

Ochrona

SKUTECZNOŚĆ HAMOWANIA ROZWOJU ZARAZY ZIEMNIAKA W ZALEŻNOŚCI OD TERMINU I MOBILNOŚCI ZASTOSOWANEGO FUNGICYDU

THE EFFECTIVENESS OF INHIBITING THE DEVELOPMENT OF POTATO LATE BLIGHT DEPENDING ON THE DATE AND MOBILITY OF THE FUNGICIDE USED

dr inż. Jerzy Osowski
IHAR-PIB Oddział w Boninie, Pracownia Ochrony Ziemniaka
e-mail: osowski@ziemniak-bonin.pl

Streszczenie

Skuteczna ochrona przed zarazą wymaga stosowania wszystkich dostępnych metod zalecanych do ochrony plantacji przed agrofagami. Jednak ze względu na możliwość jej epidemicznego rozwoju największe znaczenie w ograniczaniu szkodliwości ma stosowanie środków ochrony roślin – fungicydów. Obecnie zarejestrowane fungicydy różnią się między sobą sposobem działania na sprawcę – organizm grzybopodobny *Phytophthora infestans* oraz mobilnością, czyli sposobem przemieszczania się w roślinie. Aby ochrona za pomocą fungicydów była skuteczna, należy je odpowiednio dobrać z uwzględnieniem ich właściwości, fazy rozwoju rośliny i warunków pogodowych.

Słowa kluczowe: fungicydy powierzchniowe, fungicydy układowo-wgłębne, fungicydy wgłębne, ochrona, zaraza ziemniaka

Abstract

Effective control of potato late blight requires all available methods recommended to protect plantations against pests. However, the risk of epidemic development of late blight is high. Thus, the use of plant protection products - fungicides is of utmost importance in limiting harmfulness of the disease. Currently registered fungicides differ in their ability to move through a plant (mobility) as well as in their mode of action on the perpetrator - the fungus-like organism *Phytophthora infestans*. Effective control requires appropriate selection of fungicides according to their properties, plant development stage, and weather conditions.

Keywords: contact fungicides, potato late blight, protection, systemic-translaminar fungicides, translaminar fungicides

Od końca pierwszej połowy XIX w., kiedy zaraza ziemniaka pierwszy raz wystąpiła w Europie, jest ona chorobą o największym znaczeniu ekonomicznym w uprawach ziemniaka na całym świecie (Śliwka 2008). O znaczeniu choroby decyduje kilka czynników:

- **Możliwości destrukcyjne.** Choroba jest w stanie zniszczyć dziennie 10% powierzchni asymilacyjnej, a przy epidemicznym rozwoju wystarczy jedna roślina, na której zarodkuje się sprawca, aby doszło do zakażenia ziem-

niaków na plantacji o powierzchni 100 ha (Borecki 1987). Van der Zaag (1956) podaje, że wystarczy jedna zakażona bulwa na kilometr kwadratowy, żeby w sprzyjających warunkach doszło do rozwoju choroby.

- **Zdolność do przenoszenia materiału infekcyjnego.** Andrivon i inni (2008) uważają, że zarodniki mogą się rozprzestrzeniać na odległość 70-80 km od miejsca infekcji. Aylor i inni (2001) stwierdzają, że zarodniki zarazy przy prędkości wiatru 20-40 km/godz. mogą

się rozprzestrzeniać od miejsca infekcji na odległość 80-160 km w ciągu 4 godzin.

- Krótki cykl infekcyjny i możliwość produkowania dużej ilości materiału infekcyjnego. Legard i inni (1995) stwierdzają, że z jednej zmiany patologicznej na liściu może powstać 100 000 zarodników, Fry (2008) liczbę sporangiów szacuje na 300 000. Według Rudkiewicz (1985) z jednego sporangium może w sprzyjających warunkach powstać 6-16 zoospor, z których każda może stanowić źródło infekcji. W sprzyjających warunkach cykl infekcji może trwać 3 dni, a sporulacja może się rozpocząć już w ciągu jednego lub dwóch dni od wystąpienia objawów (Aylor i in. 2001).

- Wysokość strat w plonie: 30-60% (Lung'aho i in. 2006, Nyankanga i in. 2004, Olanya i in. 2001), 70% (Kapsa 2001), 100% (Harrison 1992). Haverkort i inni (2008) oceniają, że w Europie roczne nakłady na zwalczanie zarazy ziemniaka wynoszą 900 mln euro. W USA Duncan (1999) wysokość nakładów ponoszonych na ochronę przed zarazą ocenia na 3 mld dolarów rocznie. Światowe koszty ochrony i straty plonu według Haverkort i innych (2008) sięgają 6,7 mld USD.

Aby zwalczanie choroby było skuteczne, należy wykorzystywać nie tylko metody ho-

dowlane (odporność odmian) oraz właściwą agrotechnikę, ale przede wszystkim stosować nalistne zabiegi ochronne.

Do zwalczania zarazy zarejestrowane są środki różniące się sposobem działania na sprawcę (profilaktyczne, lecznicze, antysporulacyjne) oraz sposobem przemieszczania się na i w roślinie, czyli mobilnością. Umiejętny dobór fungicydów, uwzględniający ich właściwości, jest podstawą układania programów ochrony efektywnie hamujących rozwój choroby i ograniczających straty plonu.

Celem pracy było sprawdzenie skuteczności wybranych fungicydów w hamowaniu rozwoju zarazy ziemniaka w zależności od ich mobilności i terminu stosowania.

Materiał i metody

W doświadczeniu zbadano biologiczną skuteczność 7 wybranych fungicydów zarejestrowanych do zwalczania zarazy ziemniaka, które różnią się mobilnością, czyli sposobem przemieszczania się w roślinie (tab. 1). Doświadczenie założono w warunkach szklarniowych w 4 powtórzeniach każde po 10 roślin średnio wczesnej odmiany Irga, wrażliwej na zarazę (2 według 9-stopniowej skali).

Tabela 1

Fungicydy oceniane w doświadczeniu szklarniowym

Substancja aktywna	Nazwa handlowa	Mobilność*	Dawka na 1 ha
Cyjazofamid	Ranman Top 160 SC	P	0,5 l
Ametoktradyna + mankozeb	Zampro 56 WG	P	2,5 kg
Dimetomorf + ametoktradyna	Orvego 525 SC	W	0,8 l
Mandipropamid	Revus 250 SC	W	0,6 l
Cymoksanil	Drum 45 WG	W	0,2 kg
Dimetomorf + piraklostrobina	Cabrio Duo 112 EC	U + W	2,5 l
Propamokarb-HCl + fluopikolid	Infinito 687,5 SC	U + W	1,6 l

* P – powierzchniowy, W – wgłębny, U + W – układowo-wgłębny

Rośliny zakażano zawiesiną zarodników *Phytophthora infestans* w ilości 100 ml na kombinację (40 roślin). Zabiegi ochronne wykonano w trzech terminach: I – 3 dni przed zakażeniem roślin, II – w dniu zakażenia, III – 3 dni po zakażeniu. Rozwój choroby oceniano według skali 9-stopniowej, gdzie 9

oznacza brak objawów, a 1 – całkowite zniszczenie rośliny (Pietkiewicz 1972).

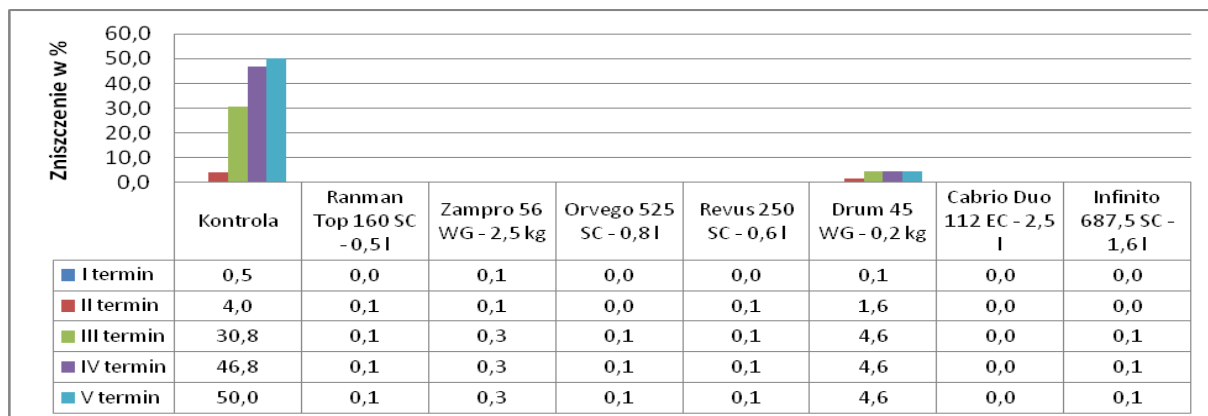
Wyniki

W pierwszych dwóch terminach fungicydy stosuje się zapobiegawczo (profilaktycznie) i najczęściej przy intensywnej ochronie plantacji, gdzie liczy się nie tylko ilość, ale i ja-

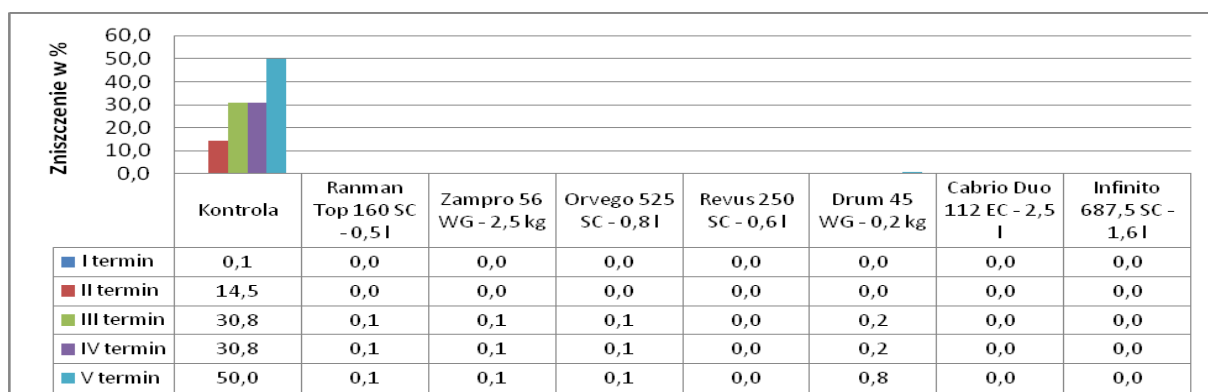
kość plonu. W trzecim terminie (3 dni po zakażeniu roślin) zabieg ma charakter interwencyjny, kiedy wystąpiły już objawy choroby; jest to sposób najczęściej stosowany na plantacjach małoobszarowych.

Wyniki uzyskane po zastosowaniu fungicydów w I i II terminie (profilaktycznie) wykazały pełną skuteczność badanych środków niezależnie od sposobu ich przemieszczania się w roślinie (rys. 1 i 2). Zniszczenie po-

wierzchni asymilacyjnej roślin odmiany Irga nie przekraczało 1%, podczas gdy zniszczenie blaszki liściowej roślin na obiekcie kontrolnym (bez zabiegów ochronnych) sięgało 50%, czyli było na poziomie teoretycznego zniszczenia, które hamuje gromadzenie się plonu. Skuteczność środków ochrony zastosowanych w terminie I i II przekraczała 90% niezależnie od sposobu ich działania (tab. 2).



Rys. 1. Zniszczenie powierzchni asymilacyjnej roślin odmiany Irga po zabiegu w I terminie (3 dni przed zakażeniem roślin) w zależności od terminu obserwacji



Rys. 2. Zniszczenie powierzchni asymilacyjnej roślin odmiany Irga po zabiegu w II terminie (w dniu zakażenia roślin) w zależności od terminu obserwacji

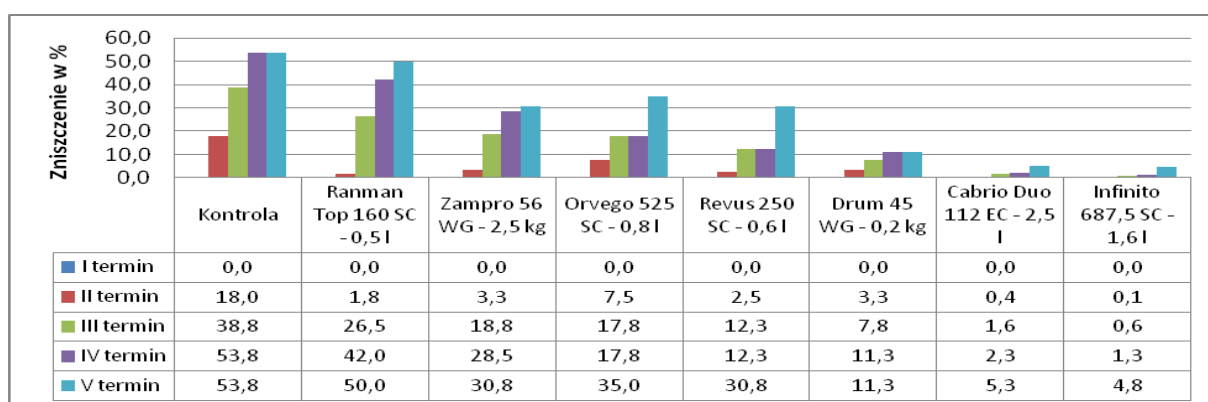
Wyniki uzyskane po zastosowaniu fungicydów w III terminie wykazały duże ich zróżnicowanie, jeśli chodzi o hamowanie rozwoju zarazy (rys. 3). Środki o działaniu powierzchniowym (kontaktowym) oraz wgłębnym nie były w stanie ograniczyć zniszczenia powierzchni asymilacyjnej. Średnie jej zniszczenie przekraczało 30%. Mniejsze

zniszczenie blaszki liściowej stwierdzono jedynie po zastosowaniu fungicydu Drum 45 WG w dawce 0,2 kg/ha. Pełną skuteczność hamowania rozwoju choroby uzyskano po zabiegu nalistnym fungicydami o działaniu układowo-wgłębnym. Zniszczenie powierzchni asymilacyjnej nie przekroczyło 6,0% (rys. 3).

Tabela 2

**Skuteczność hamowania rozwoju zarazy ziemniaka
w zależności od terminu zastosowania oraz mobilności fungicydu (%)**

Mobilność	Nazwa handlowa	Dawka na 1 ha	Skuteczność w zależności od terminu zastosowania (%)		
			3 dni przed zakażeniem	w dniu zakażenia	3 dni po zakażeniu
Powierzchniowe	Ranman Top 160 SC	0,5 l	99,9	99,9	7,0
	Zampro 56 WG	2,5 kg	99,5	99,9	42,8
Wgłębne	Revus 250 SC	0,6 l	99,9	100,0	42,8
	Orvego 525 SC	0,8 l	99,9	99,9	34,9
	Drum 45 WG	0,2 kg	90,8	98,5	79,1
Układowo-wgłębne	Cabrio Duo 112 EC	2,5 l	100,0	100,0	90,2
	Infinito 687,5 SC	1,6 l	99,9	100,0	91,2



Rys. 3. Zniszczenie powierzchni asymilacyjnej roślin odmiany Irga po zabiegu w III terminie (3 dni po zakażeniu roślin) w zależności od terminu obserwacji

Oceniając skuteczność fungicydów aplikowanych interwencyjnie (III termin), można stwierdzić, że w miarę upływu czasu od dnia aplikacji efekt działania ochronnego fungicydów o działaniu powierzchniowym malał i po upływie 7-10 dni (odstęp pomiędzy zabiegami zalecany w etykietach rejestracyjnych badanych fungicydów) nie były one w stanie zabezpieczyć roślin przed chorobą. Podobny

efekt spadku skuteczności ochrony obserwowano w przypadku fungicydów wgłębnych (drugiej grupy ocenianych w tym doświadczeniu). Najwyższą skuteczność hamowania rozwoju zarazy ziemniaka wykazała grupa fungicydów o działaniu układowo-wgłębny. Ich skuteczność przez cały okres oceny utrzymywała się na poziomie przekraczającym 90% (tab. 3).

Tabela 3

**Skuteczność hamowania rozwoju zarazy ziemniaka w III terminie
w zależności od mobilności fungicydu oraz liczby dni od zabiegu (%)**

Mobilność	Nazwa handlowa	Dawka na 1 ha	Liczba dni po zabiegu			
			4	7	9	14
Powierzchniowe	Ranman Top 160 SC	0,5 l	90,3	31,6	21,9	7,0
	Zampro 56 WG	2,5 kg	81,9	51,6	47,0	42,8
Wgłębne	Revus 250 SC	0,6 l	86,1	77,2	68,4	42,8
	Orvego 525 SC	0,8 l	67,0	58,3	54,2	34,9
	Drum 45 WG	0,2 kg	81,9	80,0	79,1	79,1
Układowo-wgłębne	Cabrio Duo 112 EC	2,5 l	98,1	95,8	95,8	90,2
	Infinito 687,5 SC	1,6 l	99,7	98,5	97,7	91,2

Dyskusja

Zaraza jest najgroźniejszą chorobą na plantacjach ziemniaka w okresie wegetacji, a jej infekcyjność w ostatnich latach niepokojąco wzrasta (Kapsa 2001, Sawicka i in. 2006, Weber 2011). Wzrost infekcyjności, jak ocenia Kapsa (2001), wynika ze zmian w populacji patogenu, które prowadzą do wcześniejszego występowania epifitozy, gwałtowniejszego przebiegu choroby oraz wzrostu patogeniczności. Montarry i inni (2010) wyrażają pogląd, że w ostatnich latach wzrasta udział typu kojarzeniowego A2 w populacji zarazy, który prowadzi do zwiększenia przeżywalności z sezonu na sezon, bardziej wydajnej produkcji zarodników oraz szybszej kolonizacji nowych plantacji w porównaniu ze starą populacją typu A. O znaczeniu tej choroby może także świadczyć według Fry (2008) możliwość produkowania ogromnej ilości materiału infekcyjnego, jaki powstaje na liściu w kilka dni po zakażeniu w warunkach optymalnych dla patogenu. Jak oceniają Schepers (2000) oraz Flier i inni (2001), na skutek pojawiania się nowych genotypów sprawcy zarazy, powstających w wyniku rozmnażania płciowego, w Holandii liczba zabiegów ochronnych wzrosła o 40% w porównaniu z liczbą stosowanych przeciwko starej populacji sprzed lat 70. ubiegłego stulecia.

W Polsce straty plonu wywołane rozwojem zarazy ziemniaka wynoszą ponad 50% (Kapsa 2009) i są w dużej mierze uzależnione od stopnia odporności uprawianych odmian oraz nasilenia presji infekcyjnej patogenu, która z kolei zależy od przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji.

Obowiązujące od 1 stycznia 2014 r. zasady integrowanej ochrony roślin zalecają do ochrony przed agrofagami łączne stosowanie, i w określonej kolejności, różnych dostępnych metod i sposobów: agrotechnicznych, biologicznych, fizycznych i chemicznych w celu skutecznego, bezpiecznego i opłacalnego zmniejszenia populacji agrofagów do poziomu, przy którym nie wyrządzają one już szkód o znaczeniu gospodarczym (Kryczyński i in. 2002). Jednak w przypadku zarazy ziemniaka głównym sposobem ograniczania jej szkodliwości jest stosowanie ochronnych zabiegów nalistnych fungicydami, a pozostałe metody stanowią tylko element wspomagający.

Lung'aho i inni (2006) oraz Kapsa i inni (2014) podkreślają, podobnie jak Kryczyński i inni (2002), znaczenie uprawy odmian odpornych, ale stwierdzają, że nie mogą one w warunkach sprzyjających nasileniu choroby skutecznie hamować jej rozwoju. Według nich skuteczność zwalczania zarazy można osiągnąć, stosując środki ochrony roślin. Jednocześnie zwracają uwagę na właściwy ich dobór oraz termin aplikacji.

Jak wcześniej wspomniano, w przeprowadzonym doświadczeniu oceniono trzy grupy fungicydów różniących się sposobem przemieszczania się w roślinie, które aplikowano w trzech różnych terminach (I i II profilaktycznie, III – interwencyjnie).

W Polsce ochronę przed zarazą ziemniaka zabiegami nalistnymi rozpoczyna się w momencie wchodzenia roślin w fazę zwierania się w rzędach i międzyrzędziach (jest wtedy czas na zabiegi profilaktyczne) oraz wtedy, kiedy wystąpią pierwsze objawy choroby na plantacji.

W doświadczeniu fungicydy użyte profilaktycznie w pierwszym i drugim terminie wykazały pełną skuteczność (powyżej 90%) niezależnie od sposobu ich przemieszczania się w roślinie. Znaczenie profilaktyki jako jednego z ważniejszych elementów ochrony chemicznej podkreślają także Kapsa i inni (2014).

Jednak w Polsce najczęściej, ze względu na dużą liczbę plantacji małoobszarowych, stosowany jest system, w którym ochronę rozpoczyna się w momencie wystąpienia pierwszych objawów choroby. Według Nyankanga i innych (2004) oraz Lung'aho i innych (2006) nie jest to sposób pozwalający na skuteczne zwalczanie zarazy ziemniaka.

Fungicydy aplikowane w terminie III jako interwencyjne wykazały się zróżnicowaną skutecznością hamowania choroby. Ze względu na wąski zakres przemieszczania się w roślinie fungicydy o działaniu powierzchniowym okazały się nieskuteczne (rys. 3), a spośród trzech ocenianych w grupie środków o działaniu wgłębnym tylko Drum 45 WG wykazał się efektem ograniczającym. Uzyskane wyniki wskazują na potrzebę stosowania fungicydów o szerokim zakresie działania (układowo-wgłębnym) w celu hamowania rozwoju choroby w momencie wystąpienia infekcji na plantacji. Ko-

nieczność odpowiedniego doboru fungicydów z uwzględnieniem nie tylko sposobu ich działania na sprawcę, ale także mobilności potwierdzają prace Andrivon i innych (2008), Kapsy (2011, 2012) oraz Kapsy i innych (2014).

Literatura

1. Andrivon D., Evenhuis B., Schepers H., Gaucher D., Kapsa J., Lebecka R., Nielsen B., Ruocco M. 2008. Reducing Primary Inoculum Sources of Late Blight. ENDURE Potato Case Study – Guide Number 1, 4 pp. www.endure-network.eu; **2. Aylor D. E., Fry W. E., Mayton H., Andrade-Piedra J. L. 2001.** Quantifying the rate of release and escape of *Phytophthora infestans* sporangia from a potato canopy. – *Phytopathology* 91:1189-1196; **3. Borecki Z. 1987.** Nauka o chorobach roślin. PWRiL Warszawa: 211-215; **4. Duncan J. M. (1999).** *Phytophthora* – an abiding threat to our crops. – *Microbiol. Today* 26: 114-116; **5. Edwards J. 2006.** Late blight management <https://ausveg.com.au/app/data/technical-insights/.../PT04010.pdf>; **6. Flier W. G., Grunwald N. J., Fry W. E., Turkensteen L. J. 2001.** Formation, production and viability of oospores of *Phytophthora infestans* from potato and *Solanum demissum* in the Toluca Valley, central Mexico. – *Mycol. Res.* 105: 998-1006; **7. Fry W. E. 2008.** *Phytophthora infestans*: the plant (and R gene) destroyer. – *Mol. Plant Pathol.* 9: 385-402; **8. Harrison J. G. 1992.** The effect of aerial environment on late blight of potato foliage – a review. – *Plant Pathol.* 41: 384-416; **9. Haverkort A. J., Boonekamp P. M., Hutten R., Jacobsen E., Lotz L. A. P., Kessel G. J. T., Visser R. G. F., van der Vossen E. A. G. 2008.** Societal costs of late blight in potato and prospects of durable resistance through cisgenic modification. – *Potato Res.* 51: 47-57; **10. Kapsa J. 2001.** Zaraza (*Phytophthora infestans* /Mont./ de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. Monogr. Rozpr. Nauk. 11. IHAR Radzików: 7-10; **11. Kapsa J. 2009.** Monitorowanie wczesnych infekcji *Phytophthora infestans* w uprawach ziemniaka. – *Prog. Plant. Prot.* 49(2): 645-654; **12. Kapsa J. 2011.** Problem zwalczania zarazy na plantacjach ziemniaka w Polsce. – *Ziemn. Pol.* 3: 23-29; **13. Kapsa J. 2012.** Ochrona ziemniaka przed chorobami grzybowymi i bakteryjnymi. [W:] *Produkcja i rynek ziemniaka*. Red. nauk. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra Warszawa: 140-155; **14. Kapsa J., Mrówczyński M., Erlichowski T., Gawińska-Urbanowicz H., Matysek K., Osowski J., Pawińska M., Urbanowicz J., Wróbel S. 2014.**

Ochrona ziemniaka zgodna z zasadami integrowanej ochrony roślin. Cz. II. Metoda zrównoważonej chemicznej ochrony ziemniaka. – *Biul. IHAR* 273: 145-159; **15. Kryczyński S., Mańka M., Sobiczewski P. 2002.** Słownik fitopatologiczny. Hortpress Warszawa; **16. Lung'aho C., Nderitu S. K. N., Kabira J. N., El-Bedewy R., Olanya O. M., Walingo A. 2006.** Yield performance and release of four late blight tolerant potato varieties In Kenya. – *J. Agron.* 5: 57-61; **17. Montarry J., Andrivon D., Glais I., Corbiere R., Mialdea G., Delmotte F. 2010.** Microsatellite markers reveal two admixed genetic groups and an ongoing displacement within the French population of the invasive plant pathogen *Phytophthora infestans*. – *Mol. Ecol.* 19: 1965-1977; **18. Nyankanga R. O., Wien H. C., Olanya O. M., Ojiambo P. S. 2004.** Farmers' cultural practices and management of potato late blight in Kenya Highlands: implications for development of integrated disease management. – *Int. J. Pest Manag.* 50: 135-144; **19. Olanya O. M., Adipala E., Hakiza J. J., Kedera J. C., Ojimabo P., Mukalazi J. M., Forbes G., Nelson R. 2001.** Epidemiology and population dynamics of *Phytophthora infestans* in Sub-Saharan Africa: progress and constraints. – *Afr. Crop Sci. J.* 9: 185-193; **20. Pietkiewicz J. 1972.** Badanie odporności ziemniaków na zarazę ziemniaczaną (*Phytophthora infestans* de By) na odciętych liściach. – *Biul. Inst. Ziemn.* 9: 19-32; **21. Rudkiewicz F. 1985.** Zaraza ziemniaka [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary]. [W:] *Biologia ziemniaka* (red. W. Gabriel). PWN Warszawa: 381-397; **22. Sawicka B., Pszczółkowski P., Krochmal-Marczak B. 2006.** Efektywność różnych strategii ochrony ziemniaka przed *Phytophthora infestans*. – *Pam. Puł.* 142: 411-428; **23. Schepers H. T. A. M. 2000.** The development and control of *Phytophthora infestans* in Europe in 1999. – *Proc. 4th workshop European network for development of an integrated control strategy of potato late blight*. Oostende, Belgium, 29 September – 2 October 1999: 10-18; **24. Śliwka J. 2008.** Geny odporności na *Phytophthora infestans* z *Solanum bulbocastanum* w hodowli ziemniaka. – *Ziemn. Pol.* 3: 12-15; **25. Van der Zaag D. E. 1956.** Overwintering and epidemiology of *Phytophthora infestans*, and some new possibilities of control. – *Eur. J. Plant Pathol.* 62: 89-156; **26. Weber Z. 2011.** Choroby roślin powodowane przez lęgniowce. [W:] *Fitopatologia*. Red. nauk. S. Kryczyński, Z. Weber. T. 2. Choroby roślin uprawnych. PWRiL Poznań: 233-237

