

JÓZEFA KAPSAZakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Nowe problemy w ochronie upraw ziemniaka przed alternariozą i zarazą

New problems in early and late blights control of potato

Zmiany w populacjach patogenów ziemniaka — *Phytophthora infestans* i *Alternaria* spp.— wpływają między innymi na wcześniejszy pojaw chorób oraz występowanie nietypowych ich objawów. Zmiany te wymagają innego podejścia do ochrony upraw ziemniaka; nowych terminów jej rozpoczynania, opartych na prognozowaniu i systemach decyzyjnych, wyboru fungicydów skutecznych w zwalczaniu poszczególnych patogenów i ich form i przydatnych w różnych stadiach rozwojowych roślin gospodarza. Wśród testowanych w latach 1999–2002 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Boninie fungicydów, najbardziej skuteczne w ochronie ziemniaka przed zarazą, okazały się fluazinam oraz mieszaniny: metalaksylu M z mankozebem i propamokarbu z mankozebem. W zwalczaniu alternariozy najbardziej efektywne okazały się mieszanina zoksamidu z mankozebem oraz propineb.

Słowa kluczowe: alternarioza, choroby, ochrona, zaraza, ziemniak, zmiany populacji patogenów

Changes in potato pathogen populations of *Phytophthora infestans* and *Alternaria* spp have influenced earlier appearance and untypical symptoms of the diseases. These changes brought a need of another attitudes in protection of potato crops; the time of starting is based on prognosis and decision support system, the new fungicides have to be effective in control of the diseases and their forms in various growth stages of plant host. In trials carried out in the Plant Breeding and Acclimatization Institute at Bonin in 1999–2002, fluazinam and systemic mixtures: metalaxyl M + mancozeb and propamocarb + mancozeb were the most effective in control of potato late blight. The mixture of zoxamide with mancozeb and propineb showed the highest efficacy in the early blight control.

Key words: changes of pathogen populations, early blight, diseases, late blight, potato, protection

WSTĘP

Wieloletnie obserwacje prowadzone na terenie Polski potwierdzają, że najważniejszym patogenem, powodującym znaczne straty gospodarcze, występującym na plantacjach ziemniaka w Polsce jest nadal *Phytophthora infestans*, sprawca zarazy ziemniaka. Coraz większego znaczenia w uprawach ziemniaka w Europie nabierają także grzyby z rodzaju *Alternaria*, sprawcy alternariozy. Różnorodne formy chorobowe wywoływane przez te patogeny, różny termin ich występowania i nasilenie poszczególnych chorób zależą

zarówno od warunków klimatycznych, jak i od zmian w populacjach patogenów (Fry, 1994; Kapsa, Wojciechowska-Perz, 1996; Kapsa, 2001; Osowski, 2001).

Obserwuje się coraz wcześniejsze występowanie chorób na plantacjach ziemniaka, szczególnie zarazy. Pociąga to za sobą potrzebę zmian w strategii ochrony, przede wszystkim zastosowania systemów prognozujących występowanie patogenu oraz wspomagających podejmowanie decyzji o rozpoczęciu ochrony. Dzięki systemom decyzyjnym możliwe jest określenie okresów krytycznych dla wystąpienia zarazy ziemniaka (Hansen, 1993; Hansen i in., 1995, 2000, 2001; Wójtowicz, Piekarczyk, 1998; Kapsa, 2002 a).

W Polsce zarejestrowanych jest ponad sześćdziesiąt fungicydów do ochrony plantacji ziemniaka przed sprawcami chorób. Zwalczanie poszczególnych patogenów lub ich form powinno być oparte na wyborze takich fungicydów, które będą nie tylko skuteczne w ich zwalczaniu ale i przydatne w poszczególnych fazach rozwojowych rośliny gospodarza.

Celem badań prowadzonych w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Boninie było oszacowanie skali nowych problemów związanych z występowaniem najważniejszych chorób ziemniaka na terenie Polski oraz znalezienie możliwie najkorzystniejszych rozwiązań ochrony upraw tej ważnej gospodarczo rośliny.

MATERIAŁ I METODY

W ramach współpracy z Państwowymi Inspektoratami Ochrony Roślin (obecnie PIORiN) od wielu lat prowadzi się w Boninie analizę występowania i nasilenia zarazy i alternariozy ziemniaka na terenie Polski. Materiał źródłowy do analiz stanowią ankiety, opracowane i rozsyłane przez Instytut w Boninie do PIOR-ów na terenie całego kraju, a wypełniane na podstawie obserwacji prowadzonych przez pracowników terenowych tychże jednostek.

Prowadzone w latach 1997–2002 obserwacje dotyczyły terminów wystąpienia pierwszych objawów zarazy i alternariozy na liściach i łodygach roślin ziemniaka, nasilenia i rozwoju chorób w poszczególnych sezonach wegetacyjnych oraz skali prowadzonej ochrony chemicznej plantacji (dobór fungicydów, terminy i liczba zabiegów). Ankiety zawierały dodatkowe informacje o uprawianej odmianie, datach sadzenia i zbioru oraz wysokości uzyskanego plonu bulw.

Skuteczność wybranych fungicydów w rozwiązywaniu nowych problemów związanych z występowaniem zarazy i alternariozy w uprawach ziemniaka oceniono w doświadczeniach polowych w Boninie.

Badania skuteczności zwalczania zarazy ziemniaka przez najpowszechniej stosowane w Polsce fungicydy prowadzono w doświadczeniach polowych w latach 2000–2002, na średnio późnej odmianie Rywal. Ochronę przed zarazą rozpoczynano w okresach krytycznych dla wystąpienia zarazy ziemniaka, możliwym do określenia dzięki zastosowanemu systemowi decyzyjnemu NegFry i prowadzono ją do końca pierwszej dekady sierpnia. Wykonywano 4–7 aplikacji, w zależności od presji infekcyjnej patogenu i typu fungicydu. Kryterium oceny skuteczności fungicydów były: porażenie roślin 2 tygodnie po zakończeniu ochrony, tempo szerzenia choroby (wg Van der Planka) oraz

indeks AUDPC oznaczający względną powierzchnię pod krzywą postępu choroby (= area under disease progress curve) (Shaner, Finney, 1977; Fry, 1978). Porównywano skuteczność fungicydów, o różnych typach mobilności działających:

- powierzchniowo: chlorotalonil z cynkiem (Bravo Plus 500 SC) w dawce 2,0 l/ha, fluazinam (Altima 500 SC) w dawce 0,4 l/ha i mankozeb (Dithane M-45 80WP) w dawce 2,0 kg/ha,
- wgłębnie: cymoksanil + mankozeb (Curzate M 72,5 WP) w dawce 2,0 kg/ha,
- układowo: metalaksyl M + mankozeb (Ridomil Gold MZ 68 WP) w dawce 2,0 kg/ha oraz chlorowodorek propamokarbu + chlorotalonil (Tattoo C 750 SC) w dawce 2,0 l/ha.

Badania skuteczności zwalczania alternariozy przez wybrane fungicydy prowadzono w doświadczeniach polowych w latach 1999–2002, na wczesnej odmianie Frezja. Ochronę rozpoczynano w momencie wystąpienia pierwszych nekroz powodowanych przez sprawców alternariozy na roślinach. Wykonywano 2–3 aplikacje, w zależności od presji infekcyjnej patogenu. Kryterium oceny skuteczności fungicydów były: porażenie roślin 2 tygodnie po zakończeniu ochrony, tempo szerzenia choroby (wg Van der Planka). Porównywano skuteczność fungicydów o działaniu:

- powierzchniowym: chlorotalonil z cynkiem (Bravo Plus 500 SC) w dawce 2,0 l/ha, mankozeb (Dithane M-45 80WP) i zoksamid + mzb (Unikat 75 WG) w dawkach 2,0 kg/ha oraz propineb (Antracol 70 WP) w dawce 1,8 kg/ha,
- układowym: metalaksyl M + mankozeb (Ridomil Gold MZ 68 WP) w dawce 2,0 kg/ha oraz chlorowodorek propamokarbu + chlorotalonil (Tattoo C 750 SC) w dawce 2,0 l/ha.

Uzyskane wyniki obliczono statystycznie wykonując analizę wariancji. Do obliczeń statystycznych porażenia roślin chorobami użyto danych transformowanych wg wzoru Bliss'a.

WYNIKI

Obserwacje prowadzone na terenie Polski w latach 1997–2002 wykazały, że najwcześniej na polach ziemniaka pojawiała się alternarioza. Informacje o pierwszych objawach tej choroby otrzymywano już w maju (tab. 1). Występowanie pierwszych objawów alternariozy obserwowano najczęściej w trzeciej dekadzie maja (lata: 1998–2001) lub w połowie czerwca (rok 1997). Wyjątkowo wczesne wystąpienie choroby obserwowano w sezonie 2002 (10 maja). Występowanie zarazy obserwowano na ogół nieco później. W warunkach klimatycznych Polski zaraza pojawiała się najczęściej w czerwcu (lata: 1997, 1999, 2000 i 2001) w województwach centralnych lub południowych (rok 1998). W roku 2002 pierwsze infekcje zarazy obserwowano już w maju w województwie wielkopolskim.

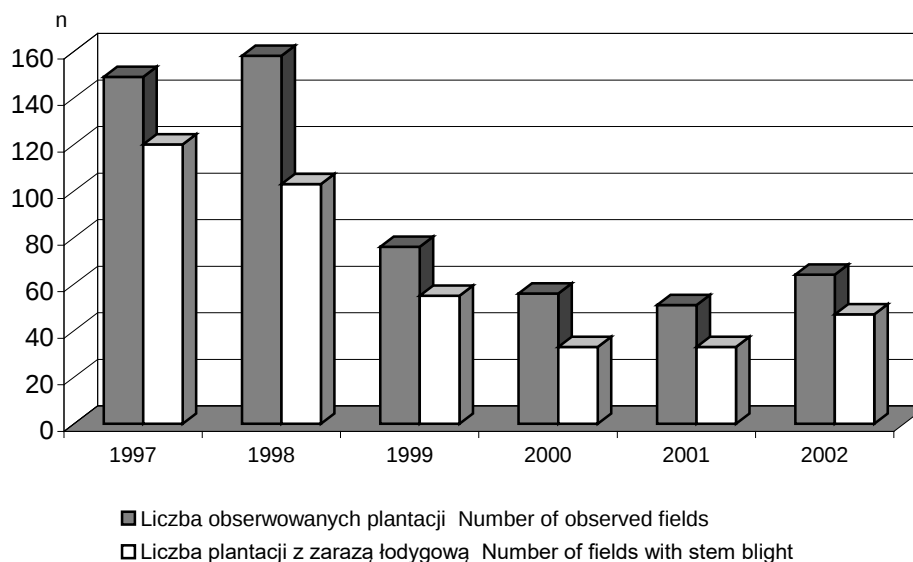
Tabela 1

Termin wystąpienia alternariozy i zarazy na uprawach ziemniaka w Polsce
Time of early and late blight appearance on potato crops in Poland

Rok Year	Informacje o wystąpieniu alternariozy Information about early blight appearance		Informacje o wystąpieniu zarazy Information about late blight appearance	
	data date	województwo voivodship	data date	województwo voivodship
1997	16.06.	legnickie*	23.06.	poznańskie*
1998	20.05.	łódzkie*	02.06.	zamojskie*
1999	29.05.	opolskie*	07.06.	łódzkie*
2000	24.05.	mazowieckie	14.06.	mazowieckie
2001	31.05.	łódzkie	06.06.	łódzkie
2002	10.05.	dołnośląskie	21.05.	wielkopolskie

* Według dawnego podziału administracyjnego

Objawy zarazy występujące pierwotnie na łodygach ziemniaka nie należą do rzadkości w ostatnich latach (rys. 1). Przegląd 554 plantacji ziemniaka, przeprowadzony w latach 1997–2002 wykazał, że problem infekcji zarazowych rozpoczynających się na łodygach dotyczył 58,9–80,5% z nich.



Rys. 1. Nasilenie występowania objawów zarazy na łodygach w uprawach ziemniaka
Fig. 1. Incidence of late blight on stems in potato crops

Terminy pojawu i nasilenie zarazy w Boninie w latach prowadzenia badań skuteczności środków ochrony roślin były bardzo różne (tab. 2).

Zaraza pojawiła się najwcześniej w sezonie 2001 (59 dni po sadzeniu ziemniaków), najpóźniej w sezonie 2000 (81 dni po sadzeniu). Terminy wystąpienia choroby

warunkowały opady w miesiącach maj-lipiec. Pomimo późnego wystąpienia zarazy w 2000 roku, zaraza rozwijała się bardzo intensywnie wskutek sprzyjających temperatur i opadów w dalszej części sezonu. Najwolniejszy rozwój choroby obserwowano w 2002 roku jako następstwo niewielkich opadów oraz wysokich temperatur panujących w lipcu i sierpniu.

Tabela 2

Nasilenie zarazy ziemniaka na poletkach kontrolnych odmiany Rywal w Boninie
Incidence of late blight on control plots of the Rywal variety at Bonin

Rok Year	Termin Time of			Opady Rainfalls V–VII (mm)	Nasilenie zarazy Severity of late blight	
	sadzenia planting	wystąpienia zarazy late blight appearance			tempo szerzenia zarazy rate of blight development	AUDPC
		data date	dni po sadzeniu days after planting			
2000	28.04.	18.07.	81	178,2	0,280	0,379
2001	04.05.	02.07.	59	305,2	0,241	0,323
2002	23.04.	05.07.	73	265,8	0,224	0,243

Wyniki badań skuteczności fungicydów ograniczających zarazę, prowadzonych w Boninie w latach 2000–2002, wykazały przydatność wszystkich testowanych fungicydów do ochrony ziemniaka przed typowymi infekcjami zarazy. Wszystkie badane fungicydy wykazały dobrą skuteczność w zwalczaniu zarazy w porównaniu z niechronioną kontrolą (tab. 3).

Tabela 3

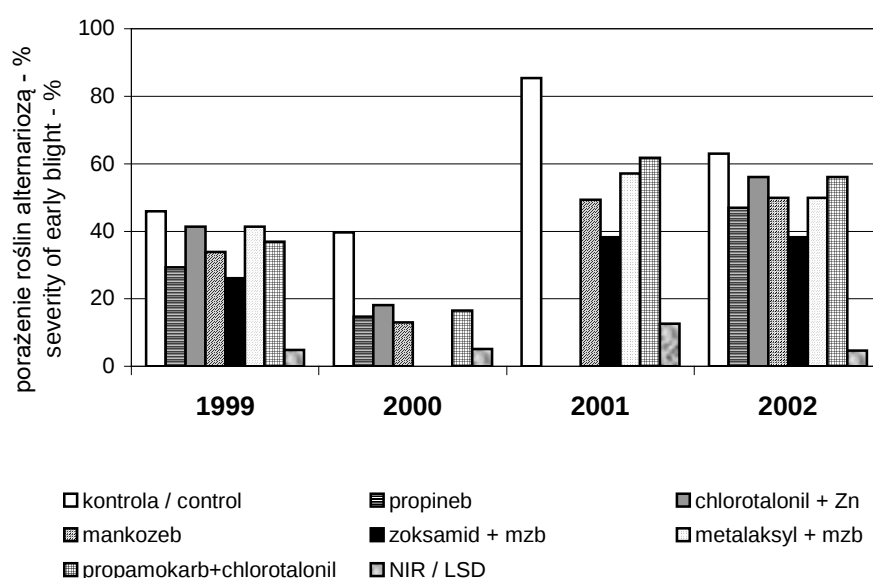
Skuteczność fungicydów w hamowaniu rozwoju zarazy ziemniaka w Boninie (lata 2000-2002)
Effectiveness of fungicides in inhibition of potato late blight at Bonin (years 2000-2002)

Wariant ochrony Treatment	Dawka Dose 1 kg /ha	2000		2001		2002	
		porażenie roślin disease severity (%)	AUDPC	porażenie roślin disease severity (%)	AUDPC	porażenie roślin disease severity (%)	AUDPC
Kontrola bez ochrony Control without any protection	—	92,8	0,379	81,8	0,323	86,1	0,243
Chlorotalonil + Zn	2,0	15,3	0,036	9,4	0,017	—	—
Fluazinam	0,4	2,6	0,008	11,4	0,018	32,5	0,067
Mankozeb	2,0	13,9	0,031	7,2	0,017	38,5	0,078
Cymoksanil + mzb	2,0	29,8	0,050	16,3	0,031	19,7	0,041
Metalaksyl M + mzb	2,0	5,0	0,011	2,9	0,006	17,4	0,035
Chlorowodorek propamokarbu + chlorotalonil	2,0	10,5	0,029	6,2	0,014	10,5	0,021
NIR $\alpha = 0,05^*$ LSD $\alpha = 0,05^*$		2,7		6,2		1,7	

Efektywność ochrony ziemniaka przez poszczególne fungicydy, mierzona porażeniem roślin ziemniaka oraz indeksem AUDPC, w znacznym stopniu zależała od przebiegu warunków pogodowych. W roku 2000, sezonie o dużej presji infekcyjnej patogenu, skuteczność fluazinamu i mieszaniny metalaksylu z mankozebem w zwalczaniu choroby była zdecydowanie wyższa od pozostałych fungicydów. Najwyższą skutecznością w zwalczaniu zarazy w 2001 roku charakteryzowały się mieszaniny: metalaksylu z mankozebem i propamokarbu z chlorotalonilem oraz sam mankozeb. W roku 2002 natomiast mieszanina propamokarbu z chlorotalonilem wykazała się istotnie lepszą skutecznością od skuteczności pozostałych fungicydów.

Chociaż stwierdzano różnice w tempie szerzenia choroby na poletkach chronionych różnymi fungicydami to w większości lat badań nie były one statystycznie istotne.

We wszystkich latach badań obserwowano także wysoką skuteczność zwalczania alternariozy przez wybrane fungicydy (rys. 2).



Rys. 2. Skuteczność zwalczania alternariozy przez wybrane fungicydy
Fig. 2. Efficacy of some fungicides in early blight control

Porażenie roślin na poletkach chronionych było wyraźnie niższe niż na poletkach kontrolnych; były to różnice statystycznie istotne. W roku 1999 propineb i mieszanina zoksamidu z mankozebem wykazały wysoce istotną efektywność w zwalczaniu alternariozy. Zniszczenie roślin przez chorobę na poletkach chronionych chlorotalonilem i mieszaniną metalaksylu z mankozebem nie różniło się istotnie od zniszczenia na poletkach kontrolnych. W sezonie 2000 wszystkie testowane fungicydy wykazały zadowalającą efektywność w hamowaniu choroby. W latach 2001 i 2002 istotnie wyższą

skutecznością od pozostałych wykazała się mieszanina zoksamidu z mankozebem oraz propineb.

DYSKUSJA

W ostatnich latach obserwuje się coraz wcześniejsze występowanie chorób na plantacjach ziemniaka, szczególnie zarazy. W Polsce, najwcześniejszy pojaw patogenów obserwowano na plantacjach ziemniaka w sezonie 2002, co mogło być spowodowane przede wszystkim układem warunków meteorologicznych. Obserwacje prowadzone w latach 1997–2002 wskazują, że generalnie oba patogeny występują najwcześniej w województwach centralnych i południowo-zachodnich.

Zmiany w populacjach *P. infestans* pociągające za sobą wcześniejsze i groźniejsze epidemie zarazy, załamywanie się odporności genetycznej wyhodowanych odmian uprawnych czy też nieskuteczność stosowanej ochrony przed chorobą, rozwijającą się pierwotnie nie tylko na liściach, ale i innych organach roślin (łodygi, ogonki liściowe), stawiają nowe wyzwania dla osób odpowiedzialnych za ochronę roślin. Zmiany epidemiologicznego zachowania patogenu stanowią bowiem między innymi zagrożenie skuteczności jego zwalczania.

Coraz wcześniejsze występowanie zarazy na plantacjach ziemniaka wymaga zmian związanych z terminem rozpoczynania ochrony. Dotychczasowe zalecenia dotyczące rozpoczynania zwalczania choroby w momencie zwierania się roślin w rzędach (Pietkiewicz, Kowański, 1989; Kapsa, 2000) są w wielu wypadkach nieaktualne. Ochrona intensywna — oparta na stadiach fenologicznych uprawy, prowadzona rutynowo od momentu potencjalnego zagrożenia wystąpienia chorób (np. od wschodów ziemniaka lub od 10 cm wysokości roślin) jest często nieekonomiczna i przede wszystkim niepotrzebnie zatruwa środowisko. Rozwiązaniem jest niewątpliwie stosowanie ochrony zrównoważonej, opartej na prognozowaniu występowania patogenów, która rozpoczynana jest w momencie krytycznym dla występowania zarazy. Opiera się ona na monitorowaniu występowania patogenów, prognozowaniu stanu zagrożenia (ryzyka) pojawu choroby i systemach decyzyjnych o rozpoczęciu ochrony. Od kilku lat w warunkach Polski testowano przydatność systemu NegFry, wspomagającego podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka przed zarazą. O przydatności tego systemu w warunkach naszego kraju świadczą wyniki kilku prac (Wójtowicz, Piekarczyk, 1998; Kapsa, Osowski, 2002; Wójtowicz, 2002; Kapsa i in., 2003 a)

Badania polowe prowadzone w latach 2000–2002 wykazały zadowalającą efektywność wybranych fungicydów w walce z typowymi objawami zarazy ziemniaka. Testowane fungicydy różniły się sposobem przemieszczania w roślinie (powierzchniowe, wglębne, układowe) oraz mechanizmami działania na patogeny (zapobiegawcze, lecznicze, wyniszczające). Wcześniejsze doświadczenia wykonane w IHAR w Boninie wykazały także dobrą skuteczność fungicydów w zwalczaniu różnych patogenów ziemniaka (Kapsa, 2001; Kapsa i in., 2003 b).

Tradycyjnie prowadzona ochrona upraw ziemniaka jest jednak często nieskuteczna w przypadku zarazy pojawiającej się pierwotnie na łodygach czy wierzchołkach pędów

roślin. Obserwacje polowe nad występowaniem zarazy, prowadzone przez szereg lat na terenie Polski, wykazały, że pierwsze infekcje zarazy coraz częściej występują nie tylko na liściach roślin ziemniaka, ale równocześnie także na łodygach (Kapsa, 2001, 2002 b). W warunkach Polski problem ten pojawia się średnio na ok. 70% plantacjach. Kröcher (1996) oraz Duvauchelle i Lherbier (1996) potwierdzają, że w ostatnich latach obserwuje się coraz częściej pierwsze objawy zarazy na łodygach, rozprzestrzeniające się epidemicznie.

Przeprowadzone wcześniej w Boninie badania wykazały, że ochrona chemiczna plantacji ziemniaka może być skuteczna także w przypadku zarazy łodygowej (Kapsa, Osowski, 1999; Kapsa, 2001). Ponieważ sprawcą infekcji występujących na łodygach i liściach jest ten sam patogen *P. infestans*, do jego zwalczania można zastosować wszystkie zarejestrowane środki ochrony. Efektywność ochrony ziemniaka przed zarazą występującą na łodygach zależy jednak od kilku dodatkowych czynników. Dotychczasowe metody aplikacji fungicydów na plantacjach ziemniaka polegają na nanoszeniu środka przede wszystkim na górną część naci. Łodygi pozostają często niechronione, szczególnie przy zastosowaniu fungicydów o działaniu powierzchniowym. Przy tradycyjnych metodach aplikowania środków, do ochrony ziemniaka przed pierwotnymi infekcjami pojawiającymi się na łodygach przydatne są przede wszystkim fungicydy układowe, przemieszczające się w roślinach.

Obserwowany wzrost znaczenia alternariozy w uprawach ziemniaka wskazuje na konieczność uwzględniania w ochronie prowadzonej z użyciem fungicydów, także zadowalającej ich skuteczności w zwalczaniu tej choroby. Nie zawsze wystarczająca efektywność środków, testowanych w Boninie w latach 1999–2002 w hamowaniu choroby, mogła wynikać nie tylko z mniejszej skuteczności, ale także ze zbyt późnego ich zastosowania. Ochronę przed zarazą rozpoczynano w momencie wystąpienia objawów choroby. Sprawcy alternariozy jako typowe nekrofity, atakują przede wszystkim rośliny osłabione, starsze liście. Pierwsze objawy choroby na dolnych liściach nie zawsze są zauważane przy bujnie rozwiniętej naci.

Przydatność zarejestrowanych w Europie fungicydów w ochronie plantacji ziemniaka przed zarazą przedstawiana jest w specjalnym raporcie opracowywanym corocznie na spotkaniach „Workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight”. Bradshaw (2003) przedstawia charakterystykę fungicydów najpowszechniej stosowanych w Europie w 2002 roku, opartą na wynikach prac prowadzonych w wielu krajach, w tym także w Polsce.

WNIOSKI

1. Obserwowane w Europie i w Polsce zmiany w populacjach patogenów ziemniaka, takich jak *Phytophthora infestans* i *Alternaria* spp., stwarzają nowe problemy na plantacjach ziemniaka; wpływają między innymi na wcześniejszy pojaw chorób oraz występowanie nietypowych ich objawów.
2. Zmiany w populacjach patogenów wymagają innego podejścia do ochrony plantacji ziemniaka:

- zastosowanie nowych terminów jej rozpoczynania, opartych na prognozowaniu zagrożenia wystąpienia patogarów,
 - doboru odpowiednich fungicydów skutecznych w zwalczaniu poszczególnych patogenów i ich form,
 - uwzględnienia stadium rozwojowego roślin gospodarza.
3. Wśród testowanych fungicydów, w ochronie ziemniaka przed typowymi infekcjami zarazy najbardziej skuteczne okazały się powierzchniowo działający fluazinam oraz mieszaniny systemiczne: metalaksylu M z mankozebem i propamokarbu z mankozebem.
 4. W doświadczeniach polowych prowadzonych w latach 1999–2002 najbardziej efektywne w zwalczaniu alternariozy okazały się fungicydy działające powierzchniowo: mieszanina zoksamidu z mankozebem oraz propineb.

LITERATURA

- Bradshaw N. J. 2003. Report of the fungicide sub-group: Discussion of potato late blight fungicide properties and characteristics. PPO-Special Report no. 9. Proc. 7th Workshop of a European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Poznań, Poland 6–10 October 2002: 23 — 26.
- Duvauchelle S., Lherbier V. 1996. *Phytophthora infestans* evolution for the last fifteen years. Abs. 13th Triennial Conference of EAPR, Veldhoven, The Netherlands: 350 — 351.
- Fry, W. E. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopath.* 67: 415 — 420.
- Fry W. E. 1994. Role of early and late blight suppression in potato pest management. In: *Advances in Potato pest biology and management*. Zehnder G. W., Powelson M. L., Jansson R. K., Raman K. V. (eds.). The American Phytopathology Society, St. Paul, Minnesota, USA: 166 — 177.
- Hansen J. G. 1993. The use of meteorological data for potato late blight forecasting in Denmark. In: *Workshop on Computer-based DSS on Crop Protection* Parma, Italy, 23–26 November 1993, Secher B. J. M. Rossi V., Battilani P. (eds.). Danish Institute of Plant and Soil Science. SP report no 7: 183 — 193.
- Hansen J. G., Anderson B., Hermansen A. 1995. NEGFY — a system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. In: *Phytophthora* 150. Dowley L. J., Bannon E., Cooke L. R., Keane T., O'Sullivan E. (eds.). Dublin, Ireland: Boole: 201 — 208.
- Hansen J. G., Kleinhenz B., Jorg E., Wander J. G. N., Spits H. G., Dowley L. J., Rauscher E., Michelante D., Dubois L., Steenblock T. 2002. Results of validation trials of *Phytophthora* DSSs in Europe, 2001. PPO-Special Report 2 no.8. (2002). Proc. 6th Workshop of a European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Edinburgh, Scotland, 26–30 September 2001: 231 — 242.
- Hansen J. G., Lassen P., Turka I., Stuogiene L., Valskyte A., Koppel M. 2000. Validation and implementation of a Danish decision support system for the control of potato late blight in the Baltic countries. PAV-Special Report 6/2000. Proc. Workshop on the European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Belgium, Ostende 29.09. — 3.10.1999: 117 — 130.
- Kapsa J. 2000. Zaraza ziemniaka — stare i nowe problemy. IHAR Oddz. Bonin: 35.
- Kapsa J. 2001. Zaraza (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. *Monografie i Rozpr. Nauk.* 11. IHAR Radzików: 108.
- Kapsa J. 2002 a. Zastosowanie systemów decyzyjnych w ochronie plantacji ziemniaka przed zarazą. — *Prog. Plant Prot.* Vol. 42 (1): 317 — 323.
- Kapsa J. 2002 b. Zmiany w europejskich populacjach *Phytophthora infestans*. *Biul. IHAR* 223/224: 329 — 335.
- Kapsa J., Osowski J. 1999. Experiences with stem late blight (*Phytophthora infestans*) control in Poland. PAV-Special Report 5/1999. Proc. Workshop on the European Network for development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. Sweden, Upsala 9–12.09. 1998: 228 — 236.

- Kapsa J., Osowski J. 2002. Wprowadzanie i ocena systemu decyzyjnego NegFry w strategii przed zarazą ziemniaka w warunkach polskich. Biul. IHAR 223/224: 351 — 359.
- Kapsa J., Osowski J., Bernat E. 2003 a. NegFry — decision support system for late blight control in potato crops — results of validation trials in north Poland. J. Plant Prot. Res. Vol.: 43 — 52.
- Kapsa J., Osowski J., Shevchuk O. 2003 b. Efficacy of zoxamide/mancozeb mixture against early blight (*Alternaria* spp.) and late blight (*Phytophthora infestans*) in Polish experiences. PPO-Special Report no.9 (2003). Proc. 7th Workshop of a European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Poznań, Poland, 2–6 October 2002: 85 — 94.
- Kapsa J., Wojciechowska-Perz B. 1996. Zaraza łodygowa — inna forma zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*). Prog. Plant Prot. Vol. 36 (2): 189 — 191.
- Kröcher von C. 1996. Strategien der *Phytophthora* — Bekämpfung. Kartoffelbau, 5: 160 — 163.
- Osowski J. 2001. Potrzeba i możliwości zwalczania alternariozy. Ziemn. Pol. 2: 19 — 22.
- Pietkiewicz J. B., Kowański K. 1989. Zwalczanie zarazy ziemniaka. Instrukcja upowszechnieniowa 1/89. Instytut Ziemniaka, Bonin: 20 + 15 tab.
- Schepers H. T. A. M. 2003. The development and control of *Phytophthora infestans* in Europe in 2002. PPO-Special Report no. 9. Proc. 7th Workshop of a European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Poznań, Poland 6–10 October 2002: 9 — 22.
- Shaner G., Finney R. E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopath. 67: 1051 — 1056.
- Van der Plank J. E. 1963. Plant diseases: epidemics and control. Academic Press. New York: 349 pp.
- Wójtowicz A., Piekarczyk J. 1998. Porównanie skuteczności wybranych systemów wspierających podejmowanie decyzji w zwalczaniu zarazy ziemniaka. Prog. Plant Prot. Vol. 38 (2): 358 — 361.
- Wójtowicz A. 2003. Porównanie czterech systemów wspierających podejmowanie decyzji w prognozowaniu terminów występowania oraz zwalczania zarazy ziemniaka [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]. Praca doktorska IOR Poznań: 117, 47 tabl.