

## CHEMICZNE METODY ZWALCZANIA CHOROÓB ROŚLIN A ŚRODOWISKO

*Zbigniew Borecki*

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego - Akademia Rolnicza w Warszawie

Chemiczne metody ochrony roślin przed chorobami odgrywają bardzo dużą rolę w warunkach wysoko rozwiniętego, lub szybko rozwijającego się rolnictwa. Rola ta wynika z doraźnej skuteczności oraz wysokich wskaźników ekonomicznej efektywności i jest szczególnie duża w najbardziej intensywnych dziedzinach rolnictwa, takich jak ogrodnictwo i uprawa roślin przemysłowych.

Metody chemiczne mają licznych przeciwników. Jednym z głównych zarzutów wysuwanych przeciwko tym metodom jest ich ujemny wpływ na środowisko. Po dokładnej analizie materiałów dotyczących wpływu zabiegów chemicznych na środowisko znajdujemy jednak niewiele przykładów obciążających pestycydy, a zwłaszcza fungicydy. Stawianie pestycydów jako czynnika zagrażającego środowisku obok odpadów przemysłowych daje wypaczony obraz rzeczywistego niebezpieczeństwa. W krajach uprzemysłowionych, a zarazem zużywających największe ilości środków ochrony roślin dzienna emisja odpadów równa się rocznemu zużyciu pestycydów, w przeliczeniu na składnik czynny.

Podjmując temat wpływu chemicznych metod walki z chorobami na środowisko należy podkreślić dotychczasowe osiągnięcia nauki polskiej w tej dziedzinie. Osiągnięcia te znalazły odbicie w wypowiedziach na konferencjach organizowanych w latach 1963 i 1964. Szczególnie dużą rolę odegrało sympozjum w listopadzie 1963 r. w Lublinie na temat „Chemiczne środki ochrony roślin a biocenoza gleby”, a następnie w kwietniu 1964 r. konferencja na temat „Wpływ chemicznych zabiegów ochrony roślin na środowisko” zorganizowana przez Komitet Ochrony Roślin PAN i Komitet Ekologiczny PAN. Krótkie nawiązanie do wniosków z tych konferencji może stanowić punkt wyjścia dla obecnych rozważań.

Przede wszystkim należy podkreślić, że rola fungicydów jako substancji chemicznych wywierających ujemny wpływ na środowisko jest znikoma w porównaniu z rolą zoocydów i herbicydów. Znalazło to wyraz

w programie konferencji kwietniowej, na której tylko 4 referaty (na 42) dotyczyły zagadnień związanych z chemicznymi metodami walki z chorobami roślin. Po 11 latach jakie minęły od konferencji kwietniowej patrzemy spokojnie na stosowanie pestycydów w rolnictwie. Prowadzone w tym czasie badania umożliwiły wyjaśnienie wielu zagadnień i dokładniejszą klasyfikację czynników rzeczywiście zagrażających środowisku. Postawiona wówczas teza, że przyczyn powstawania choroby należy doszukiwać się nie tylko w samych organizacjach atakujących, ale przede wszystkim w środowisku, które ten chorobotwórczy organizm zrodziło, brzmi dziś jak hasło predyspozycjonistów z początku bieżącego stulecia. Organizując produkcję rolną z reguły zmieniamy warunki środowiska w kierunku sprzyjającym masowemu pojawianiu się patogenów. Jest to jedno z praw epifitologii wynikające z mechanizmu doboru gospodarza przez organizm pasożytniczy. Aby skutecznie zapobiec ujemnym skutkom organizowania produkcji rolnej należałoby zmienić układ zależności między gospodarzem i patogenem na korzyść gospodarza, który byłby zdolny do skutecznego przeciwstawienia się sprawcy choroby. W praktyce oznacza to upowszechnienie uprawy odmian odpornych na choroby.

Osiągnięcia hodowli odpornościowej w ostatnich 10 latach są ogromne. Umożliwiły one rozwiązanie wielu trudnych problemów w rolnictwie i pozwoliły na lepsze poznanie stosunków między gospodarzem i patogenem, a zwłaszcza na docenienie roli zmienności patogenów oraz ich zdolności do przełamania odporności. W rezultacie dorobek ten doprowadził do zmiany naszego stosunku do różnych metod ochrony roślin przed chorobami. Zaniechano konfrontacji tych metod, a zwłaszcza uznawania metod chemicznych za zło konieczne. Przykładem zmian jakie zaszły w ostatnim dziesięcioleciu jest nasz stosunek do selektywności fungicydów. W rezolucji konferencji w kwietniu 1964 r. znalazł się postulat o zwiększeniu produkcji selektywnych pestycydów. Dziś wiemy, że nadmierna selektywność fungicydów prowadzi do szybkiego uodporniania się patogenów i do zakłóceń w równowadze mikrobiologicznej w środowisku.

#### CHARAKTERYSTYKA CHEMICZNYCH METOD ZWALCZANIA CHOROÓB ROŚLIN W POLSCE

Wskaźniki średniego zużycia fungicydów w Polsce stawiają nas w rzędzie krajów znajdujących się w początkowym etapie rozwoju chemicznych metod ochrony roślin. Świadczą o tym zarówno proporcje między ilościami zużywanych zoocydów, herbicydów oraz fungicydów, jak i przeciętnej ilości substancji grzybobójczych zużywanych na jednostkę powierzchni upraw. Na 12 tys. ton pestycydów, w przeliczeniu na składnik czynny, prawie połowę stanowią herbicydy, około 35% zoocydy i zaled-

wie 17% fungicydy. Przeciętne zużycie pestycydów na 1 ha wynosi obecnie w Polsce 0,8 kg, w tym fungicydów 130 g. Należy jednak podkreślić, że w zużyciu tym występuje ogromne zróżnicowanie w poszczególnych dziedzinach rolnictwa. Najwięcej fungicydów zużywa się w sadach. W jabłoniowych sadach towarowych, zajmujących w Polsce powierzchnię około 60 tys. ha, zużywa się przeciętnie rocznie 8,12 kg składników czynnych fungicydów na 1 ha. Na powierzchni pozostałych 140 tys. ha zużycie to jest kilkakrotnie mniejsze. Znacznie mniej fungicydów stosujemy w ochronie warzyw i roślin okopowych. Obok sadów największe ilości preparatów grzybobójczych zużywa się w chmielnikach, zajmujących powierzchnię około 2,5 tys. ha i opryskiwanych 8-12 razy w sezonie. Na podstawie tych liczb można przyjąć zasadę, że największe zagrożenie środowiska istnieje w sadach i w chmielnikach. W praktyce jednak ujemne skutki tak intensywnej chemizacji nie stanowią problemu, który mógłby być rozpatrywany w aspekcie zagrożenia środowiska.

Jedną z przyczyn tego korzystnego stanu rzeczy jest szeroki asortyment fungicydów stosowanych w Polsce. W asortymencie tym około 30% stanowią zapobiegawcze środki tiokarbaminowe, a obok nich fungicydy systemiczne i organiczne związki rtęci stosowane jako zaprawy nasienne. Program rozwoju chemicznych metod ochrony roślin w Polsce zakłada eliminację związków rtęci, które stopniowo będą zastępowane nowoczesnymi zaprawami o działaniu systemicznym.

## WPLYW FUNGICYDÓW NA CZYNNIKI CHOROBOTWÓRCZE ROŚLIN

### STOPIEŃ GRZYBOTOKSYCZNOŚCI

Problem wpływu fungicydów na środowisko może być rozpatrywany w dwojaki sposób. Poczynając od ujęcia najbardziej ogólnego, tj. od wpływu na agrocenozy, dochodzimy do wpływu na chronioną roślinę, rozwijającą się na niej mikroflorę i wreszcie do wpływu na czynnik chorobotwórczy. Ten sam problem można rozpatrywać w odwrotnej kolejności, przy czym to drugie ujęcie wydaje się ze względów praktycznych bardziej celowe.

Spośród zagadnień związanych z działaniem fungicydów na grzyby-patogeny roślin, na pierwszym miejscu należy postawić stopień grzybotoksyczności oraz mechanizm działania grzybotoksycznego. Jak wiadomo im większa jest toksyczność preparatu tym mniejsze jego dawki pozwalają na skuteczne opanowanie choroby. Jak wielką rolę odgrywa ten czynnik świadczy porównanie dawek różnych fungicydów stosowanych w jednym zabiegu w sadach. Fungicydy te reprezentują kolejne etapy rozwoju chemicznych metod ochrony sadów: Siarka — 6000 g substancji

aktywnej na 1 ha, Tiuram — 3000, Kaptan — 1500, Dodyna — 1000, Benomyl — 700 i pochodne pirymidyny 100-300 g.

Przed szczegółową analizą wpływu środka grzybobójczego na środowisko można przyjąć, że im mniejsza dawka, tym mniej szkodliwe uboczne działanie preparatu. Należy przy tym podkreślić, że tak znaczne zmniejszenie dawek stało się możliwe nie dzięki ogólnie pojętej zwiększonej toksyczności, lecz dzięki specyficznej grzybotoksyczności. W ten sposób został spełniony jeden z warunków postępu chemicznych metod ochrony roślin odnoszących się do selektywności pestycydów. Selektywność ta wynika z odmiennego mechanizmu działania nowoczesnych środków grzybobójczych. Jeśli fungicydy tradycyjne, siarkowe, miedziowe, rtęciowe, tiokarbaminowe i inne organiczne związki siarki wpływają przede wszystkim na procesy energetyczne, to selektywne fungicydy systemiczne zakłócają procesy biosyntezy, zwłaszcza biosyntezy białek i kwasów nukleinowych oraz procesy związane z podziałem komórek.

#### UODPORNIANIE SIĘ GRZYBÓW NA FUNGICYDY SYSTEMICZNE

Wysoki stopień grzybotoksyczności stosowanych obecnie fungicydów systemicznych byłby ich wielką zaletą, gdyby cecha ta była trwała. Niestety, grzyby patogeniczne szybko uodpornaiają się na działanie związków benzimidazolowych, pirymidynowych i anilidowych. Najwięcej przypadków odporności znamy w pierwszej grupie, do której należy benomyl, MBC i tiofanat. Uodpornianie się grzybów na fungicydy ma ścisły związek z ich selektywnością.

Genetyczne i fizjologiczne mechanizmy powstawania odporności nie zostały dotychczas w pełni wyjaśnione, ale na podstawie dotychczasowych badań można postawić kilka hipotez. Uodpornianie grzybów na fungicydy jest przejawem zdolności adaptacyjnych żywych organizmów. Grzyb-patogen w kontakcie z fungicydem przystosowuje się do nowych warunków; jest to fragment ewolucji patogenicznego mikroorganizmu, u którego zmiany ewolucyjne przebiegają w innej skali czasu niż ma to miejsce u organizmów wyższych. Teoretyczne zagadnienia związane z odpornością grzybów na fungicydy rozwinął w ostatnich latach zespół badaczy holenderskich pod kierunkiem Dekkera [4, 5]. Opierając się na wynikach Bartellsa i MacNeila zwrócił on uwagę na częstotliwość mutacji u grzybów. Grzyb *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* poddany naświetlaniu UV wytwarzał jedno konidium na 500 tys., odporne na benomyl. Bez działania czynników mutagennych odporność ta pojawiała się w jednym na 90 milionów przypadków. Biorąc pod uwagę masowość zarodnika grzybów można uznać, że mutacje prowadzące do odporności są powszechne, zwłaszcza jeśli jest to odporność monogenowa. Związek selektywności

fungicydów z uodpornianiem się grzybów polega na specyficzności działania toksycznego środków systemicznych.

Zamiast na kompleks enzymów czynnych w procesach metabolicznych benomyl działa na jeden enzym lub na kilka enzymów, których funkcjonowanie uwarunkowane jest działaniem jednego lub kilku genów. Aby grzyb uodpornił się na fungicyd tradycyjny zmiany mutacyjne muszą nastąpić w większym kompleksie genów. Z rozważań teoretycznych wynika, że przy mutacji jednego genu, prowadzącej do odporności, szansa tej odporności pojawia się na 1:60<sup>6</sup> przypadków; przy mutacji dwóch genów 1:10<sup>12</sup>, a przy mutacji trzech genów 1:10<sup>18</sup> przypadków. Dekker porównuje wrażliwość na selektywny fungicyd systemiczny z tzw. pionową odpornością rośliny na choroby, monogenową i łatwą do przełamania.

Problem uodporniania się grzybów na fungicydy systemiczne może być doraźnie rozwiązany na drodze rotacji fungicydów w programach chemicznej ochrony roślin lub przez stosowanie wielkoskładnikowych form użytkowych, w których różne substancje czynne posiadałyby różne mechanizmy działania grzybobójczego. W dalszej perspektywie warto zwrócić uwagę na związki, które nie wykazując właściwości grzybobójczych *in vitro* wywołują powstawanie w tkankach roślin substancji nadających im odporność na porażenie. Presja selekcyjna takich substancji na populację patogena byłaby nieporównywalnie mniejsza.

#### WPLYW FUNGICYDÓW NA POPULACJĘ PATOGENA

Jednym z ważniejszych zagadnień w zakresie skutków nadmiernej selektywności fungicydów szeroko dyskutowanym na konferencji EPPO w Paryżu w 1972 r. było zakłócenie równowagi mikrobiologicznej w środowisku i związane z tym szkodliwe zmiany w populacji patogena. Pojęcie równowagi mikrobiologicznej dotyczy między innymi układu stosunków między gatunkami patogenicznymi oraz zespołem bakterii, promieniowców i grzybów o złożonym działaniu na organiczny czynnik chorobotwórczy. W działaniu tym występują zarówno elementy wpływu inhibicyjnego, jak i stymulacyjnego. To wzajemne oddziaływanie na siebie mikroorganizmów ma miejsce zarówno na roślinach wyższych, jak i w ich bezpośrednim sąsiedztwie. Spośród licznych mikroorganizmów żyjących na roślinie uprawnej lub w jej otoczeniu tylko bardzo nieliczne są patogenami. Fungicyd o szerokim spektrum działania w stopniu mniej lub więcej równomiernym obniży populację grzybów, w tym bardzo licznych saprofitów i bardzo nielicznych pasożytów. Fungicyd selektywny może wyeliminować ze środowiska gatunki mikroorganizmów antagonicznych w stosunku do patogenów. W ten właśnie sposób należy tłu-

maczyć zjawisko masowego pojawiania się grzyba *Rhizoctonia solani* na zbożach po użyciu benomylu, lub innych fungicydów benzimidazolowych, przeciwko zgorzeli podstawy źdźbła zbóż. Zjawisko to opisał w roku 1970 Bollen [1], a w latach 1970-1972 Jenkyn [13]. Stymulacyjny wpływ fungicydów na grzyby patogeniczne może także polegać na ograniczeniu aktywności antybiotycznej mikroflory. Zjawisko to obserwowano w przypadku gatunków grzybów z rodzajów *Penicillium* i *Trichoderma*.

Poza wspomnianym przypadkiem stymulacji rozwoju *R. solani* przez benomyl obserwowano podobne zjawiska z patogenami z rodzajów *Alternaria* na goździkach w szklarni, *Pythium* na roślinach cebulkowych, *Stemphylium* na licznych roślinach zielnych oraz *Curvularia*.

Opisane zjawiska odnoszą się przede wszystkim do środowiska glebowego, gdzie rozwija się najbogatsza mikroflora i gdzie oddziaływanie inhibicyjne i stymulacyjne tworzy najbardziej złożone układy współzycia mikroorganizmów. Na powierzchni nadziemnych części roślin stany te nie są tak trwałe. Rozwój populacji mikroorganizmów na tych organach zależy przede wszystkim od przebiegu warunków atmosferycznych podlegających znacznym wahaniom. Wszystkie fungicydy powodują spadek liczby mikroorganizmów na powierzchni liści opryskanych roślin. Niektóre z nich, jak np. kaptafol, oprócz silnego działania grzybostatycznego wykazują działanie bakteriostatyczne; podobnie działają związki miedzi i rtęci. Benzimidazolowe fungicydy systemiczne powodują przede wszystkim znaczny spadek liczby drożdżaków, jednak populacje tych grzybów odradzają się bardzo szybko.

#### WPLYW FUNGICYDÓW NA CHRONIONĄ ROŚLINĘ

Poglądy na wpływ fungicydów na chronione rośliny ulegały zmianom w miarę jak zmieniał się asortyment środków grzybobójczych. Najlepszych przykładów tych zmian dostarcza nam historia chemicznych metod ochrony drzew i krzewów owocowych. Pierwsze fungicydy siarkowe i miedziane były wprawdzie skuteczne lecz zarazem silnie fitotoksyczne. Środki tiokarbaminowe, które pojawiły się w latach czterdziestych, nie powodowały wprawdzie nekroz liści, lecz działały hamująco na wzrost i intensywność fotosyntezy [15]. Stosowany od lat pięćdziesiątych kaptan nie tylko nie wywierał ujemnego wpływu, ale stymulował wzrost pędów i liści jabłoni, powodował wzrost zawartości chlorofilu w liściach i związków antocyjanowych w skórce owocu, stymulował wzrost owoców i zwiększał intensywność fotosyntezy. Fungicydy systemiczne wprowadzone ostatnio do ochrony sadów wywierają złożony wpływ na chronione rośliny. Wpływ ten bywa czasem szkodliwy, jak np. w przypadku pochodnych anilidu użytych przeciwko rdzy wejmutkowo-porzeczkowej,

jak i korzystny w przypadku metylotiofanatu działającego stymulacyjnie na wzrost pędów malin. Fungicydy benzimidazolowe użyte przeciwko grzybom rakowym i zgorzelowym drzew owocowych wyraźnie stymulują proces tworzenia się tkanki zablizniającej.

Wśród zagadnień związanych z wpływem fungicydów na tkanki chronionych roślin na szczególną uwagę zasługuje wykryte ostatnio zjawisko stymulacji przez benomyl tworzenia się fitoaleksyny, hydroksyfazeoliny w liściach fasoli. Być może jest to zapowiedź nowego kierunku w rozwoju chemicznych metod zwalczania chorób roślin, zbliżających te metody do naturalnej odporności roślin uprawnych na choroby grzybowe.

### WPLYW FUNGICYDÓW NA ŚRODOWISKO GLEBOWE

Gleba i wody z niej spływające są naturalnymi zbiornikami wszelkich produktów zanieczyszczających środowisko, w tym także pestycydów. Śledząc przemiany fungicydów w tych zbiornikach stwierdzamy, że ilości docierających tam fungicydów są wręcz znikome, często trudne do wykrycia metodami analitycznymi. Ustalono, że zasięg przenikania benomyłu i produktów jego rozpadu do gleby jest niewielki i nie przekracza 10 cm. Trwałość tych związków jest jednak dość duża; po zastosowaniu dawki benomyłu 150-250 kg/ha przeciwko *Phialophora cinerescens* jeszcze po 10 miesiącach obserwowano działanie fungistatyczne gleby.

Ogromną rolę w inaktywacji związków grzybobójczych w glebie odgrywa mikroflora. Jeśli w glebie niesterylnej po 52 dniach znajdowano 50% początkowej dawki preparatu, to w glebie wysterylizowanej ilość ta wynosiła aż 80%. O roli mikroflory świadczy także żyzność gleby. Helweg [11] stwierdził, że w glebie próchnicznej pozostawało po 6 miesiącach 10% benomyłu lub MBC, podczas gdy w glebie piaszczystej aż 75%.

Porównując bardzo dużą aktywność działania grzybobójczego benomyłu *in vitro* z efektami jego działania na mikroorganizmy glebowe stwierdzamy ogromną rolę mikroflory w inaktywacji preparatu. Zachodzi przy tym ciekawe zjawisko kumulacji znacznych ilości MBC w komórkach grzybów glebowych, np. z rodzaju *Penicillium*. W rezultacie wykrywając w glebie duże ilości MBC metodami analitycznymi nie obserwujemy już biologicznych skutków działania tego związku. To ciekawe zjawisko obserwacji Peeples [17] i Hofer [12]. Należy jednak podkreślić, że zależnie od rodzaju gleby i składu występującej w niej mikroflory, różni autorzy uzyskiwali różne wyniki. Siegel [18] stwierdził aż 2-3-krotną redukcję populacji grzybów i promieniowców po użyciu bardzo dużych dawek benomyłu. Hofer [12] stwierdził, że benomyl i MBC nie wywierają większego wpływu na podstawowe procesy biochemiczne zachodzące

w glebie. Przy dawkach wystarczających dla opanowania patogenów nie obserwowano zmian w intensywności nitryfikacji i procesów oksydacyjnych.

Na dużą uwagę zasługują niepublikowane dotychczas wyniki badań Ostrowskiej z Akademii Rolniczej w Szczecinie, która obserwowała zmiany w składzie mikroflory glebowej pod wpływem MBC [16]. Stwierdziła ona, że wszystkie grzyby izolowane z próbek kontrolnych rozwijały się w glebie z dawką do 2 000 ppm BMC. Warto przypomnieć, że w badaniach *in vitro* wartość  $ED_{50} = 100$  ppm oznacza brak skutecznego działania grzybobójczego. Niektóre gatunki, np. z rodzaju *Botrytis* i *Penicillium* reagują już na dawki poniżej 1 ppm. Po dawce 3 i 5 tysięcy ppm rozwijały się rodzaje *Mucor*, *Penicillium* i *Trichoderma*, a po dawce 10 000 ppm tylko pojedyncze gatunki z *Mucoraceae*.

#### WPLYW FUNGICYDÓW NA INNE ORGANIZMY

Większość tradycyjnych fungicydów, użytych w dawkach niezbędnych do opanowania rozwoju patogena, nie wywiera istotnego wpływu na faunę glebową. Natomiast niektóre fungicydy systemiczne, np. benomyl okazały się bardzo silnie toksyczne w stosunku do niektórych gatunków nicieni oraz dżdżownic. Stringer i Wright [19] stwierdzili, że stosowanie benomyłu w sadzie prowadzi do spadku populacji dżdżownic, a gatunek *Lumbricus terrestris* ginie całkowicie po dwóch, lub trzech sezonach. Związki te wykazały zarówno działanie repelentne, jak i toksyczne. Przy dawce 1,75 mg/cm<sup>2</sup> dżdżownice nie jadły liści. Po dawce 7,75 kg na 1 ha sadu ginęły wszystkie dżdżownice. Toksyczne działanie benomyłu i MBC przypisuje się aktywności antycholinesterazy.

Owady i pajęczaki wykazują dużą odporność na działanie większości fungicydów, chociaż niektóre z tych związków np. siarki, działają ujemnie na rozwój pajęczaków. Dotychczas nie obserwowano ujemnego wpływu fungicydów na rozwój ślimaków, ptaków i drobnych ssaków, po zastosowaniu dawek przyjętych w zabiegach ochrony roślin.

#### LITERATURA

1. Bollen G. J.: 1971, *Gewasbescherming*, 2, 150.
2. Borecki Z.: 1975, *Biul. IOR*, 59, 31-38.
3. Davidse L. C.: 1973, *Pest. Biochem. Physiol.*, 3, 317-325.
4. Dekker J.: 1972, *Systemic Fungicides*. Chapter 8. Ed. R. W. Marsh. Longmans, London.
5. Dekker J.: *EPPO Conf. Prosp. and Probl. of Systemic Fungicides*, 10, 47-57, 1973.



6. Donald C. E.: 1970, Plant Prot. Bull. FAO. 18, 4, 73-82.
7. Frahm J.: 1973, Z. Pfl. Krankh. Pfl. Schutz., 80, 431-446.
8. Fuchs A., Fernandes D. L., de Vries F. W.; 1974, Neth. J. Pl. Path., 80, 7-18.
9. Grossmann F.: 1974, Z. Pfl. Krankh. Pfl. Schutz., 81, 670-678.
10. Hastie A. C., Georgopoulos G. G.: 1971, J. Gen. Microbiol., 67, 371-373.
11. Helweg A.: 1973, Tidsskrift for Planteavl., 77, 375-384.
12. Hofer J., Beck Th., Wallnöfer P.: 1971, Z. Pf. Krankh. Pfl. Schutz., 78, 398-405.
13. Jenkyn J. F., Prew R. D.: 1973, Ann. Appl. Biol., 75, 24-252.
14. Kerk G. J. M. van der: 1971, Proc. 6th, Brit. Insect. Fungic. Conf., 1971, 791-802.
15. Nowacka H.: 1969, Skuteczność podstawowych fungicydów organicznych w zwalczaniu grzyba *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderh. oraz ich wpływ na niektóre cechy morfologiczno-biologiczne jabłoni. Praca doktorska I. S. 1969.
16. Ostrowska K.: 1975, Sprawozdanie z badań nad wpływem fungicydu MBC na grzyby glebowe. Sprawozdanie SGGW-AR.
17. Peeples J. L.: 1974, Phytopathology, 64, 875-880.
18. Siegel M. R.: 1975, Phytopathology, 65, 219-220.
19. Stringer A., Wrigt M. A.: 1973, Pestic. Sci., 4, 165-170.

Збигнев Борецки

## ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С БОЛЕЗНЯМ РАСТЕНИЙ И ОХРАНА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

### Резюме

Химические методы защиты растений от болезней играют очень важную роль в условиях высоко развитого сельского хозяйства. Возражения выдвигаемые против этих методов в связи с широко проводимой кампанией охраны природной среды не находят подтверждения в результатах точных исследований. В садоводстве и защите технических культур, в первую очередь хмелевых плантаций, потребление фунгицидов на 1 гектар превышает в Польше 60-кратно их среднее потребление на 1 гектар во всем сельском хозяйстве. В этих культурах не установлено до сих пор какого-либо вредного влияния фунгицидов на природную среду.

К важным проблемам связанным с применением фунгицидов принадлежат изучение их влияния на грибы-патогены растений, от которого зависит эффективность химических фунгицидных препаратов. Это последнее является последствием чрезмерной селективности новых системных фунгицидов, оказывающих сильное селективное давление на популяцию патогенов.

Новые фунгициды характеризуются отсутствием вредного влияния на рост защищаемых культурных растений — наоборот, многие среди них стимулируют рост растений.

Рационально применяемые фунгициды не вызывают нарушений в микрофлоре почвы, в которой происходит большинство процессов детоксикации фунгицидов.

*Zbigniew Borecki*

CHEMICAL METHODS OF THE CONTROL OF PLANT  
DISEASES VERSUS THE NATURAL ENVIRONMENT

S u m m a r y

Chemical methods of plant protection against diseases play a very important role under conditions of the highly developed agriculture. The objections put up towards those methods in connection with a wide campaign of the natural environment protection do not find any justification in the results of exact investigations. In the horticulture and the protection of industrial crops, mainly in hop plantations, the use of fungicides per 1 hectare is in Poland 60-fold higher than their average use per 1 hectare in the whole agriculture. In the above crops no harmful influence of fungicides on the environment has been found.

To important problems connected with application of fungicides belongs the recognition of their effect on fungi-pathogens of plants, on which depend the effectiveness of chemical methods and the possibility of immunization of the pathogen against the action of chemical fungicide preparations. The latter phenomenon is a consequence of an excessive selectivity of new systemic fungicides, exerting a strong selecting pressure on the population of pathogens.

New fungicides characterize themselves with a lack of any harmful influence on the growth of protected plants — on the contrary, many of them stimulate the plant growth.

The fungicides applied reasonably do not cause any disturbances in the soil microflora, in which most part of the fungicide detoxication processes occurs.