

ZDZISŁAW PRZYBYLSKI

*Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu
Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie*

FUNGICYDY UKŁADOWE, ICH WŁAŚCIWOŚCI I ZASTOSOWANIE

Artykuł opracowany został na podstawie wyników badań P. Leroux i E. Ventura z Laboratorium Fitofarmaceutycznego Centralnego Instytutu Badań Rolniczych w Wersalu (3).

Fungicydy układowe posiadają dwie zasadnicze cechy: są one zdolne do penetrowania i przemieszczania się w roślinach oraz powstrzymują rozwój niektórych chorób kryptogamicznych.

Produkty, o których mowa odkryte zostały z górami 10 lat temu, a ich zastosowanie w ochronie roślin notuje się od lat sześciu. Niektóre z fungicydów układowych dały już zachęcające wyniki skuteczności przy zwalczaniu głowni zbożowych oraz chorób naczyniowych roślin. Z tego względu celowe byłoby podanie przeglądu użyteczności rolniczej tych fungicydów, obrazu ich działania oraz konsekwencji ich stosowania. Należy wspomnieć, że prace badawcze nad skutecznością działania fungicydów układowych w zwalczaniu mączniaka zbóż prowadzone były również w Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu (2). Ponadto badaniami w zakresie tych substancji zajmuje się zespół prof. Z. Ecksteina na Politechnice Warszawskiej, a dla celów wdrożeniowych Instytut Przemysłu Organicznego uruchomił w 1974 roku produkcję doświadczalną preparatu IPO-1250.

Zastosowanie fungicydów układowych w rolnictwie

Fungicydy układowe stosuje się przeciwko patogenom roślin. Ich przewaga nad fungicydami klasycznymi wynika przede wszystkim z zakresu działania fungicydów układowych, które może być zarówno interwencyjne, jak i wewnętrznie ochronne. Cecha ta ma niezmiernie istotne znaczenie w przypadkach, gdy kontakt patogena z komórką rośliny gospodarza jest luźny. Dla przykładu można podać choroby, które są przenoszone przez nasiona roślin uprawnych. Ponadto dzięki właściwościom dobrego wnika-
nia i przemieszczania się fungicydów układowych w roślinie istnieje możliwość ograniczenia do minimum oprysków profilaktycznych często eko-

nomicznie nieuzasadnionych. Nowoczesne preparaty grzybobójcze, a do takich zaliczyć trzeba fungicydy układowe, nie tylko obniżają wyraźnie koszty uprawy roślin, ale również co nie jest bez znaczenia istnieje możliwość zmniejszenia skażenia środowiska pestycydami.

Załączona do niniejszego artykułu tabela przedstawia syntetycznie użytkowanie fungicydów układowych w ochronie roślin uprawnych, wymienione zostały również podstawowe choroby, na które zabiegi doświadczalne przy użyciu tych fungicydów dały dobre i interesujące rezultaty.

Ponadto w tabeli zostały zestawione związki specyficzne i niespecyficzne. Przykładem mogą być związki specyficzne do zwalczania grzybów z klasy *Basidiomycetes*, w szczególności karboksyna, która po raz pierwszy zastosowana została do chemicznego zwalczania głowni.

Inne niedawno wyprodukowane związki, takie jak furkarbanyl i HOE 2989** wykazały dobrą skuteczność w zwalczaniu głowni przy zastosowaniu ich jako zapraw nasiennych zbóż. Obok wymienionych fungicydów również oksykarboksyna daje dobre wyniki w zwalczaniu chorób grzybowych porażających rośliny zewnętrznie i wewnętrznie (zboża, rośliny ozdobne itp.).

Inną grupą specyficznych związków są pirymidyny. Wśród nich dime-tyrimol okazał się aktywny na mączniaki dyniowatych, etyrimol na mączniaki zbóż, a triarimol oprócz specyficznego działania na liczne mączniaki, wykazuje również skuteczność na parcha drzew owocowych.

Pochodne morfoliny okazały się skuteczne w zwalczaniu mączniaków zbóż.

Do zwalczania niektórych grzybów — patogenów glebowych (*Pythium*, *Rhizoctonia*) zastosowano z dobrym skutkiem terrazole (pochodne tiadiazoli). Substancje te stosowano bądź w formie zaprawiania ziarna, bądź też preparatów do dezynfekcji gleby.

Jeden z najnowszych preparatów o nazwie kodowej BAY 59731 wykazał dobrą skuteczność na niektóre mączniaki roślinne (chmiel).

Obok omówionych specyficznych fungicydów, ciekawą grupę stanowią benzimidazole oraz tiofanaty, które wykazują działanie wielokierunkowe. W szczególności są one skuteczne w formie zaprawy nasiennej do zwalczania głowni porażających roślinę zarówno zewnętrznie jak i wewnętrznie (tiabendazole wykazują znakomite działanie przeciw *Fusarium roseum*). Przy zastosowaniu tych związków doglebowo chronią one rośliny przed chorobami naczyniowymi (fuzariozy i wertyciliozy), natomiast przy stosowaniu ich na części nadziemnej roślin, zwalczają parcha, mączniaki i szarą pleśń.

Stosowane tiofanaty na owoce po ich zbiorze, skutecznie chronią je przed chorobami rozwijającymi się w przechowalniach (*Gleosporium*, *Botrytis*, moniliozy).

Właściwości fungicydów układowych

Grupa chemiczna	Nazwa zwyczajowa substancji aktywnej	Spectrum działania	Podstawowe choroby roślin uprawnych, na które fungicydy układowe wykazują dobrą skuteczność									
			Zaprawianie nasion		Zastosowanie do gleby							
			Choroba	Roślina	Dawka	Choroba	Roślina	Dawka	Oprysk części nadziemnych			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Oxantiny			głównie porażające zewnętrznie, śnieć	zboża	20—100	<i>Rhizoctonia solani</i>	różne rośliny	gleba 250 ppm				
Korboksyna	<i>Basidiomycetes</i>		głównie porażające wewnętrznie	zboża	100—225							
			<i>Rhizoctonia solani</i>	różne rośliny	100—400							
			głównie porażające zewnętrznie, śnieć	zboża	100—225	rdze	różne rośliny	podlewane lub zwilżanie	rdze (<i>Puc. graminis</i> i <i>Puc. coronata</i>)	zboża	1500—2500 g SA/ha	
Benzimidazole	<i>Ascomycetes</i>		Głównie porażające zewnętrznie, śnieć	zboża	80				parch	drzewa owocowe, rajgras	80—100 SA/ha, 250 g SA/hl	
	<i>Basidiomycetes</i>		tiabendazole	zboża	80—200				mączniaki	dyniowate	80—100 g SA/hl	
				groch	200				cerkosporiozy	buraki	80—100 g SA/hl	
	<i>Fungi imperfecti</i>		głównie porażające zewnętrznie,	zboża	100	<i>Thielaviopsis basicola</i>	różne rośliny	podlewane 50—100 ppm	parch, moniliozy, antraknozy	drzewa owocowe	20—30 g SA/hl	
	<i>Ascomycetes</i>		głównie porażające wewnętrznie	zboża	100—1500	werticiliozy	różne rośliny	100 mg SA/rośl.	<i>Botritis citrenea</i>	różne rośliny	30—50 g SA/hl	
	<i>Basidiomycetes</i>		fuzariozy (<i>F. roseum</i>)	zboża	150	fuzariozy	różne rośliny	gleba 100 ppm	mączniaki	różne rośliny	20—60 g SA/hl	
	<i>Fungi imperfecti</i>		mączniaki antraknozy	różne rośliny	150—200	<i>Plasmodium phora</i>	kapusta		cerkosporiozy	buraki	100 g SA/hl	
			biała zgnilizna	groch	200	mączniaki	dyniowate	100 mg (SA) rośl.	septoriozy	seler	30—60 SA/hl	
poход- ne morfoliny	tridemorf	mączniaki	mączniaki	zboża	300				mączniaki	zboża	300—600 g SA/ha	
	dodemorf	mączniaki	mączniaki	zboża	500—1000				mączniaki	dyniowate	15—22,5 g SA/hl	
	dime- tyrimol	mączniaki	mączniaki	zboża	500—1000				mączniaki	zboża	1000—1500 g SA/ha	
	etyrimol	mączniaki	mączniaki	zboża	500—1000				mączniaki	zboża	25 g SA/hl	
	triamol	mączniaki i inne choroby grzybowe	mączniaki i inne choroby grzybowe	zboża	3—4	parch, antraknozy, moniliozy, mączniaki, rdze	drzewa owocowe, różne rośliny, zboża	3—4 SA/hl, 2—5 g SA/hl, 1000—2000 g SA/hl				

Sposób działania fungicydów układowych

Fungicydy układowe mogą zarówno przemieszczać się na powierzchni ziarn, korzeni, łodyg, liści itp., jak również wnikać do tkanek i migrować do organów wewnętrznych rośliny.

Stwierdzono również przechodzenie preparatu z ziarna do młodej roślinki w fazie kiełkowania (benomyl z ziaren soi i karboksyna z ziarn zbóż lub bawełny). Sądzi się, że sposób przenikania preparatu pozwala wyjaśnić ich aktywność w stosunku do patogena grzybowego znajdującego się w ziarnie w momencie jego kiełkowania (np. głównia pyłkowa zbóż a karboksyna). Wnikanie fungicydów do korzeni roślin a następnie ich transport z sokiem roślinnym do ich części nadziemnych jest niewątpliwie ciekawym zjawiskiem.

W ten sposób benomyl zastosowany na korzenie ogórków zabezpiecza liście przed mączniakiem (*Sphaerotheca fuliginea*) w okresie powyżej jednego miesiąca (dane uzyskane na podstawie doświadczeń wykonanych w szklarniach na terenie Francji). Związki benymolu lub jego metabolity akumulują się w brzeźnych partiach liści. Zjawisko przechodzenia fungicydu układowego przez ksylem zostało dobrze poznane dzięki zastosowaniu fungicydów zawierających znaczne atomy.

Stwierdzono również absorpcję fungicydów układowych poprzez liście, jednakże ich dalsza migracja jest jeszcze mało poznana. Natomiast zjawisko dyfuzji fungicydu z jednej strony na drugą stronę liścia jest obiektem badań między innymi prowadzonych przez Centralny Instytut Badań Rolniczych w Wersalu.

Fungicydy, które dostały się do wnętrza rośliny w pełni uczestniczą w metabolizmie rośliny, a co za tym idzie mogą wywierać wpływ na jej fizjologię. Stwierdzono, że układowe środki grzybobójcze mogą wywoływać w metabolizmie rośliny zarówno zjawiska niekorzystne jak i pozytywne. Do zjawisk niekorzystnych należy zaliczyć oparzenia, spadek wydajności plonu (tiabendazole przy zwiększonej dawce na jęczmieniu), modyfikacje absorpcji niektórych składników pokarmowych (benomol na ogórkach).

Jako zjawisko pozytywne wymienia się działanie stymulacyjne fungicydów układowych. Do tych zjawisk zaliczyć można: podniesienie wagi korzeni roślin uprawnych i zawartości protein w ziarnie (karboksyny zastosowane na zboża). Należy jednak zasygnalizować, że niektóre związki mogą wywoływać tworzenie się substancji fitotoksycznych na roślinie. W niektórych przypadkach roślina może wywierać wpływ na zastosowane fungicydy; jest ona w stanie sprzyjać ich degradacji (karboksyny na zbożach), jak również je unieruchamiać.

Fungicydy *in vitro* wywierają na grzyby działanie przeważnie fungi-

statyczne, tj. wstrzymują rozwój bez ich zniszczenia. W roślinie natomiast warunki są zdecydowanie inne niż na jej powierzchni, a zatem byłaby bardzo interesująca znajomość, czy preparaty te posiadają dobre działanie lecznicze.

Z punktu widzenia biochemicznego fungicydy układowe wywierają wpływ na zjawisko oddychania grzybów oraz wstrzymują biosyntezę w tych patogenach (szczególnie syntezie protein).

Efekty użycia fungicydów układowych

Ukazanie się nowych fungicydów spowodowało bardzo szybkie ich użycie do zwalczania głowni oraz chorób naczyniowych roślin. Naturalnie preparaty te nie rozwiązały wszystkich problemów fitopatologicznych. W większości przypadków omawiane fungicydy nie działają na grzyby z klasy *Phycomycetes*. Poza zjawiskiem nieskuteczności na grzyby z tej klasy i zakłóceń biologicznych przy zastosowaniu tych preparatów, ryzykuje się również wzmożeniem chorób wywołanych przez te patogeny.

Do czynników wpływających na skuteczność fungicydów układowych zaliczyć należy również czynniki abiotyczne (ługowanie preparatu, absorpcja przez glebę itp.). Zaabsorbowanie przez glebę nawet małej ilości preparatu obniża skuteczność tych fungicydów. Z innych ciekawych a mało wyjaśnionych jeszcze zjawisk należy wymienić sposób działania na parch drzew owocowych. Okazuje się, że preparaty te chronią przed porażeniem przez parch przede wszystkim liście, natomiast nieco słabiej zabezpieczają owoce.

Szerokie użycie fungicydów układowych stwarza możliwość pojawienia się nowych ras grzyba obojętnych na te środki chemiczne. Duża zdolność fungicydów układowych do penetrowania wnętrza rośliny oraz ich zalegania przez dłuższy okres czasu (benomyl powyżej 1 miesiąca) stwarza poważny problem pozostałości. Należy również wspomnieć, że według Viela (5) preparaty endoterapeutyczne lub układowe są modyfikowane przez metabolizm rośliny dzięki czemu zmieniają się właściwości chemiczne produktu jakie posiadał przed wnikiem do rośliny. Również Casanova (1) wspomina, że pestycydy o działaniu układowym podlegają metabolizmowi rośliny, który może modyfikować jego właściwości toksykologiczne. Pestycyd może zmieniać się w związek nietoksyczny. Może też powstać nowy związek posiadający podobną aktywność do preparatu pierwotnego względnie związek bardziej toksyczny i bardziej aktywny. Badania Truhauta (4) wykazały, iż wszystkie te transformacje preparatów układowych nie mają wpływu na wielkość zawartości pozostałości tych pestycydów w roślinach.

Reasumując można stwierdzić, że fungicydy układowe posiadają oryginalne właściwości, lecz nie rozwiązują one wszystkich problemów w fitopatologii. Z uwagi na akumulowanie się preparatu w tkankach roślinnych oraz w glebie powstaje nowe ważne zagadnienie badania wielkości pozostałości fungicydu w płodach rolnych oraz ich ewentualnego wpływu na organizmy wyższe. Fungicydy układowe podobnie jak inne będące już w szerokim użyciu pestycydy, obok niezaprzeczalnych korzyści niosą ze sobą również szereg dotychczas nieznanych problemów, które będą wymagały wnikliwego badania naukowego.

LITERATURA

1. C a s a n o v a, M.: Les résidus de pesticides dans les fruits et légumes. S. T. 1—252 IRNA 78 — Versailles str. 509—520, 1970.
2. D r a t h, M.: Wyniki dwuletnich doświadczeń nad zwalczaniem mącznika (*Erysiphe graminis* DC.) na pszenicy i jęczmieniu preparatami układowymi — Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin nr 52 — str. 489—503, 1972.
3. L e r o u x, P. i E.: Ventura Apercu sur les propriotes des fongicides systemiques „Le Sélectionneur Francaises” str. 15—22, 1972.
4. T r u c h a u t, R.: Apercus sur les problèmes toxicologiques posés par l’emploi des pesticides en agriculture — les Actualités Pharmaceutiques — str. 20—33, 1972.
5. V i e l, G.: Les résidus de pesticides — „Les Contaminants Involontaires des Denrées” — Cycle d’études — Strasbourg s. 1—23, 1965.