

PROBLEM ZWALCZANIA ZARAZY NA PLANTACJACH ZIEMNIAKA W POLSCE

dr hab. Józefa Kapsa, prof. nadzw.
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
e-mail: jkapsa@wp.pl

Znaczne straty plonu ziemniaków powodowane przez choroby grzybowe i bakteryjne wynikają ze specyfiki ich uprawy. Wegetatywny sposób rozmnażania sprawia, że ziemniak jest szczególnie narażony na choroby. Większość sprawców chorób zimuje na resztkach roślinnych pozostawionych w glebie lub w przechowywanych bulwach i jest przenoszona na następny sezon wraz z sadzeniakami.

Od wielu lat *Phytophthora infestans* – sprawca zarazy ziemniaka – jest patogenem powszechnie występującym na całym świecie. Powszechność jego występowania i ogromna zmienność sprawiają, że zaraza nadal pozostaje nie do końca rozwiązany problemem. Na świecie uprawia się obecnie ok. 19 mln ha ziemniaków rocznie, a straty plonów wskutek szerzenia się zarazy szacuje się na 15-20% (Anonymous 1997). Jedną z przyczyn zwiększonych strat plonu jest wzrost agresywności sprawcy choroby. Od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku obserwuje się zmiany w populacjach *P. infestans*. Pojawienie się w Europie nowego typu kojarzeniowego A2 umożliwiło patogenowi rozmnażanie generatywne (oospory),

co sprzyja mieszaniu materiału genetycznego, a w konsekwencji powoduje większą genetyczną zmienność osobniczą w populacjach patogenu. Ponadto obserwuje się lepsze przystosowanie sprawcy choroby do wyższych lub niższych temperatur, wyższą jego przeżywalność na bulwach, krótsze cykle życiowe i większą produkcję zarodników oraz szerszy zakres gospodarzy.

Konsekwencją zmian w populacjach *P. infestans*, a także zmian klimatycznych, są między innymi:

- wcześniejsze występowanie epifitozy w sezonie (nawet już w maju);
- gwałtowniejszy przebieg choroby (możliwe zniszczenie plantacji w ciągu kilku dni);
- dodatkowe źródła infekcji w środowisku (oospory, samosiewy ziemniaka), a co za tym idzie – zwiększenie potencjału infekcyjnego *P. infestans*;
- większe zagrożenie upraw ziemniaka przez zarazę.

Również w Polsce obserwuje się wcześniejsze i większe ryzyko wystąpienia zarazy na plantacjach ziemniaka, nawet już w maju (tab. 1).

Tabela 1

Zagrożenie wystąpienia zarazy w uprawie ziemniaka w Boninie w latach 2006-2010

Rok	Ryzyko wystąpienia zarazy ziemniaka				
	maj	czerwiec	lipiec	sierpień	wrzesień
2006					
2007					
2008					
2009					
2010					
Opis ryzyka	małe		średnie		duże

Za główne źródła zarazy w uprawach ziemniaków uważa się niezabezpieczone

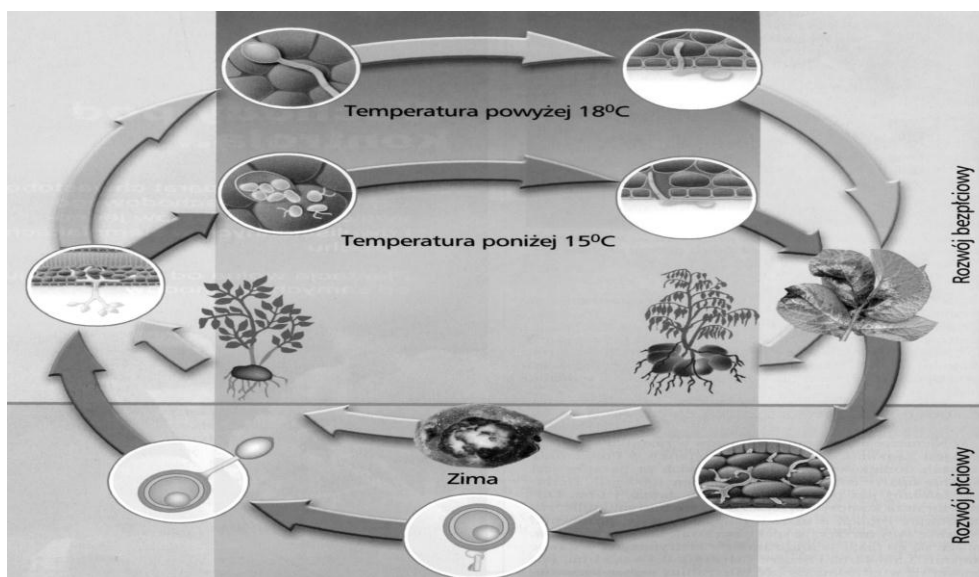
gnijące bulwy pozostawione na stertach opadowych oraz niechronione lub niedostatecznie chronione uprawy wczesnych odmian ziemniaka w sąsiedztwie. Występowanie zarazy we wczesnym stadium rozwoju ziemniaka, przed zwieraniem się roślin w rzędach (BBCH<39), sugeruje istnienie i wzrost znaczenia dodatkowych źródeł porażenia plantacji pochodzących z gleby, takich jak porażone latentnie sadzeniaki (Evenhuis i in. 2007). Badania prowadzone w Niemczech dowodzą, że niektóre młode łodygi, wyrosłe z chorych bulw, mogą być bezobjawowo zakażone sprawcą zarazy. Po obfitych opadach deszczu, występujących na początku sezonu wegetacyjnego, w pobliżu takich łodyg obserwowano liczne zoospory uwolnione do gleby, które mogą być źródłem porażenia dolnych liści i łodyg.

Wcześniejsze występowanie epifitozy może być związane także z infekcjami roślin przez oospory – zarodniki przetrwalnikowe patogenu, już dość powszechnymi w krajach skandynawskich (Turkensteen i in. 2000). Oospory mogą przeżywać w resztkach roślinnych lub bezpośrednio w glebie nawet w niskich temperaturach, pozostając żywotne przez dłuższy czas (7-12 miesięcy), i stanowią kolejne (potencjalne) źródło infekcji pierwotnej, zwiększając potencjał infekcyjny patogenu w środowisku (Evenhuis i in. 2007).

Ważnym źródłem zarazy na plantacjach

są także rośliny ziemniaka w uprawach następczych (tzw. samosiewy), wyrastające z porażonych bulw pozostawionych na polu. Przeżywaniu patogenów sprzyjają łagodniejsze zimy. Zarodniki z takich chorych roślin mogą przenosić się na sąsiednie plantacje ziemniaków. Dodatkowo niechronione samosiewy w innych uprawach stanowią swoiste „chwytacze” dla zarodników *P. infestans* znajdujących się w środowisku. Sprawca zarazy ziemniaka ma niezwykłą zdolność rozprzestrzeniania się, zarówno w obrębie jednej uprawy, jak i między różnymi uprawami, przy wilgotnym wietrze nawet na odległość 70-80 km.

Powszechnie wiadomo, że występowaniu i rozwojowi choroby w sezonie sprzyjają przede wszystkim przedłużające się okresy opadów deszczu i podwyższonej wilgotności powietrza (mgły, rosy) oraz umiarkowana temperatura. Przy wyższej temperaturze (optimum 24°C) rozproszone w środowisku zarodniki patogenu kiełkują bezpośrednio, infekując nowe rośliny ziemniaka. Przy niższej temperaturze (optimum 12°C) zarodniki zmieniają się w zoospory wytwarzające 6-16 drobnych zarodników pławkowych (zoospor), które w warunkach podwyższonej wilgotności zakażają nowe rośliny (rys. 1). Dalszy rozwój choroby przebiega najintensywniej w temperaturze ok. 20°C. W takich warunkach plantacja ziemniaka może zostać zniszczona przez chorobę w ciągu zaledwie kilku dni.



Rys. 1. Cykl rozwojowy sprawcy zarazy ziemniaka *P. infestans*

Pierwsze widoczne objawy zarazy na liściach to niewielkie, nieregularne, jasnozielone plamki. Podczas wilgotnej i chłodnej pogody plamy powiększają się i przybierają barwę brunatną. Wcześniej rano, przy utrzymującej się w powietrzu wilgoci, na brzegach nekroz na dolnej stronie liścia widoczny jest delikatny biały nalot złożony z trzonek konidialnych patogenu, na których formują się zarodniki. Rozwijające się na liściach nekrozy mogą prowadzić do zniszczenia całych liści i dalej przez ogonki

liściowe przechodzić na łodygi, zabijając w końcu całe rośliny.

Na plantacjach ziemniaka obserwuje się nie tylko wzrost patogeniczności *P. infestans*, ale także występowanie nietypowych objawów. Wzrasta liczba masowych zakażeń pierwotnych łodyg, tzw. zaraza łodygowa (tab. 2). Na zaatakowanej łodydze pojawia się ciemnobrązowa lub czarna plama rozciągająca się w dół. W warunkach podwyższonej wilgotności powietrza na całej powierzchni plamy można zauważyć obfite zarodnikowanie patogenu.

Tabela 2

Nasilenie pierwotnych infekcji zarazy na łodygach ziemniaka na terenie Polski

Rok	Liczba obserwowanych plantacji	Termin pierwszych pojawów zarazy	Procent plantacji z łodygową formą zarazy
2005	21	20.06.	47,6
2006	17	12.06.	29,4
2007	15	04.06.	43,8
2008	25	27.05.	44,0
2009	22	08.06.	84,6

Dotychczasowe obserwacje, prowadzone w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka IHAR – PIB w Boninie, wskazują na kilka niebezpieczeństw stwarzanych przez tę formę choroby: zaraza łodygowa może pojawiać się na plantacjach ziemniaka znacznie wcześniej aniżeli forma liściowa, na niektórych odmianach rozwija się w bardzo szybkim tempie niezależnie od warunków pogodowych (nawet przy suchej, ciepłej pogodzie), powodując masowe gnicie bulw już w czasie zbioru (Kapsa 2001).

Warto pamiętać, że konsekwencją silnego rozwoju patogenu w sezonie wegetacyjnym może być także silne porażenie bulw zarazą. Zakażenie bulw następuje w polu, w czasie zbioru lub przechowywania. Na powierzchni chorej bulwy tworzą się różnej wielkości ołowianoszare plamy. W miąższu występują rdzawe, twarde nacieki, postępujące w głąb bulwy.

Poprzednie sezony wegetacyjne (np. rok 2009 cechujący się dużym nasileniem zarazy na plantacjach ziemniaka w Polsce), przypomniły plantatorom, że rozwijająca się choroba może przynieść wiele kłopotów z ziemniakami. Niszcząc przedwcześnie powierzchnię asymilacyjną roślin, zaraza wpły-

wa na zmniejszenie plonu bulw. Dowiedziono, że zniszczenie 50-70% naci (w zależności od odmiany) powoduje całkowite zatrzymanie przyrostu plonu. Zadaniem ochrony jest więc odsunięcie w czasie krytycznego zniszczenia naci, aby przedłużyć okres tuberyzacji i zwiększyć plon bulw pod każdym krzakiem.

Nie potrzeba nikogo przekonywać, że ochrona plantacji przed zarazą ziemniaka jest konieczna. Zwalczając zarazę, powinno się stosować przede wszystkim działania profilaktyczne takie jak: niszczenie źródeł zakażenia, wczesne terminy sadzenia podkiełkowanych lub pobudzonych sadzeniaków (aby rośliny zdążyły wytworzyć większość plonu przed epidemią) oraz uprawę odmian odpornych. W polskim rejestrze znajduje się obecnie kilkanaście odmian odpornych lub odporniejszych (w skali 9-stopniowej) na zarazę ziemniaka. Są to jadalne: Medea, Ursus (ocena 6,5), Zeus, Sopllica (ocena 6) i skrobiowe: Bzura, Kuras, Ślęza (ocena 8), Bosman, Hinga, Inwestor, Neptun, Sekwana, Sonda (ocena 7), Umiak (ocena 6,5), Gandawa, Jasia, Pokusa, Rudawa, Skawa (ocena 6).

Oprócz zabiegów agrotechnicznych i hodowlanych powszechnie stosuje się ochronę chemiczną. W ostatnich latach liczba zabiegów przeciwko zarazie w Europie Zachodniej nierzadko sięga 23-25 w sezonie, w Polsce dochodzi do 20 (duże plantacje produkcyjne) i 4-6 (na plantacjach średnich).

Właściwa prowadzona ochrona chemiczna w okresie wegetacji z użyciem fungicydów może powstrzymać lub bardzo spowolnić rozwój choroby, chroniąc rośliny ziemniaka przed całkowitym zniszczeniem. O jej skuteczności decyduje kilka czynników, z których najważniejsze są: **termin rozpoczęcia ochrony**, poprzedzony monitorowaniem i prognozowaniem pojawu patogenu, **terminy kolejnych zabiegów** oraz **kolejność zastosowanych fungicydów** (Kapsa 2006).

Określanie terminów pierwszego i kolejnych zabiegów

Chemiczna ochrona przed zarazą może polegać na intensywnym stosowaniu fungicydów już od wschodów ziemniaka lub jako ochrona zrównoważona opierać się na prognozowaniu występowania patogenu i wykorzystaniu systemów decyzyjnych wspomagających podejmowanie decyzji o jej rozpoczęciu.

Najlepszym terminem rozpoczęcia ochrony jest termin zapewniający profilaktyczną ochronę plantacji (1-2 zabiegi). Warstwa fungicydu profilaktycznego powinna zapewnić ochronę roślin przed kontaktem z zarodnikami zwalczanego patogenu, wywołującego proces chorobowy. Opóźnia to wystąpienie zarazy ziemniaka na polu.

System wspomagający podejmowanie decyzji w zwalczaniu zarazy na plantacjach ziemniaka precyzyjnie określa datę pierwszego i kolejnych zabiegów. Jednym z warunków działania systemu jest posiadanie komputera, na którym system działa, i podłączenie go do stacji meteorologicznej, dostarczającej automatycznie (co godzinę)

wybrane informacje meteorologiczne, takie jak temperatura powietrza na wysokości 1,5-2 m, wilgotność względna powietrza i suma opadów, poczynając od daty wschodów (25% roślin na powierzchni gleby) do zakończenia ochrony (ok. 90 dni od jej rozpoczęcia). W Polsce, na niewielkiej liczbie plantacji, są stosowane systemy decyzyjne NegFry i sporadycznie Dacom, pozwalające zaoszczędzić do 30% zabiegów przeciwko zarazie ziemniaka.

W praktyce najczęściej termin pierwszego zabiegu na polu jest określany w sposób uproszczony: wykonuje się go w okresie zwierania roślin w rzędach lub gdy występują pierwsze objawy choroby na plantacjach odmian najwcześniejszych. Kolejne zabiegi stosuje się w zależności od warunków pogodowych; przy większym zagrożeniu rozwoju choroby kolejne aplikacje wykonuje się co 7 (fungicydy powierzchniowe) – 10 dni (fungicydy wgłębne lub układowe). W warunkach niesprzyjających chorobie odstępy można wydłużyć do 10-14 dni.

Dobór fungicydów do ochrony

Unijny przegląd substancji aktywnych stosowanych w ochronie roślin (pod kątem rygorystycznych wymogów bezpieczeństwa) spowodował wycofanie ok. 74% z nich ze stosowania we wszystkich państwach członkowskich Unii. Z rynku zniknęły wszystkie środki ochrony roślin, które zawierały wycofaną substancję aktywną. W przypadku upraw ziemniaka, szczególnie w odniesieniu do fungicydów, zmiany te nie były aż tak bardzo dotkliwe. Szybki rozwój fitofarmacji przyczynił się ponadto do zwiększenia asortymentu dostępnych fungicydów o wyższej skuteczności i niezawodności, a jednocześnie bardziej bezpiecznych dla ludzi i środowiska. W Polsce zarejestrowanych jest obecnie ponad 40 fungicydów do zwalczania zarazy ziemniaka (tab. 3).

Tabela 3

**Fungicydy do zwalczania zarazy w uprawach ziemniaka
(dopuszczone do obrotu zezwoleniem MRiRW; stan na dzień 30.03.2011)**

Substancja biologicznie czynna	Nazwa handlowa	Dawka l/kg na ha	Karencja dni
Fungicydy powierzchniowe			
Cyjazofamid + adiuwant	Ranman Twin Pack 400 SC	0,2+0,15	7
Fluazydam	Altima 500 SC, Nando 500 SC, Zignal 500 SC	0,3-0,4	7
Folpet	Folpan 80 WG*	1,5-2,0	23
Kaptan	Merpan 500 SC	3,0	26
Mankozeb	Dithane Neo Tec 75 WG*, Mac-Mankozeb 75 WG*, Vondozeb 75 WG*	2,0-3,0	14
Mankozeb + zoksamid	Unikat 75 WG	2,0	14
Metiram	Polyram 70 WG	1,5-1,8	14
Miedzi tlenochlorek	Cuproflow 375 SC	2,5-3,5	7
	Miedzian 50 WP	2,5-3,0	7
	Neoram 37,5 WG	3,0	7
	Nordox 75 WG	1,0	10
Miedzi trójzasadowy siarczan	Cuproxat 345 SC	5,0	7
Miedzi wodorotlenek	Champion 50 WP	2,5-3,0	7
	Mag 50 WG	2,5	7
Fungicydy wgłębne			
Bentiowalikarb + mankozeb	Valbon 72 WG	1,6	14
Cymoksanil	Drum 45 WG	0,2	11
Cymoksanil + mankozeb	Curzate M 72,5 WP, Curzate Top 72,5 WG, Ekonom MC 72,5 WP, Helm-Cymi 72,5 WP, Inter Optimum 72,5 WP, Miceksanil 76 WP, Toska 72,5 WP	2,0	11
Cymoksanil + famoksat	Tanos 50 WG	0,5-0,7	11
Dimetomorf + mankozeb	Acrobat MZ 69 WG	2,0	14
Fenamidon + mankozeb	Pyton 60 WG	1,0-1,25	7
Mandipropamid	Revus 250 SC	0,6	3
Fungicydy układowe (systemiczne)			
Benalaksyl + mankozeb	Galben M 73 WP, Mohican 73 WP	2,0	14
Benalaksyl-M + mankozeb	Fantic M WP*	2,5	14
Metalaksyl + mankozeb	Armetil M 72 WP, Planet 72 WP	2,0	14
	Ekonom 72 WP, Ekonom MM 72 WP, Rywal 72 WP	2,0-2,5	14
Metalaksyl-M + mankozeb	Ridomil Gold MZ 67,8 WG	2,5	14
Fungicydy układowo-wgłębne			
Propamokarb-HCl + fluopikolid	Infinito 687,5 SC*	1,2-1,6	7
Propamokarb-HCl + fenamidon	Pyton Consentto 450 SC	1,5-2,0	7

*środki posiadające zezwolenie do końca bieżącego sezonu wegetacyjnego

Oprócz wielu znanych od lat fungicydów przeznaczonych do zwalczania zarazy ziemniaka pojawiły się nowe. Każdy z nich ma swoje zalety. Ogromna większość może być aplikowana w niewielkich dawkach, wystarczających do uzyskania zadowalającej skuteczności. Nowy typ przemieszczania w roślinie (układowy i jednocześnie wgłębny) reprezentują np. Pyton Consento 450 SC i Infinito 687,5 SC. Ten rodzaj mobilności w roślinie zapewnia dokładne zabezpieczenie zarówno liści, jak i łodyg przed atakiem patogenu. Można je także stosować przy spóźnionych zabiegach w okresie gwałtownego wzrostu roślin ziemniaka. Fungicyd Infinito 687,5 SC wykazuje ponadto długotrwałe działanie po zakończeniu jego aplikacji (powyżej 3 tygodni). Daje to możliwość przedłużonej ochrony w razie niesprzyjającej pogody,

uniemożliwiającej wjazd opryskiwacza na pole. Doskonałą skuteczność zwalczania zarazy ziemniaka wykazuje także powierzchniowo działający Ranman 400 SC oraz Revus 250 SC o działaniu wgłębny. Fungicydy Ranman 400 SC i Infinito 687,5 SC, podobnie jak znana wcześniej Altima 500 SC, wykazują ponadto wysoką skuteczność ochrony bulw przed zarazą.

Program ochrony, czyli kolejność stosowania fungicydów, powinien uwzględniać nie tylko stadium rozwoju patogenu na plantacji, ale także fazę wzrostu roślin w chronionej uprawie (Kapsa 2006). Rozwój roślin na plantacji w okresie wegetacji można podzielić na cztery główne etapy i w zależności od etapu stosować odpowiedni program ochrony (tab. 4).

Tabela 4

Program ochrony w zależności od fazy rozwojowej roślin ziemniaka

Etapy rozwoju uprawy	kiełkowanie i wschody	szybki wzrost plantacji	kwitnienie i stabilizacja wzrostu naci, tuberyzacja	fizjologiczne starzenie się
Zadanie ochrony	profilaktyczne ograniczanie możliwości infekcji	ochrona nowych przyrostów	utrzymanie ciągłości ochrony	ochrona bulw
Liczba zabiegów	1-3	2-3	3-4	2-3
Rodzaj fungicydu	powierzchniowe lub wgłębne w zależności od panujących warunków meteo	zawsze układowe lub układowo-wgłębne!	najczęściej wgłębne lub powierzchniowe; w przypadku występowania zarazy łodygowej układowe!	fungicydy o właściwościach anty-sporulacyjnych, niszczące zoospory

Pierwsze zabiegi fungicydowe powinny mieć charakter profilaktyczny, zapobiegający infekcji roślin. Warstwa fungicydu profilaktycznego powinna zapewnić ochronę roślin przed kontaktem z zarodnikami zwalczanego patogenu i opóźnić wystąpienie zarazy na polu. Najlepsze efekty w tym okresie przynoszą fungicydy działające powierzchniowo lub wgłębnie. Podczas ciepłej wiosny, o umiarkowanych opadach, rośliny rozwijają się szybciej i trudniejsza jest ocena pierwotnej infekcji, która może pochodzić ze środowiska glebowego. W tym wypadku należy stosować fungicydy wgłębne, które dzięki wnikanii do rośliny na głębokość kilku warstw komórek, mogą jeszcze w ciągu 2-3 dni po

zakażeniu roślin być skuteczne i działać leczniczo pomimo rozpoczęcia „przegapionego” procesu inokulacyjnego. W razie szczególnego zagrożenia plantacji wiosną (przedłużające się okresy bardzo wysokiej wilgotności powietrza i niższe temperatury) trzeba sięgnąć po fungicydy o działaniu układowym lub układowo-wgłębny. Podczas chłodnej wiosny i wolnego rozwoju roślin wystarczająco skuteczne będą fungicydy działające powierzchniowo.

Gwałtowny rozwój roślin wymaga zastosowania fungicydów układowych lub układowo-wgłębnych. Oba typy mobilne fungicydów, przemieszczając się w roślinie, chronią nowe przyrosty. Fungicydy o tym typie mo-

bilności należy bezwzględnie zastosować w wypadku wystąpienia na plantacji zarazy łodygowej.

Dla utrzymania ciągłości ochrony w okresie tworzenia się bulw mamy do dyspozycji więcej przydatnych fungicydów, mniej lub bardziej wyspecjalizowanych, których dobór powinien być uzależniony od „stanu zdrowotności” plantacji, ale także warunków meteorologicznych. W warunkach sprzyjających rozwojowi choroby lepiej stosować fungicydy o wyższej skuteczności, skracając także odstępy między kolejnymi zabiegami.

Do końcowych zabiegów należy stosować fungicydy charakteryzujące się skutecznością w ochronie bulw, posiadające właściwości antysporulacyjne, zdolne do niszczenia zarodników płytkowych (zoospor), które najczęściej są przyczyną porażania się bulw.

Niszczenie naci

Ostatnim zabiegiem ochrony plantacji ziemniaka, w tym także przed zarazą, jest desykacja roślin. Czynność tę można wykonać mechanicznie lub chemicznie. Zabezpiecza ona bulwy przed porażeniem przez wirusy, zarazę ziemniaka i rizoktoniozę. Ponadto przyspiesza osiągnięcie dojrzałości fizjologicznej bulw i lepiej przygotowuje plantację do zbioru, czego następstwem jest mniejsza ilość uszkodzeń mechanicznych. Do chemicznego niszczenia naci zarejestrowane są trzy desykanty: Reglone 200 SL (w dawce 4-5 l/ha + zwilżacz lub w dawkach dzielonych 2-3 l, a po 6

dniach 2 l/ha), Basta 150 SL (dawka 2,5-3 l/ha) i Spotlight Plus o60 EO (dawka 1,0 l/ha). Plon powinien być wykopany w ciągu 14 dni od desykacji.

Zwalczanie zarazy na plantacjach ziemniaka wymaga od doradcy, czy bezpośrednio od rolnika, rozległej wiedzy na temat sprawcy choroby i warunków jego rozwoju, znajomości metod ochrony, skutecznych dla uprawy i bezpiecznych dla środowiska, śledzenia zmian w asortymencie dostępnych fungicydów. Nagrodą za te wysiłki będzie zdrowy plon ziemniaków i dodatni efekt finansowy.

Literatura

1. **Anonymous 1997.** CIP in 1996. The International Potato Center Annual Report. International Potato Center, Lima, Peru: 59 s.;
2. **Evenhuis B., Turkensteen L. J., Raatjes P., Flier W. G. 2007.** Monitoring primary sources of inoculum of *Phytophthora infestans* in The Netherlands 1999-2005. [W:] Special Report no.12. Proc.10th Workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Italy, Bologna, 2-5 May. 2007. Ed. Schepers H. T. A. M. Appl. Plant Res. Wageningen UR, PPO 370: 357-363;
3. **Kapsa J. 2001.** Zaraza (*Phytophthora infestans* /Mont./ de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. Monogr. i Rozpr. Nauk. 11. IHAR Radzików: 108 s.;
4. **Kapsa J. 2006.** Ochrona ziemniaka bezpieczniejsza dla środowiska. – Agrotechnika 5: 32-34;
5. **Turkensteen L. J., Flier W. G., Wanningen R., Mulder A. 2000.** Production, survival and infectivity of oospores of *Phytophthora infestans*. – Plant Path. 49: 688-696