzeni stykających się z drewnem zaimpregnowanym preparatami w skład których wchodziły między innymi związki fluoru zaobserwował Qvarnstrom (1982). Podobne zjawisko w stosunku do glonów przytacza Wegen (1996).

Stosowanie NaPCP (pentachlorofenolan sodu) i PCP ma bardzo szkodliwy wpływ na roślinność. To szkodliwe działanie potwierdzone było niezależnie od rodzaju kontaktu środka z roślinnością: bezpośredni kontakt (przy oprysku) (Kundzewicz i Ważny 1990a,b), skażenie gleby dodatkiem trocin wprowadzonych do gleby (Homan i Militz 1993), jak również kontakt roślin rosnących w styczności z zabezpieczonym drewnem (Kundzewicz i Ważny 1990a,b) w każdym przypadku wywoływał nekrozy.

Bezpośrednie oddziaływanie czwartorzędowych związków amoniowych QAC może powodować nekrozy i mieć ujemny wpływ na przyrost masy roślin (Kundzewicz i Ważny 1990a,b). Kontakt roślin z drewnem nasyconym związkami amoniowymi raczej nie wywiera ujemnego wpływu na roślinność (Jin i Preston 1993a,b, 1994) choć może powodować chlorozy (Kundzewicz i Ważny 1990a,b). Skażenie gleby fungicydami tego typu w małych stężeniach wzmaga kiełkowanie nasion, ale wraz ze wzrostem stężenia obserwowany jest spadek siły kiełkowania. Również w wyższych stężeniach daje się zaobserwować hamowanie wzrostu dorosłych roślin, a w skrajnych

wypadkach ich nekrozę (Jin i Preston 1993a,b, 1994). Uprawa roślin, na podłożu glebowym z dodatkiem wiórów drzewnych zaimpregnowanych czwartorzędowymi związkami amoniowymi zasadniczo nie wpływa na wzrost roślin choć domieszki innych substancji do tych środków mogą powodować nekrozy (Homan i Militz 1993).

Jedynym doniesieniem dotyczącym środka TBTO (tlenku tributylocynowego) jest obserwacja powstrzymania wzrostu korzeni w kontakcie z drewnem zaimpregnowanym tym preparatem (Qvarnstrom 1982).

PROBLEMY METODYCZNE

W dotychczasowych badaniach w zakresie fitotoksyczności środków ochrony drewna brak było jednolitej koncepcji metody oceny tej właściwości, umożliwiającej porównanie różnych preparatów.

Z bogatej listy roślin stosowanych w omawianych pracach jako biowskaźniki najczęściej używane były: pomidor (6-cio krotnie), ogórek (5-cio krotnie), trawy (4-ro krotnie), gorczyca (3 krotnie) i burak (2-u krotnie); ponadto pojawiają się pojedynczo: sosna, ziemniak, melon, marchew, fasola, sałata, winorośl, róża, tulipan i rogoża.

Środkami najczęściej badanymi były: 6-cio krotnie CCA, 3-krotnie QAC, 3-krotnie ACQ (amoniakalne miedziowe związki czwartorzędowe), 3-krotnie związki organiczne (mieszanina fenoli i naftalenu), dwukrotnie B (związki boru), oraz dwukrotnie NaPCP. Ponadto w badaniach pojawiły się jednokrotnie: FCAP (fluor, chrom, arsen, dinitrofenol), CCP (chrom, miedź, fosfor), CCF, związki miedzi, TBTO + QAC, naftenian miedzi, naftenian żelazowy, naftenian cynkowy, TBTN (naftenian tributylocynowy), imid kwasu ftalowego, pochodne tiocjanianów, ortofenylofenolan potasu, ortofenylofenol.

Podczas badań posługiwano się różnymi metodami aplikacji środków, najczęściej był to kontakt z zaimpregnowanym drewnem, w 4 przypadkach kontakt części naziemnych (łodyg i liści) i w 3 kontakt z korzeniami, ponadto 2 razy zastosowano dodatek nasyconych wiórów drzewnych do gleby. Stosowano również bezpośrednie metody aplikacji: 4 razy podlanie fungicydem substratu glebowego, 3-krotnie zastosowanie metody oprysku roślin, 2 razy oddziaływanie emisji gazowych oraz 2 krotnie skażenie substratu bibułowego i 1 raz naniesienie przez malowanie.

Autorzy, w celu oceny zmian wywoływanych działaniem fungicydów na roślinność wskaźnikową posługiwali się oceną zdolności kiełkowania, kryterium nekrozy kiełków i nekrozy dojrzałych roślin; kryterium wzrostu roślin - długości łodygi; pomiarem świeżej i suchej masy, plonowaniem (w tym masą plonów) oraz ujawnianiem ilości szkodliwych związków akumulowanych przez różne części roślin (korzenie, łodygi, owoce, bulwy).

W świetle dostępnej literatury brak jest dotychczas jednolitej metodyki badania fitotoksyczności fungicydów stosowanych w ochronie drewna (Witomski 1998). Większość badań przeprowadzona była na doraźne potrzeby konkretnych zastosowań, w in-

nych natomiast wykorzystano przypadkowo dobrane rośliny, preparaty i metody oceny. Ze względu na coraz szerszy kontakt drewna impregnowanego z środowiskiem przyrodniczym wydaje się niezbędne opracowanie metodyki umożliwiającej ocenę wpływu środków ochrony drewna na roślinność.

Praca wpłynęła do Redakcji w czerwcu 2000

LITERATURA

Antonovics J., Bradshaw A.D., Turner R.G. (1971): Heavy metal tolerance in plants. Adv. Ecol. Res. 1971 (7): 1-85.

Borecki Z., Czerwińska E., Eckstein Z., Kowalik R. (1965):Chemiczne środki grzybobójcze (Fungicydy). Fitotoksyczność. PWRiL Warszawa: 241-244.

Cooper P.A., Jasonek E., Aucoin J.P. (1995): Plant uptake of CCA components from contaminated soil . The International Reseach Group of Wood Preservation. Doc.No IRG/WP 95-50043: 1-6.

Cooper P.A., Ung Y.T. (1995): Effect of vegetable compost on leaching of CCA components from treated wood - an update. The International Research Group on Wood Preservation. Doc. IRG/WP 95-50048: 1-7.

Dust J.V., Thompson W.S. (1972): Pollution control in the wood-preserving industry. Part III. Chemical and physical methods of treating wastewater. For. Prod. J. 22 (12): 25-30.

Dust J.V., Thompson W.S. (1973): Pollution control in the wood-preserving industry. Part IV. Biological methods of treating wastewater. For. Prod. J. 23 (9): 59-66.

Franco D., Baonza M.V. (1989): Phytotoxic effects of preservative treated props for agricultural use. The International Reseach Group of Wood Preservation. Doc.No IRG/WP 3550: 1-16.

Grant C., Dobbs A.J. (1977): The growth and metal content of plants grown in soil contaminated by copper/chrome/arsenic wood preservative. Environ. Pollut. 1977 (14): 213-226.

Homan W.J., Militz H. (1993): The use of preservative containing waste wood as substrate for growing greenhouse crops. The International Reseach Group of Wood Preservation. Doc.No IRG/WP 93-50011: 1-10.

Jin L., Preston A. (1993a): Phytotoxicity effects of two wood preservatives, CCA and ACQ. I. Literature review and results of laboratory test. Proc. AWPA 1993: 221-228.

Jin L., Preston A. (1993b): Phytotoxicity effects of two wood preservatives, CCA and ACQ. II. The effect on seed germination with preservative contaminated soil. Proc. CWPA 1993 (14): 217-223.

Jin L., Preston A.F. (1994): Effect of test methodology on seed germination using filter paper and soil as subtrates. The International Research Group on Wood Preservation. Doc. IRG/WP 94-50029: 1-10.

Kryczyński S., Bogusiewicz M. (1967): Wstępne badania laboratoryjna nad fitotoksycznością ważniejszych fungicydów. Zeszyty Naukowe SGGW - Ogrodnictwo 4: 191-312.

Kundzewicz A., Ważny J. (1990a): Determination methods of phytotoxic effect of wood preservatives. The International Research Group on Wood Preservation. Doc. IRG/WP 2349: 1-9.

Kundzewicz A., Ważny J. (1990b): Badania fitotoksyczności środków ochrony drewna. XV Sympozjum Ochrony Drewna. Wydawnictwa SGGW Warszawa: 5-11.

Levi M.P., Huisingh D., Nesbitt W.B. (1974): Uptake by grape plants of preservative from pressure-treated posts not detected. For. Prod. J. 14 (9): 97-98.

Machlis L. (1941): Accumulation of arsenic in the shoots of sudan grass and bush bean. Pl. Physiol.16: 521-544.

Mańka K. (1998): Fitopatologia leśna. PWRiL Warszawa: 112.

Melcher E. (1998): Leaching of components from CCF treated timber in ground contact. The International Research Group on Wood Preservation. Doc. IRG/WP 98-50108: 1-9.

Purves D., Mackenzie J. E. (1973): Effects of applications of municipal compost on uptake of copper, zinc and boron by garden vegetables. Plant and Soil 39: 361-373.

Qvarnstrom K. (1982): Investigation on phytotoxic effects of wood preservatives. Reports of Swedish Wood Preservation Institute 140: 1-50.

Sinclair D.C.R., Smith G.M., Bruce A., Staines H.J. (1993): Initial results and observations of a model system to assess the efficacy and environmental impact of preservative treated wood. Wood Preservation. 2nd International symposium. Cannes - Mandelieu, France: 39-57.

Spier T.W., August J.A., Feltham C.W. (1992): Assesment of the feasibility of using CCA (coper, chromium and arsenic) - treated and boric acid - treated sawdust as soil amendments. I Plant growth and element uptake. Plant and Soil 142: 235-248.

Spier T.W., Ross D.J., Feltham C.W., Orchard V.A., Yeates G.W. (1992): Assesment of the feasibility of using CCA (coper, chromium and arsenic) - treated and boric acid - treated sawdust as soil amendments. II Soil biochemical and biological properties. Plant and Soil, 142: 249-259.

Thompson W.S., Dust J.V. (1971): Pollution control in the wood-preserving industry. Part I. Nature and scope of the problem. For. Prod. J. 21 (9): 70-75.

Thompson W.S., Dust J.V. (1972): Pollution control in the wood-preserving industry. Part II. In-plant process changes and sanitation. For. Prod. J. 22 (7): 42-47.

Van Eetvelde G., De Geyter S., Marchal P., Stevens M. (1998a): Aquatic toxicity research of structural materials. The International Research Group on Wood Preservation. Doc. IRG/WP 98-50114: 1-10.

Van Eetvelde G., Stevens M., Mahieu F., Wegen H.W., Platen A. (1998b): An appraisal of methods for enviromental testing of leachates from salt-treated wood. Part 1. The International Research Group on Wood Preservation. Doc. IRG/WP 98-50115: 1-12.

Vespermann H. (1912): ber die Verwendung des Holzes zu Pflasterzwecken in den Grossstdten Europas und Australiens. Leipzig. Verlag Wilhelm Engelmann: 80.

Wang J.H., Nicholas D.D., Sites L.S., Pettry D.E. (1998): Effect of soil chemistry and physical properties on wood preservative leaching. The International Research Group on Wood Preservation. Doc. IRG/WP 98-50111: 1-12.

Webb D.A. (1980): Creosote, its biodegradation and environmental effects. Proc. AWPA: 65-69.

Wegen H.W. (1996): Practicability of bioassays in enviromental risks in wood protection. The International Research Group on Wood Preservation. Doc. IRG/WP 96-50071: 1-12.

Witomski P. (1998): Rośliny biowskaźnikowe do badań fitotoksyczności środków ochrony drewna. XIX Sympozjum Ochrony Drewna. Wydawnictwa SGGW Warszawa: 37-45.

INFLUENCE OF WOOD PRESERVATIVES ON PLANTS.
Part I. State of art

Summary

In present study were tested fitotoxic effect of wood preservatives. In part I the literature review of fitotoxicity of wood preservative were presented. The modern opinion were presented, toxic impact of preservatives were appreciate, and all used experimental methods were listed.

Adres autora:
dr inż. Piotr Witomski
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Katedra Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna
Zakład Ochrony Drewna
02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30
POLAND