

**JOANNA SOBCZAK**

Instytut Ochrony Roślin — Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

## Zmiany w dostępności substancji aktywnych w fungicydach na zapobieganie uodparniania się ważniejszych patogenów ziemniaka

### Changes in availability of active substances in fungicides in light of resistance prevention in major potato pathogens

W ochronie ziemniaka przed najgroźniejszymi patogenami: *Phytophthora infestans* i *Alternaria* spp. dostępnych jest obecnie łącznie 59 fungicydów, wśród których 58 ma zastosowanie w ochronie przed zarazą, a zakres stosowania 28 środków obejmuje ochronę przed alternariozą. Zarejestrowane środki zawierają 22 różne substancje aktywne, w obrębie których można wyróżnić substancje o wielu różnych mechanizmach działania. Liczba dostępnych substancji aktywnych porównując 2012 r. z 2001 r. znacząco się nie zmieniła. Część substancji i zawierających je środków ochrony roślin stosowanych przed przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej została wycofana. Od tamtego czasu zarejestrowano również inne substancje, które nie były dotychczas zarejestrowane lub nie miały zastosowania w ochronie ziemniaka. Wśród dostępnych obecnie na rynku polskim substancji aktywnych część znajduje się w grupach wysokiego ryzyka wystąpienia odporności. Środki ochrony roślin zawierające substancje aktywne, które mogą stwarzać ryzyko powstania odporności zawierają zazwyczaj drugą substancję różniącą się mechanizmem działania, co stanowi ważny element strategii zapobiegania odporności. Asortyment dostępnych obecnie na rynku polskim substancji aktywnych i środków ochrony roślin często zawierających dwie różniące się działaniem substancje aktywne pozwala na prowadzenie ochrony ziemniaka w sposób ograniczający ryzyko uodparniania się patogenów, umożliwiając właściwy dobór i rotację fungicydów.

**Słowa kluczowe:** alternarioza, fungicydy, ochrona ziemniaka, odporność, substancje aktywne, zaraza

There are 59 fungicides available for potato protection against the most dangerous pathogens: *Phytophthora infestans* and *Alternaria* spp. altogether. 58 of them have application in protection against late blight. The ranges of use of 28 fungicides include protection against early blight. Plant protection products placed on the market contain 22 different active substances and lots of them have various modes of action. The number of active substances and plant protection products hasn't changed a lot comparing year 2012 with 2001. Some of substances and plant protection products used before Poland's accession to European Union were withdrawn. Some substances new in potato protection were registered after this time. Some of active substances available on the Polish market are in high resistance risk groups. Plant protection products containing active substances with a risk of resistance usually contain also other substance with different mode of action, what is an important element of resistance prevention strategy. The actual assortment of active substances and plant protection products placed on the Polish market, availability of products with two active substances with different modes of action allow to protect potato in a way that is limiting resistance risk, when the right choice and rotation of fungicides are applied.

**Key words:** active substances, early blight, fungicides, late blight, potato protection, resistance

## WSTĘP

Polska jest znaczącym producentem ziemniaka, choć w ostatnich latach obserwowany jest spadek powierzchni uprawy. W 2010 roku areał uprawy ziemniaka wyniósł 388 tysięcy hektarów i w porównaniu z 2000 rokiem zmniejszył się o prawie 70% (GUS, 2011). Zmniejszająca się powierzchnia uprawy wiąże się z dużym zapotrzebowaniem rynku na ziemniaki i koniecznością uzyskania przez rolników wysokich plonów z hektara. Ziemniak, podobnie jak inne rośliny uprawne narażony jest na porażenie przez wiele patogenów. Najgroźniejszymi sprawcami chorób występującymi na plantacjach ziemniaka i wywołującymi choroby prowadzące do znacznych strat ilościowych i jakościowych plonu są patogeny: *Phytophthora infestans*, powodujący zarazę ziemniaka oraz *Alternaria* spp. — *Alternaria solani* i *Alternaria alternata*, powodujące odpowiednio suchą plamistość liści i brunatną plamistość liści lub ogólnie mówiąc alternariozę ziemniaka. Straty plonu powodowane przez zarazę ziemniaka na plantacjach niechronionych mogą być rzędu 60–70% (Kapsa, 2009), a przez alternariozę mogą dochodzić do 50% (Osowski, 2007). Aby nie dopuścić do tak dużych strat niezbędne jest prowadzenie odpowiedniej ochrony chemicznej. Ochrona ziemniaka przed chorobami wymaga zazwyczaj wykonywania wielu zabiegów ochrony roślin. Wiąże się to z ryzykiem uodparniania się sprawców chorób na substancje aktywne. Aby zapobiec temu zjawisku ważny jest właściwy dobór fungicydów, przemienne stosowanie środków ochrony roślin zawierających substancje aktywne o odmiennym mechanizmie działania. Wśród dostępnych obecnie na rynku polskim substancji aktywnych część znajduje się w grupach FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) o wysokim ryzyku wystąpienia odporności. Należą do nich następujące substancje: benalaksyl, metalaksyl, metalaxyl-M (grupa A1 wg klasyfikacji FRAC), famoksat, fenamidon, piraklostrobina (grupa C3 wg klasyfikacji FRAC) (FRAC, 2012 [I]). Opisane zostały przypadki wystąpienia odporności grzyba *Phytophthora infestans* na niektóre substancje z grup A1 oraz przypadki odporności grzyba *Alternaria* spp. na niektóre substancje z grupy C3 (FRAC, 2012 [II]). Wyniki prac prowadzonych w Polsce w latach 80. i 90. potwierdzają możliwość uodparniania się grzyba *Phytophthora infestans* na metalaksyl (Kapsa, 1992).

Celem niniejszej pracy była ocena możliwości realizacji strategii zapobiegania odporności patogenów ziemniaka poprzez właściwy dobór fungicydów, przemienne stosowanie środków ochrony roślin zawierających substancje aktywne o odmiennym mechanizmie działania. W pracy sprawdzono dostępność substancji aktywnych i środków ochrony roślin stosowanych w ochronie ziemniaka Polsce w 2001 i 2012 roku ze wskazaniem tych substancji, które znajdują w grupach większego ryzyka wystąpienia odporności.

## MATERIAŁ I METODY

Przeanalizowano Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2002–2003 (Instytut Ochrony Roślin, 2001) oraz wykaz fungicydów dopuszczonych do ochrony ziemniaka w Polsce w dniu 01.06.2012 roku dostępny na stronach internetowych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 2012), w celu porównania jakie możliwości ochrony ziemniaka przed zarzą i alternariozą istniały w 2001 i 2012 roku. Na tej podstawie sporządzono wykaz substancji aktywnych dopuszczonych do stosowania w roku 2001 i 2012 roku wraz z zawierającymi je środkami ochrony roślin. Dla każdej podanej substancji aktywnej przedstawiono klasyfikację według FRAC (FRAC, 2012 [I]), która obejmuje ogólny mechanizm działania danej substancji aktywnej (MOA code - mode of action) oznakowany literą oraz miejsce działania w danym szlaku biochemicznym oznakowane cyfrą. FRAC kwalifikuje poszczególne substancje aktywne do różnych grup ryzyka powstania odporności. Na podstawie danych FRAC poszczególne substancje zostały opisane pod względem ryzyka uodparniania się grzybów. Należy jednak zaznaczyć, że informacja o ryzyku wystąpienia odporności odnosi się do różnych patogenów, niekoniecznie porażających uprawy ziemniaka. W niniejszej pracy największą uwagę poświęcono substancjom aktywnym znajdującym się w grupach ryzyka, dla których stwierdzono opisane przez FRAC przypadki wystąpienia odporności sprawców alternariozy i zarazy ziemniaka.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Obecnie w Polsce łącznie zarejestrowanych jest 59 fungicydów, których zakres stosowania obejmuje ochronę ziemniaka przed alternariozą (28 środków) i/lub zarzą ziemniaka (58 środków). Zarejestrowane fungicydy zawierają 22 różne substancje aktywne, wśród których można wyodrębnić wiele różnych mechanizmów działania. W 2001 roku w ochronie ziemniaka przed zarzą w Polsce dostępne były 62 fungicydy, których zakres stosowania obejmował ochronę ziemniaka przed zarzą, wśród których 25 miało również zastosowanie w ochronie przed alternariozą. Środki zawierały 24 różne substancje aktywne (tab. 1).

Część substancji aktywnych stosowanych w ochronie ziemniaka w 2001 roku została wycofana w wyniku przeglądu substancji aktywnych po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej i wejściu w życie dyrektywy 91/414/EWG. Do takich substancji należą: octan fentinu, ofurace, oksadiksyl, oksyna salicylomiedziowa, wodorotlenek fentinu. Warto zaznaczyć, że w wyniku przeglądu ze stosowania w ochronie roślin wycofano 74% z około 1000 substancji aktywnych poddanych przeglądowi (Matyjaszczyk i Sobczak, 2010). Kilka substancji stosowanych obecnie w ochronie ziemniaka nie było dostępnych lub nie miało zastosowania w ochronie ziemniaka w 2001 roku. Do tych substancji należą: bentiowalikarb, cyjazofamid, fluopikolid, mandipropamid, piraklostrobina.

Tabela 1

**Substancje aktywne i środki ochrony roślin je zawierające stosowane w ochronie ziemniaka przed zarząz i alternariozą w 2001 i 2012 roku**

**Active substances and plant protection products, used in potato protection against late blight and early blight in 2001 and 2012 year**

Substancja aktywna Active substance	Środki ochrony roślin dostępne na polskim rynku w 2001 roku Plant protection products available on the Polish market in 2001	Środki ochrony roślin dostępne na polskim rynku w 2012 roku (na dzień 01.06.2012). Plant protection products available on the Polish market in 2012 (at day 01.06.2012).
1	2	3
Benalaksyl	<b>**Galben M 73 WP, **Galben Rame 37 WP</b>	<b>**Galben M 73 WP, **Mohican 73 WP</b>
Bentiowalikarb	-	<b>**Valbon 72 WG</b>
Chlorotalonil	<i>Bravo 75 WG, Bravo 500 SC, Bravo Plus 500 SC, Clortosip 500 SC, Gwarant 500 SC, **Tattoo C 750 SC</i>	<b>Banko 500 SC, Gwarant 500 SC</b>
Cyjazofamid	-	<b>Ranman 400 SC TwinPack</b>
Cymoksanil	<b>**Curzate Cu 49,5 WP, **Curzate M 72,5 WP, ***Ripost M 67,2 WP, **Tanos 50 WG, **Toska 72,5 WP</b>	<b>**Agria-FamoCymo 50 WG, **Curzate Cu 49,5 WP, **Curzate M 72,5 WP, **Curzate Top 72,5 WG, Drum 45 WG, **Ekonom MC 72,5 WP, **Helm Cymi 72,5 WP, **Inter Optimum 72,5 WP, **Kursor 72,5 WG, **Micexanil 76 WP, **Navaho 50 WG, **Solace M 72,5 WG, **Tanos 50 WG, **Tewa 50 WG, **Toska 72,5 WP</b>
Dimetomorf	<b>**Acrobat MZ 69 WP, **Invader 742 WG</b>	<b>**Acrobat MZ 69 WG, **Cabrio Duo 112 EC</b>
Famoksat	<b>**Tanos 50 WG</b>	<b>**Agria-FamoCymo 50 WG, **CLIP SuperKontakt 69 WG, **Navaho 50 WG, **Tanos 50 WG, **Tewa 50 WG</b>
Fenamidon	<b>**Pyton 60 WG</b>	<b>**Pyton 60 WG, **Pyton Consento 450 SC</b>
Fluazynam	<i>Altima 500 SC</i>	<i>Altima 500 SC, Jetlan 500 SC, Nando 500 SC, Zignal 500 SC</i>
Fluopikolid	-	<b>**Infinito 687,5 SC</b>
Folpet	<i>Folpan 80 WG</i>	<i>Folpan 80 WG</i>
Iprowalikarb	<b>**Melody Med 69 WG, **Melody Med. 69 WP</b>	-
Kaptan	<b>Captan 50 WP, Merpan 50 WP</b>	<b>Merpan 500 SC</b>
Maneb	<b>Brestan 72 WP</b>	-
Mandipropamid	-	<b>Revus 250 SC</b>
Mankozeb	<b>**Acrobat MZ 69 WP, Dithane M-45 80 WP, Dithane 75 WG, Dithane 455 SC, **Galben M 73 WP, **Galben Rame 37 WP, Indofil 80 WP, **Invader 742 WG, Manconex 80 WP, **Mankuprox 50 WP, **Melody Med 69 WG, **Melody Med. 69 WP, Novozir MN 80 WP, **Patafol MZ 70 WP, Penncozeb 80 WP, Penncozeb 75 WG, Penncozeb 455 SC, Pennfluid 420 SC, **Pennstan 68 WP, **Planet 72 WP, **Pretor 550 SC, **Pyton 60 WG, **Ridomil MZ 72 WP, **Ridomil Gold MZ 68 WP, ***Ripost M 67,2 WP, Sancozeb 80 WP, **Sandofan Manco 64 WP, **Tattoo 550 SC, **Toska 72,5 WP, **Unikat 75 WG, Vondozeb 75 WG</b>	<b>**Acrobat MZ 69 WG, **Armetil M 72 WP, **CLIP SuperKontakt 69 WG, **Crocodil MZ 67,8 WG, **Curzate M 72,5 WP, **Curzate Top 72,5 WG, Dithane NeoTec 75 WG, **Ekonom 72 WP, **Ekonom MC 72,5 WP, **Ekonom MM 72 WP, **Galben M 73 WP, **Helm Cymi 72,5 WP, Indofil 80 WP, **Inter Optimum 72,5 WP, **Konkret Mega 72 WP, **Kursor 72,5 WG, Mac-Mankozeb 75% WG, **Micexanil 76 WP, **Mohican 73 WP, Penncozeb 80 WP, **Planet 72 WP, **Pyton 60 WG, **Ridomil Gold MZ 67,8 WG, **Rywal 72 WP, Sancozeb 80 WP, **Solace M 72,5 WG, **Toska 72,5 WP, **Unikat 75 WG, **Valbon 72 WG, Vondozeb 75 WG</b>

1	2	3
Metalaksyl	<b>***Kupromet 45 WG, ***Kupromet 45 WP, **Planet 72 WP, **Ridomil MZ 72 WP</b>	<b>**Armetil M 72 WP, **Ekonom 72 WP, **Ekonom MM 72 WP, **Konkret Mega 72 WP, **Planet 72 WP, **Rywal 72 WP</b>
Metalaksyl-M	<b>**Ridomil Gold MZ 68 WP</b>	<b>**Crocodil MZ 67,8 WG, **Ridomil Gold MZ 67,8 WG</b>
Metiram	<b>Polyram 70 WG, Polyram Combi 70 WP</b>	<b>Polyram 70 WG</b>
Miedź	<b>Champion 50 WP, **Curzate Cu 49,5 WP, **Curzate M 72,5 WP, Funguran-OH 50 WP, Kocide 101 WP, ***Kupromet 45 WG, ***Kupromet 45 WP, Mag 50 WP, **Mankuprox 50 WP, Miedzian 50 WP, Miedzian 50 WG, Miedzian Extra 350 SC</b>	<b>Champion 50 WP, Cuproflow 375 SC, Cuproxat 345 SC, **Curzate Cu 49,5 WP, Funguran Easy 50 WP, Mag 50 WP, Miedzian 50 WP, Neoram 37,5 WG, Nordox 75 WG</b>
Octan fentinu	<b>**Pennstan 68 WP</b>	-
Ofurace	<b>**Patafol MZ 70 WP</b>	-
Oksadiksyl.	<b>***Ripost M 67,2 WP, **Sandofan Manco 64 WP</b>	-
Oksyna salicylomiedziowa	<b>***Kupromet 45 WG, ***Kupromet 45 WP, Kuprosal 60 WP</b>	-
Piraklostrobina	-	<b>**Cabrio Duo 112 EC</b>
Propamokarb	<b>**Pretor 550 SC, Previcur 607 SL, Spinaker 607 SL, **Tattoo 550 SC, **Tattoo C 750 SC</b>	<b>**Infinito 687,5 SC, **Pyton Consento 450 SC</b>
Propineb	<b>Antracol 70 WG, Antracol 70 WP</b>	<b>Antracol 70 WG</b>
Wodorotlenek fentinu	<b>Brestanid 502 SC</b>	-
Zoksamid	<b>**Unikat 75 WG</b>	<b>**Unikat 75 WG</b>

\*\* Środki zawierające 2 substancje aktywne; \*\* Products containing 2 active substances

\*\*\* Środki zawierające 3 substancje aktywne; \*\*\* Products containing 3 active substances

**Czcionka wytłuszczona** — Środki mające zastosowanie w ochronie ziemniaka przed zarazą; **In bold** — Products used in potato protection against late blight

*Kursywa* — Środki mające zastosowanie w ochronie ziemniaka zarówno przed zarazą jak i alternariozą; *In italic* — Products used in potato protection against late blight as well as early blight

Podkreślenie — Środki mające zastosowanie w ochronie ziemniaka przed alternariozą; Underline — Products used in potato protection against early blight

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Zaleceń Ochrony Roślin, wydawanych przez Instytut Ochrony Roślin PIB

Source: Own study based on data from Ministry of Agriculture and Rural Development and Plant Protection  
Recommendations published by Plant Protection Institute – National Research Institute

Sześć dostępnych obecnie na polskim rynku substancji aktywnych znajduje się w grupie większego ryzyka wystąpienia odporności (benalaksyl, famoksat, fenamidon, metalaksyl, metalaksyl-M, piraklostrobina) (tab. 2).

Benalaksyl, metalaksyl i metalaksyl-M (fenyloamidy) zgodnie z klasyfikacją FRAC znajdują się w grupie A1 (FRAC, 2012 [I]). Są to substancje o działaniu systemicznym. Mechanizm działania substancji z grupy A1 związany jest zakłócaniem syntezy kwasów nukleinowych, a konkretnym miejscem działania jest niezbędny w procesie transkrypcji enzym polimeraza RNA.

W latach 80. i 90. były doniesienia w Polsce o odporności grzyba *Phytophthora infestans* na metalaksyl (Kapsa, 1992). Zgodnie z danymi FRAC są opisane przypadki odporności grzyba *P. infestans* na fungicydy z grupy fenyloamidów. Odporność na metalaksyl stwierdzono w Holandii (FRAC 2012 [II]; Davidse i in., 1981, 1983) oraz w

Nowej Zelandii (FRAC, 2012 [II], Hartill i in. 1983). Na podstawie prowadzonego w niektórych krajach Europy Zachodniej w latach 2003-2006 monitoringu stwierdzono wzrost udziału form odpornych grzyba *P. infestans* na substancje z grupy A1 (FRAC 2012 [III]).

Tabela 2

**Klasyfikacja substancji aktywnych wg FRAC (Fungicide Resistance Action Committee),  
z zaznaczeniem własnej modyfikacji dostosowanej do polskich warunków**  
**Active substances classification by FRAC (Fungicide Resistance Action Committee), with own  
modification marking adapted to Polish conditions**

Substancja aktywna Active substance	Grupa chemiczna Chemical group	Klasyfikacja wg mechanizmu działania Classification by mode of action	Ryzyko wystąpienia odporności Resistance risk
Benalaksyl	acyloalaniny	A1	wysokie
Bentiowalikarb	karbaminiany	H5	niskie do średniego
Chlorotalonil	ftalany	„Multi-site”/M	niskie
Cyjazofamid	cyjanoimidazole	C4	nie znane, przypuszczalnie średnie do wysokiego
Cymoksanil	iminoacetylomoczniki	Mechanizm działania nie znany	niskie do średniego
Dimetomorf	poходne kwasu cytrynowego	H5	niskie do średniego
Famoksat	oksazolidyny	C3	wysokie
Fenamidon	imidazolinony	C3	wysokie
Fluazynam	poходne aniliny	C5	niskie
Fluopikolid	acylpikolidy	B5	nie znane
Folpet	ftalimidy	„Multi-site”/M	niskie
<b>Iprowalikarb</b>	Poходne kwasu walinokarbaminowego	H5	niskie do średniego
Imazalil	imidazole	G1	średnie
Kaptan	ftalimidy	„Multi-site”/M	niskie
<b>Maneb</b>	ditiokarbaminiany	„Multi-site”/M	niskie
Mandipropamid	amidy	H5	niskie do średniego
Mankozeb	ditiokarbaminiany	„Multi-site”/M	niskie
Metalaksyl	acyloalaniny	A1	wysokie
Metalaksyl-M	acyloalaniny	A1	wysokie
Metiram	ditiokarbaminiany	„Multi-site”/M	niskie
Miedź	nieorganiczne	„Multi-site”/M	niskie
<b>Octan fentinu</b>	metaloorganiczne	C6	niskie do średniego
<b>Ofurace</b>	fenyloamidy	A1	wysokie
<b>Oksadiksyl</b>	fenyloamidy	A1	wysokie
<b>Oksyna salicylomiedziowa</b>	metaloorganiczne	Nie opisano	nie opisane
Piraklostrobina	strobiluryny	C3	wysokie
Propamokarb	poходne kwasu karbaminowego	F4	niskie do średniego
Propineb	ditiokarbaminiany	„Multi-site”/M	niskie
<b>Wodorotlenek fentinu</b>	metaloorganiczne	C6	niskie do średniego
Zoksamid	benzamidy	B3	niskie do średniego

**Wyfluszczenie** — Substancje aktywne, które obecnie nie są dostępne na polskim rynku

**In bold** — Active substances not available at present on the Polish market

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych FRAC

Source: Own study based on data from FRAC

Obecnie zarejestrowanych jest nieco więcej fungicydów zawierających metalaksyl (6 środków) i metalaksyl-M (2 środki) w porównaniu z rokiem 2001, kiedy zarejestrowane

były 4 środki z metalaksylem i 1 środek z metalaksylem-M. Liczba środków z benalaksylem nie zmieniła się. W 2001 roku na rynku polskim dostępne były jeszcze 2 substancje aktywne o działaniu systemicznym z grupy fenyloamidów: ofurace (1 środek zawierał tę substancję) i oksadiksyl (2 środki zawierały tę substancję). Warto zaznaczyć, że fungicydy zawierające substancje aktywne z grupy A1 zawierają w swoim składzie drugą substancję różniącą się mechanizmem działania, co stanowi ważny element strategii zapobiegania odporności (tab. 1, 2).

Kolejne substancje zakwalifikowane przez FRAC do grupy wysokiego ryzyka powstania odporności to substancje z grupy C3: famoksat (o działaniu kontaktowym), fenamidon (o działaniu wgłębnym), piraklostrobina (o działaniu lokalnie systemicznym i translaminarnym). Mechanizm działania substancji z tej grupy związany jest z zakłócaniem procesu oddychania, a konkretnym miejscem działania jest kompleks oksydoreduktazy ubichinoncytochrom c, odgrywający istotną rolę w przenoszeniu elektronów w łańcuchu oddechowym. Ostatnie doniesienia o odporności grzyba *Alternaria alternata* na substancje z grupy C3 pochodzą z monitoringu prowadzonego przez FRAC w 2011 roku. Odporność stwierdzono w próbach pochodzących z Niemiec, Holandii, Szwajcarii, Polski i Czech (FRAC, 2012 [II], FRAC, 2011).

Zgodnie z danymi FRAC istnieją również opisane przypadki odporności grzyba *Alternaria solani*. Odporność na różne substancje z grupy C3 stwierdzono i opisano w Stanach Zjednoczonych (FRAC 2012 [III], Pasche i in., 2002, 2004, 2005; Pasche i Gudmestad, 2008). Warto zaznaczyć, że zarejestrowane obecnie substancje z grupy C3 należą do trzech różnych grup chemicznych, a reprezentują jeden wspólny mechanizm działania. Liczba zarejestrowanych środków zawierających famoksat (5 środków) i fenamidon (2 środki) jest większa w porównaniu z rokiem 2001, kiedy dostępny był 1 środek zawierający famoksat i 1 środek z fenamidonem. Jedenaście lat temu nie było w ochronie ziemniaka środków zawierających piraklostrobinę. Wszystkie zarejestrowane obecnie środki zawierające w swoim składzie substancję aktywną z grupy C3 zawierają również inną substancję różniącą się mechanizmem działania.

FRAC opisuje również przypadki odporności grzyba *P. infestans* na substancje znajdujące się w grupie H5 klasyfikowanej jako stwarzającej ryzyko powstania odporności niskie do średniego. Przykładowo odporność na dimetomorf stwierdzono w Rosji (FRAC 2012 [II], Dereviagina i in., 1999). Warto jednak zaznaczyć, że prowadzony w latach 2008-2011 w Europie monitoring odporności nie wykazał wystąpienia żadnych form odpornych *P. infestans* na substancje z grupy H5 (FRAC, 2012 [IV]). Na rynku polskim dostępne są obecnie 3 substancje z grupy H5, należące do trzech różnych grup chemicznych, reprezentujące jeden wspólny mechanizm działania (bentiowalikarb, dimetomorf, mandipropamid) związany z inhibicją syntezy celulozy. Są to substancje o działaniu wgłębnym. W 2001 roku nie było zarejestrowanych środków zawierających bentiowalikarb i mandipropamid, a liczba środków zawierających dimetomorf była taka sama jak w 2012 roku (2 środki). Dostępne obecnie środki zawierające substancje z grupy H5 za wyjątkiem fungicydu Revus 250 SC zawierają również inną substancję różniącą się mechanizmem działania. W 2001 roku zarejestrowane były jeszcze 2 środki zawierające niedostępną obecnie na polskim rynku substancję aktywną z grupy H5 — iprowalikarb, działającą systemicznie.

Biorąc pod uwagę ryzyko uodparniania się grzybów *P. infestans* i *Alternaria* spp. na niektóre substancje aktywne stosowane w ochronie ziemniaka warto przyjrzeć się pozostałym możliwościom ochrony przed tymi patogenami analizując liczbę dostępnych pozostałych substancji aktywnych.

W ochronie ziemniaka przed zarazą ziemniaka oprócz omawianych wcześniej substancji aktywnych (benalaksyl, bentiowalikarb, dimetomorf, famoksat, fenamidon, mandipropamid, metalaksyl, metalaksyl-M, piraklostrobina) zastosowanie mają obecnie również inne substancje o działaniu systemicznym: propamokarb (2012 rok — 2 środki, 2001 rok — 5 środków); węglbnym: cymoksanil (2012 rok — 15 środków, 2001 rok — 5 środków), fluopikolid (2012 rok — 1 środek); kontaktowym: chlorotalonil (2012 rok — 2 środki, 2001 rok — 6 środków), cyjazofamid (2012 rok — 1 środek), fluzaznam (2012 rok — 4 środki, 2001 rok — 1 środek), folpet (2012 i 2001 rok — 1 środek), kaptan (2012 rok — 1 środek, 2001 rok — 2 środki), mankozeb (2012 rok — 30 środków, 2001 rok — 31 środków), metiram (2012 rok — 1 środek, 2001 rok — 2 środki), miedź (2012 — 9 środków, 2001 rok — 12 środków), propineb (2012 rok — 1 środek, 2001 rok — 2 środki), zoksamid (2012, 2001 rok — 1 środek). W 2001 roku oprócz omawianych wcześniej substancji aktywnych (iprowalikalb, ofurace, oksadiksyl) dostępne były również inne substancje aktywne o działaniu kontaktowym: maneb, octan fentinu, oksyna salicylomiedziowa, wodorotlenek fentinu, wchodzące w skład fungicydów mających zastosowanie w ochronie ziemniaka przed zarazą. W ochronie ziemniaka przed alternariozą oprócz niektórych omawianych wcześniej substancji aktywnych (dimetomorf, famoksat, fenamidon, metalaksyl, metalaksyl-M, piraklostrobina) obecnie mają zastosowanie również inne substancje o działaniu systemicznym: propamokarb (2012 i 2001 rok — 1 środek); węglbnym: cymoksanil (2012 rok — 4 środki, 2001 rok — 1 środek); kontaktowym: fluzaznam (2012 rok — 4 środki, 2001 rok — 1 środek), folpet (2012 i 2001 rok — 1 środek), mankozeb (2012 rok — 16 środków, 2001 rok — 14 środków), propineb (2012 — 1 środek, 2001 — 2 środki), zoksamid (2012 i 2001 rok — 1 środek). W 2001 roku w ochronie ziemniaka przed alternariozą zastosowanie miały również środki zawierające omawianą wcześniej substancję aktywną iprowalikalb oraz środki zawierające chlorotalonil.

Zarejestrowane obecnie środki zawierają substancje aktywne o wielu różnych mechanizmach działania, ponadto wiele środków zawiera w swoim składzie jednocześnie 2 różniące się mechanizmem działania substancje aktywne.

W ochronie ziemniaka przed zarazą i alternariozą środki zawierające substancje stwarzające pewne ryzyko wystąpienia odporności pomimo iż zawierają najczęściej drugą substancję aktywną różniącą się działaniem, co stanowi ważny element strategii zapobiegania odporności, powinny być stosowane przemiennie z innymi środkami zawierającymi inne substancje aktywne różniące się mechanizmem działania. Niezależnie od ryzyka wystąpienia odporności przemiennie stosowanie fungicydów powinno być zawsze regułą celem nie doprowadzenia do powstania odporności na substancje stosowane wielokrotnie podczas zabiegów.



WNIOSKI

1. Liczba dostępnych substancji aktywnych i zawierających je środków ochrony roślin stosowanych w ochronie ziemniaka w 2012 roku znacząco się nie zmieniła w porównaniu z rokiem 2001.
2. Wielokrotne stosowanie tych samych fungicydów stosowanych w ochronie ziemniaka przez zarazą i alternariozą może prowadzić do uodparniania się sprawców chorób na substancje aktywne.
3. Istnieje ryzyko uodparniania się grzybów *Phytophthora infestans*, *Alternaria* spp. na niektóre substancje aktywne stosowane obecnie w ochronie ziemniaka.
4. W ochronie ziemniaka przed zarazą i alternariozą niezbędne jest przemienne stosowanie środków ochrony roślin zawierających substancje aktywne należące do różnych grup chemicznych i różniące się mechanizmem działania.
5. Asortyment dostępnych obecnie na rynku polskim substancji aktywnych, środków ochrony roślin, dostępność fungicydów zawierających po dwie substancje aktywne różniące się mechanizmem działania pozwala na prowadzenie ochrony w sposób pozwalający na zapobieganie wystąpieniu odporności.

LITERATURA

- Davidse L. C., Looijen D., Turkensteen L. J., Van der Wal D. 1981. Occurrence of metalaxyl-resistant strains of *Phytophthora infestans* in Dutch potato fields. *The Netherlands Journal of Plant Pathology* 87: 65 — 68.
- Davidse L.C., Daniał D.L., Van Westen C.J. 1983. Resistance to metalaxyl in *Phytophthora infestans* in the Netherlands. *The Netherlands Journal of Plant Pathology*, 89: 1 — 20.
- Dereviagina M.K., Elanski S.N., Diakov Yu T. 1999. Resistance of *Phytophthora infestans* to the dimethomorph fungicide. *Mikologiya i Fitopatologiya* 33: 208 — 213.
- FRAC 2011. QoI Working Group. [http://www.frac.info/frac/work/work\\_qolf.htm](http://www.frac.info/frac/work/work_qolf.htm) (data dostępu 01.06.2012).
- FRAC 2012 [I]. FRAC Code List: Fungicides sorted by mode of action (including FRAC Code numbering). <http://www.frac.info/frac/publication/anhang/FRAC%20Code%20List%202011-final.pdf> (data dostępu 01.06.2012).
- FRAC 2012 [II] FRAC List of plant pathogenic organisms resistant to disease control agents. [http://www.frac.info/frac/work/List%20of%20resistant%20plant%20pathogens\\_2012%20edition.pdf](http://www.frac.info/frac/work/List%20of%20resistant%20plant%20pathogens_2012%20edition.pdf) (data dostępu 01.06.2012).
- FRAC 2012 [III]. Phenylamides. [http://www.frac.info/frac/work/work\\_phen.htm](http://www.frac.info/frac/work/work_phen.htm) (data dostępu 14.06.2012)
- FRAC 2012 [IV] CAA Working Group. [http://www.frac.info/frac/work/work\\_CAA.htm](http://www.frac.info/frac/work/work_CAA.htm) (data dostępu 01.06.2012).
- Główny Urząd Statystyczny 2011. Rocznik statystyczny Rolnictwa 2011. 393 ss.
- Hartill W. F. T., Tompkins G. R., Kleinsman P. J. 1983. Development in New Zealand of resistance to dicarboximide fungicides in *Botrytis cinerea*, to acylalanines in *Phytophthora infestans*, and to guazatine in *Penicillium italicum*. *New Zealand Journal of Agricultural Research* Vol. 26: 261 — 269.
- Instytut Ochrony Roślin 2001. Zalecenia ochrony roślin na lata 2002/2003 dotyczące zwalczania chorób, szkodników oraz chwastów roślin uprawnych. Część II. Rośliny rolnicze. Praca zbiorowa pod redakcją prof. dr hab. S. Pruszyńskiego: 371 ss.
- Kapsa J. 1992. Nasilenie występowania form grzyba *Phytophthora infestans* odpornych na fenyloamidy w latach 1989–1991. *Materiały XXXII Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin Cz. II - Postery*: 38–42
- Kapsa J. 2009. Monitorowanie wczesnych infekcji *Phytophthora infestans* w uprawach ziemniaka. *Progress in Plant Protection* 49 (2): 645 — 654.
- Matyjaszczyk E., Sobczak J. 2010. Zmiany w substancjach aktywnych stosowanych w ochronie ziemniaków w Polsce i implikacje dla środowiska. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, Nr 557: 131 — 143.

- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. 2012. Rejestr fungicydów stosowanych w ochronie ziemniaka (wyszukiwarka). [http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe/Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin/\(action\)/search](http://www.minrol.gov.pl/pol/Informacje-branzowe/Wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin/(action)/search) (data dostępu 01.06.2012).
- Osowski J. 2007. Termin wystąpienia pierwszych objawów alternariozy ziemniaka w zależności od roku i województwa. *Progress in Plant Protection*, 47 (2): 216 — 223.
- Pasche J. S., Wharam C. M., Gudmestad N. C. 2002. Shift in sensitivity of *Alternaria solani* (potato early blight) to strobilurin fungicides. *Proceedings of the BCPC Conference Pests & Diseases*: 841 — 846.
- Pasche J. S., Wharam C. M., Gudmestad N. C. 2004. Shift in sensitivity of *Alternaria solani* in response to QoI Fungicides. *Plant Disease*, Vol 88 No 2: 181 — 187.
- Pasche J.S., Piche L.M., Gudmestad N.C. 2005. Effect of the F129L mutation in *Alternaria solani* on fungicides affecting mitochondrial respiration. *Plant Disease* Vol. 89, No 3: 269 — 278.
- Pasche J.S. & Gudmestad N.C. 2008. Prevalence, competitive fitness and impact of the F129L mutation in *Alternaria solani* from United States. *Crop Protection*, 27 (2008): 427 — 435.