

**EDWARD BERNAT****JERZY OSOWSKI**Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB, Radzików  
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka, Bonin

## Zastosowanie systemu decyzyjnego NegFry do zwalczania zarazy ziemniaka

### The use of decision support system NegFry to late blight control

Badania nad przydatnością systemu wspomagania decyzji NegFry, w chemicznej ochronie ziemniaka przed zarazą (*Phytophthora infestans*), w porównaniu do różnych systemów ochrony, prowadzono w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie w latach 2007–2008. Ochrona prowadzona wg systemu NegFry pozwoliła na istotne ograniczenie rozwoju zarazy ziemniaka i zredukowanie liczby zabiegów fungicydowych o 2 w porównaniu do konwencjonalnej metody ochrony (7 zabiegów).

**Słowa kluczowe:** ochrona chemiczna, NegFry, system wspomagania decyzji, zaraza ziemniaka, ziemniak

The assessment of usefulness of a decision support system (DSS) NegFry for chemical control of late blight (*Phytophthora infestans*) was carried out at the Plant Breeding and Acclimatization Institute, Department of Potato Protection and Seed Science in Bonin in the years 2007–2008. The DSS NegFry was compared to different potato protection systems. The results obtained show that plant protection performed according to NegFry system significantly restricted late blight development and reduced the number of fungicide treatments by two in comparison to the conventional protection method (7 treatments).

**Key words:** chemical protection, decision support system, NegFry, late blight, potato

### WSTĘP

Chorobą o największym znaczeniu gospodarczym w Polsce i na świecie w uprawach ziemniaka jest zaraza ziemniaka wywoływana przez organizm grzybopodobny *Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary. W ostatnich latach obserwuje się wzrost potencjału infekcyjnego wynikającego ze zmian genetycznych zachodzących w składzie populacji patogenu (Kapsa 2001). Również coraz częściej stwierdzany jest wcześniejszy termin występowania i rozwoju epidemii, wzrastające nasilenie choroby oraz występowanie nietypowych objawów. Wzrasta także wysokość strat powodowanych przez

sprawcę. Pietkiewicz (1989) ocenił wysokość strat w Polsce na 20–25%, obecne badania Kapsy (2004) szacują straty wywołane rozwojem choroby w zakresie od 22% do 57%.

Wcześniejszy termin rozwoju epidemii i jej gwałtowniejszy przebieg sprawiają, że dotychczasowy sposób prowadzenia ochrony przeciwko zarazie ziemniaka staje się mniej skuteczny i zmusza to do sięgania po nowe rozwiązania. Sposobem pozwalającym na skuteczne hamowanie rozwoju choroby jest zastosowanie systemów decyzyjnych. Jest to jeden z elementów rolnictwa precyzyjnego, który w krajach o wysokorozwiniętym rolnictwie jest coraz powszechniej stosowany. Rolnictwo precyzyjne jest sposobem na połączenie dążeń do ograniczenia intensyfikacji ochrony chemicznej i ochrony środowiska.

W Polsce od lat prowadzone są badania nad wykorzystaniem do zarządzania zwalczaniem zarazy ziemniaka systemu decyzyjnego NegFry. Jest to, jak ocenia Hansen (1995), system najmniej zawodny, który zapewnia wysoką skuteczność działania nawet w latach o wysokiej presji infekcyjnej choroby. Wieloletnie badania polskie i zagraniczne, przeprowadzone w różnych warunkach glebowo—klimatycznych nie wykazały rzeczywistego wystąpienia choroby przed terminem wyznaczonym przez system (Kapsa i wsp. 2005).

Celem badań przeprowadzonych w latach 2007–2008 w IHAR — Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie było sprawdzenie skuteczności systemu decyzyjnego (SD) NegFry w warunkach glebowo-klimatycznych Pomorza Zachodniego.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie w latach 2007–2008. W doświadczeniach użyto odmiany Irga, charakteryzującej się wysoką podatnością na sprawcę choroby (2 wg skali 9-stopniowej). Skuteczność systemu decyzyjnego NegFry sprawdzano w doświadczeniach polowych przeprowadzonych w układzie losowanych bloków, w 4. powtórzeniach; testowano następujące warianty:

- Kontrola (brak ochrony przeciwko zarazie ziemniaka),
- Ochrona intensywna — Altima 500 SC stosowana w dawce  $0,4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ , co 7 dni od momentu zwierania się roślin w rzędach,
- Ochrona wg NegFry — Altima 500 SC stosowana w dawce  $0,4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ , pierwszy i kolejne terminy zabiegów były wyznaczane przez SD NegFry,
- Ekologiczny wg NegFry — Miedzian Ekstra 350 SC (środek ochrony roślin dopuszczony przez MRiRW do stosowania w uprawach ekologicznych) w dawce  $5,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ , pierwszy i kolejne terminy zabiegów były wyznaczane przez SD NegFry,
- Minimalny (dwa zabiegi) — Ridomil Gold MZ 68 WG stosowany w dawce  $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz Altima 500 SC —  $0,4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ , początek ochrony w momencie wystąpienia pierwszych objawów zarazy ziemniaka.

Na wariacie ochrony intensywnej wykonano po 7 zabiegów ochronnych w każdym z lat prowadzenia doświadczenia. Liczba zabiegów wykonanych w wariantach według DS NegFry wynosiła 5.

Sadzeniaki odmiany Irga były wysadzane w 3.dekadzie kwietnia (27.04.2007 oraz 30.04.2008), gdy temperatura gleby przekraczała 6°C i pozwalały na to warunki atmosferyczne w danym roku. Na wszystkich poletkach doświadczalnych stosowano pełną ochronę mechaniczną oraz chemiczną przeciwko chwastom i stonce ziemniaczanej.

Obserwacje tempa i nasilenia rozwoju *Phytophthora infestans* na roślinach ziemniaka odmiany Irga przeprowadzano w odstępach 7–10 dniowych od momentu wystąpienia pierwszych objawów choroby do całkowitego zniszczenia części nadziemnej na wariancie kontrolnym. Ocena wykonywana była wg skali 9-stopniowej, gdzie 9 oznacza pojedyncze plamy nekrotyczne i zniszczenie powierzchni asymilacyjnej do 0,5% a 1— całkowite zniszczenie rośliny (skala wg Pietkiewicza, 1972).

Po zakończeniu okresu wegetacji określono tempo szerzenia zarazy ziemniaka obliczane jako przyrost zniszczenia naci w jednostce czasu wg van der Planka (1963). Jesienią po zbiorze określono wielkość plonu ogólnego bulw potomnych, plonu handlowy (bulwy o średnicy powyżej 30 mm) i plonu bulw dużych (bulwy o średnicy powyżej 60 mm).

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą 2-czynnikowej analizy wariancji a najniższe istotne różnice wg testu Tukeya.

## WYNIKI

Przebieg warunków meteorologicznych w Boninie przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji ziemniaka Weather conditions during the vegetation of potato							
Miesiąc Month	Dekada Decade	Opady Rainfalls (mm)			Temperatura powietrza Air temperature (°C)		
		2007	2008	1977–2006	2007	2008	1977–2006
Czerwiec June	1.	14,8	0,2	32,9	18,6	18,6	15,1
	2.	28,4	31,6	33,4	17,7	13,7	14,6
	3.	83,4	53,6	31,5	15,7	15,7	15,6
	Suma — Sum	126,6	85,4	97,8			
	Średnia — Mean				17,3	16,0	15,1
Lipiec July	1.	89,0	18,6	33,2	15,5	17,5	17,0
	2.	16,4	33,0	29,9	19,0	17,0	16,9
	3.	98,2	3,8	24,8	16,5	19,5	17,7
	Suma — Sum	203,6	55,4	87,9			
	Średnia — Mean				17,0	18,0	17,2
Sierpień August	1.	35,6	34,6	25,3	18,5	18,8	18,0
	2.	12,0	79,4	25,6	18,6	17,4	17,2
	3.	26,6	21,2	41,2	16,5	16,0	16,0
	Suma — Sum	74,2	135,2	92,1			
	Średnia — Mean				17,8	17,4	17,1
Suma Sum VI–VIII		404,4	276,0	277,8			
Średnia Mean VI–VIII					17,0	18,2	17,5

Warunki meteorologiczne w latach prowadzenia badań różniły się między sobą. Rok 2007 charakteryzował się dużą ilością opadów w miesiącach czerwiec-lipiec, co skutkowało wczesnymi porażeniami roślin *Phytophthora infestans* (3 dekada czerwca). Przebieg warunków meteorologicznych w 2008 w miesiącu czerwcu oraz w 1. dekadzie lipca nie sprzyjał wystąpieniu i rozwojowi infekcji zarazy ziemniaka, wzrost ilości opadów w 2. dekadzie lipca stworzył korzystne warunki dla rozwoju choroby (pierwsze objawy zauważono 17 lipca).

Pomimo różnic w terminie wystąpienia pierwszych objawów infekcji zarazy ziemniaka w danym roku badań (1 lipca 2007 oraz 17 lipca 2008 — różnica ponad 2 tygodnie), przebieg choroby na kontroli (bez ochrony chemicznej przeciw *P. infestans*) miał gwałtowny (epidemiczny) charakter (tab. 2).

Tabela 2

**Rozwój zarazy ziemniaka na wariantach doświadczenia (odm. Irga) w latach 2007 i 2008**  
**The late blight development in experimental variants (cv. Irga) in the years 2007 and 2008**

Rok Year	Wariant Variant	Liczba zabiegów Number of treatments	Poziom zniszczenia naci (%) Haulm destruction level (%)				Skuteczność ochrony chemicznej (%) Chemical protection effectiveness (%)
			A*	B*	C*	D*	
2007	Kontrola — Control	0	0,2	4,7	98,9	99,8	
	Ochrona intensywna Intensive protection	7	0,2	1,1	4,7	4,7	95,3
	Ochrona wg NegFry Protection by NegFry	5	0,2	0,5	2,3	2,3	97,7
	Ekologiczny wg NegFry Ecological by NegFry	5	0,2	0,8	2,3	13,9	86,1
	Minimalny — Minimal	2	0,2	1,1	4,7	78,3	21,6
2008	Kontrola — Control	0	0,1	0,5	7,4	81,7	
	Ochrona intensywna Intensive protection	7	0,1	0,2	0,5	4,7	94,2
	Ochrona wg NegFry Protection by NegFry	5	0,0	0,2	0,4	3,8	95,3
	Ekologiczny wg NegFry Ecological by NegFry	5	0,0	0,2	0,7	4,7	94,2
	Minimalny — Minimal	2	0,0	0,2	1,7	26,2	67,9
NIR-LSD ( $\alpha=0,05$ )						12,3	
2007			0,2	1,6	22,6	39,8	
2008			0,0	0,3	2,1	24,2	
NIR-LSD ( $\alpha=0,05$ )						3,9	
Kontrola — Control			0,1	2,6	53,2	90,8	
Ochrona intensywna — Intensive protection			0,1	0,7	2,6	4,7	94,8
Ochrona wg NegFry — Protection by NegFry			0,1	0,4	1,4	3,1	96,5
Ekologiczny wg NegFry — Ecological by NegFry			0,1	0,5	1,5	9,3	90,2
Minimalny — Minimal			0,1	0,7	3,2	52,2	44,7
NIR-LSD ( $\alpha=0,05$ )						8,7	

\* Daty obserwacji; Observation date:

A — 1 VII 2007 & 17 VII 2008

B — 9 VII 2007 & 23 VII 2008

C — 19 VII 2007 & 29 VII 2008

D — 1 VIII 2007 & 11 VIII 2008

Prowadzenie ochrony chemicznej, niezależnie od wariantu doświadczenia, wpłynęło na istotne ograniczenie porażenia naci zarzą ziemniaka. Średnio w latach badań 2007–2008, najniższe porażenie końcowe oraz najwyższą skuteczność stwierdzono odpowiednio dla ochrony wg NegFry (3,1%; 96,5%) oraz ochrony intensywnej (4,7%; 94,8%). Nieco niższą skuteczność, na poziomie 90,2%, zaobserwowano dla wariantu ekologicznego prowadzonego wg systemu decyzyjnego NegFry. Ochrona prowadzona wg wariantu minimalnego (2 zabiegi) nie spełniła swojego zadania, gdyż jego skuteczność była na niskim poziomie — 44,7%.

W tabeli 3 przedstawiono tempo zatrzymania szerzenia zarazy ziemniaka oraz termin zniszczenia 50% naci (teoretyczny moment gromadzenia plonu bulw potomnych pod krzakiem).

Tabela 3

**Tempo szerzenia zarazy ziemniaka**  
**The rate of late blight development**

Rok Year	Warinat Variant	Tempo szerzenia zarazy ziemniaka Rate of late blight development	Termin zniszczenia 50% naci od momentu pojawu <i>P. infestans</i> * Time of 50% haulm destruction from appearance of <i>P. infestans</i> * (dni – days)
2007	Kontrola — Control	0,377	17
	Ochrona intensywna Intensive protection	0,097	65
	Ochrona wg NegFry Protection by NegFry	0,075	85
	Ekologiczny wg NegFry Ecological by NegFry	0,132	48
	Minimalny Minimal	0,222	29
	2008	Kontrola — Control	0,307
Ochrona intensywna Intensive protection		0,128	49
Ochrona wg NegFry Protection by NegFry		0,113	55
Ekologiczny wg NegFry Ecological by NegFry		0,128	49
Minimalny Minimal		0,205	31
2007			0,181
2008		0,176	41
	Kontrola — Control	0,342	19
	Ochrona intensywna Intensive protection	0,113	57
	Ochrona wg NegFry Protection by NegFry	0,094	70
	Ekologiczny wg NegFry Ecological by NegFry	0,130	49
	Minimalny Minimal	0,214	30

\* Termin wystąpienia pierwszych objawów choroby: 1 VII 2007 & 17 VII 2008

\*The date of first disease symptoms appearance: July 1 2007 & July 17 2008

W wariancie kontrolnym — średnie z lat 2007–2008 — zaobserwowano szybkie tempo szerzenia się choroby (0,342) a zahamowanie gromadzenia plonu bulw pod krzakiem nastąpiło już po 19 dniach od momentu wystąpienia pierwszych objawów choroby (odpowiednio rok 2007 — po 17 dniach; 2008 — po 20 dniach). W wariancie doświadczenia, gdzie zastosowano jedynie dwa zabiegi ochronne (program minimalny), tempo szerzenia choroby było niewiele niższe (2007 — 0,307 i 2008 — 0,205) niż w wariancie kontrolnym a termin gromadzenia plonu był tylko od 5 do 9 dni dłuższy w zależności od roku badań.

Najwolniejsze tempo rozwoju zarazy ziemniaka stwierdzono dla programu ochrony prowadzonej według SD NegFry (0,075–0,113), jednocześnie wariant ten „wydłużył” okres gromadzenia plonu odpowiednio o 68 dni (2007) i 35 dni (2008) w stosunku do wariantu kontrolnego. Tempo szerzenia się choroby na wariantach: ochrona intensywna oraz ekologiczny według NegFry było nieznacznie niższe.

Tabela 4

**Plon i jego struktura. Bonin 2007–2008**  
**Yield and yield structure. Bonin 2007–2008**

Rok Year	Wariant Variant	Plon — Yield (t/ha)		
		ogólny total	handlowy ( $\phi > 30$ mm) marketable ( $\phi > 30$ mm)	bulw dużych ( $\phi > 60$ mm) big tubers ( $\phi > 60$ mm)
2007	kontrola — control	26,5	24,6	6,4
	ochrona intensywna intensive protection	45,8	45,2	27,8
	ochrona wg NegFry protection by NegFry	47,2	46,5	27,8
	ekologiczny wg NegFry ecological by NegFry	39,7	38,9	21,3
	minimalny — minimal	35,6	34,8	14,7
2008	kontrola — control	29,8	29,2	19,4
	ochrona intensywna intensive protection	43,7	42,6	28,2
	ochrona wg NegFry protection by NegFry	45,5	44,5	29,4
	ekologiczny wg NegFry ecological by NegFry	40,2	38,8	21,1
	minimalny — minimal	36,1	35,2	20,4
NIR–LSD ( $\alpha = 0,05$ )		3,5	3,7	6,3
2007		39,0	38,0	19,6
2008		39,1	38,1	23,7
NIR–LSD ( $\alpha = 0,05$ )		1,5	1,7	2,8
Kontrola — Control		28,2	26,9	12,9
Ochrona intensywna Intensive protection		44,8	43,9	28,0
Ochrona wg NegFry Protection by NegFry		46,4	45,5	28,6
Ekologiczny wg NegFry Ecological by NegFry		39,9	38,9	21,2
Minimalny — Minimal		35,8	35,0	17,5
NIR–LSD ( $\alpha = 0,05$ )		2,5	2,6	4,4

Wielkość plonu bulw potomnych odmiany Irga oraz jego strukturę (podział użytkowy) w zależności od wariantów doświadczenia przedstawiono w tabeli 4.

Gwałtowny przebieg choroby i „skrócony” okres gromadzenia plonu (termin zniszczenia 50% naci, średnio dla lat, po 19 dniach od momentu wystąpienia zarazy ziemniaka) skutkowało istotnym obniżeniem plonu bulw potomnych w wariancie kontrolnym (bez ochrony chemicznej).

Zastosowanie ochrony chemicznej dla badanych wariantów doświadczenia w każdym roku badań wpłynęło na istotny wzrost wielkości plonu ogólnego bulw potomnych w stosunku do kontroli (NIR–2,5 t·ha<sup>-1</sup>). Najniższe zwwyżki plonów (handlowego i bulw dużych) zaobserwowano dla wariantu minimalnego (2 zabiegi ochronne) — wynosiły one odpowiednio 30,1% i 35,6%.

Najwyższy przyrost plonu spowodowany „wydłużeniem” okresu jego gromadzenia stwierdzono dla wariantów: ochrona intensywna (7 zabiegów ochronnych) i ochrona wg NegFry (5 zabiegów). Wzrost ten dla plonu handlowego wynosił w zakresie od 17,0–18,6 t·ha<sup>-1</sup>.

#### DYSKUSJA

Zaraza ziemniaka wywoływana przez organizm grzybopodobny *Phytophthora infestans* jest chorobą o największym znaczeniu gospodarczym na świecie oraz w polskich warunkach klimatycznych (Kapsa, 2001; Sawicka i Kapsa, 2001). Znaczenie tej choroby wynika między innymi z wysokości strat powodowanych w okresie wegetacji i przechowywania bulw. Jak podaje Henahan (2006) największe straty wywołane wystąpieniem zarazy odnotowano w Irlandii w latach 1845–1849, kiedy to zmarło w wyniku śmierci głodowej ponad milion ludzi. Obecnie wysokość strat powodowanych przez *Phytophthora infestans* na plantacjach, gdzie nie prowadzono ochrony chemicznej jest oceniana na 70% (Hoffman, Schmutterer 1983) do 100% (Fry, 1994).

Najpowszechniejszym sposobem ochrony plantacji ziemniaka jest aplikowanie środków ochrony roślin w cotygodniowych odstępach od momentu zwierania się roślin w rzędach do końca wegetacji, bez względu na lokalny stopień zagrożenia chorobą (Lacroix i in., 2001). Taki sposób prowadzenia ochrony chemicznej przeciw *P. infestans* powoduje, że ilość zabiegów może dochodzić przy uprawie odmian o długim okresie wegetacji nawet do 20 (Kapsa i in., 2005). Intensyfikacja prowadzenia ochrony chemicznej jest jak ocenia Doruchowski (2005) czynnikiem stabilizującym plon, który co prawda, pomaga w utrzymaniu poziomu produkcji żywności, ale jednocześnie jest czynnikiem, który zwiększa zagrożenie zatrucia środowiska. Powstaje swego rodzaju sytuacja patowa, z której sposobem wyjścia staje się rolnictwo precyzyjne (zintegrowane).

Jedną z metod ograniczenia ilości stosowania środków ochrony roślin na plantacjach ziemniaka jest użycie do planowania strategii ochrony przeciw *P. infestans* systemów wspomaganie decyzji (SD). Na świecie wykorzystuje się wiele systemów wspomaganie decyzji: amerykański Cooka; niemiecki "Negative Prognosis"; amerykański BLITECAST; niemiecki PHYTEB; szwajcarski PhytoPRE; holenderski ProPhy; Frya; duński NegFry i inne (Zaliwski, 2007).

W Polsce najlepiej przebadanym systemem wspomagania decyzji jest NegFry. Wykorzystuje on do swojego działania szereg parametrów, takich jak: temperatura powietrza, wilgotność względna powietrza, ilość opadów atmosferycznych, stopień podatności odmiany na zarazę ziemniaka, datę wschodów, rodzaj zastosowanego środka ochrony roślin. Na podstawie ww. parametrów wylicza tzw. indeks ryzyka, który jest podstawą do przeprowadzenia zabiegu ochronnego.

Badania przeprowadzone w latach 2007–2008 w IHAR Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka potwierdzają przydatność SD NegFry w zarządzaniu prowadzeniem ochrony chemicznej przeciw zarazie ziemniaka. W warunkach klimatycznych Pomorza Zachodniego prowadzenie ochrony chemicznej w sposób intensywny (zabieg, co 7–10 dni) wymaga, w zależności od presji infekcyjnej patogena w danym roku, przeciętnie 6–10 aplikacji — w doświadczeniach wykonano 7 zabiegów chemicznej ochrony. Przy wykorzystaniu SD NegFry ilość wykonywanych zabiegów spadła do 5 w ciągu sezonu, przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej skuteczności ochrony. Doświadczenia z wykorzystaniem SD NegFry przeprowadzone w Niemczech, Danii, Szwecji i Norwegii wg Hansen (1995) redukowały ilości zabiegów o 50% w porównaniu do ochrony konwencjonalnej (aplikacja, co 7–10 dni) oraz o ok. 30% na Litwie, Łotwie i Estonii (Hansen i in., 2000). W Polsce podobną redukcję ilości zabiegów chemicznej ochrony ziemniaka przed zarazą uzyskała Kapsa i wsp. (2003).

W badaniach przeprowadzonych w latach 2007–2008 podobne efekty plonotwórcze uzyskano na poletkach doświadczalnych, niezależnie czy zostały ochronione przed *Ph. infestans* za pomocą metody konwencjonalnej (7 zabiegów) czy też wg SD NegFry (5 zabiegów). Prowadzenie ochrony chemicznej na plantacjach ziemniaka wg systemu decyzyjnego NegFry pozwala na jednoczesne ograniczenie ilości zabiegów (obniżenie kosztów produkcji) oraz zmniejszenie wprowadzanych do środowiska ilości substancji aktywnych — stanowi ważny wkład w ochronę środowiska.

W rolnictwie ekologicznym jedynymi dopuszczonymi fungicydami do zwalczania zarazy na plantacjach ziemniaka są środki miedziowe: siarczan miedzi (trójzasadowy), tlenek miedzi, wodorotlenek miedzi i tlenochlorek miedzi. Obecnie dopuszczone jest stosowanie do 8 kilogramów czystej miedzi na 1 hektar w trakcie sezonu wegetacyjnego (Nowacki i in., 2004). Przy stosowaniu fungicydu Miedzian Ekstra 350 SC w dawce  $5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$  do jednego zabiegu zużywane jest około 1 kilograma czystej miedzi — w badaniach przeprowadzonych w ZNiOZ Bonin wykonywano 5 zabiegów w trakcie sezonu wegetacyjnego. Przebadany w doświadczeniach wariant z wykorzystaniem do ochrony preparatu miedziowego (wariant ekologiczny) wykazał efektywność w zwalczaniu zarazy ziemniaka porównywalną z wariantem ochrony intensywnej i ochrony z wykorzystaniem systemu NegFry. Możliwość zmniejszenia ilości zastosowanych zabiegów ochronnych przy jednoczesnej wysokiej efektywności stanowi mocny punkt w ekologicznej uprawie ziemniaków.



#### WNIOSKI

1. Stosowanie w ochronie ziemniaka przed *Phytophthora infestans* systemu decyzyjnego NegFry pozwala na istotne ograniczenie tempa rozwoju choroby w warunkach klimatycznych Pomorza Zachodniego.
2. Skuteczność ochrony przed zarazą ziemniaka prowadzonej wg SD NegFry była na poziomie skuteczności ochrony konwencjonalnej.
3. Prowadzenie ochrony chemicznej wg NegFry pozwoliło na zmniejszenie ilości aplikacji środków ochrony roślin o 2 w porównaniu do ochrony konwencjonalnej (7 zabiegów).

#### LITERATURA

- Doruchowski G. 2005. Elementy rolnictwa precyzyjnego w ochronie roślin. Inżynieria Rolnicza 6: 131 — 139.
- 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 Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA: 166 — 177.
- Hansen J. G. 1995. Meteorological dataflow and management for potato late blight forecasting in Denmark. SP Report, Danish Institute of Plant and Soil science, Vol 10: 57–63.
- 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, Ostend 29.09–3.10.1999: 117 — 130
- Henahan S. 2006. The great famine: gone, but not forgotten. Access Excellence @ the National Health Museum. HTML electronic document.
- Hoffman G. M., Schmutterer H. O. 1983. Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Kapsa J. 2001. Zaraza (*Phytophthora infestans* /Mont./de Bary) występująca na lodygach ziemniaka. Monogr. i rozpr. nauk. IHAR 11: 1 — 108.
- Kapsa J. 2004. Zmiany stanu zagrożenia i ochrony plantacji przed zarazą (*P. infestans*) w Polsce na tle krajów europejskich. Progress in Plant Protection. Postępy w Ochronie Roślin, Vol. 44 (1): 129–137.
- Kapsa J., Bernat E., Kasprzak M. 2005. Przydatność systemu decyzyjnego NegFry w ochronie ziemniaka przed zarazą w różnych warunkach meteorologicznych. Biul. IHAR 237/238: 177 — 186.
- Kapsa J., Osowski J., Bernat E. 2003. NegFry — decision support system for late blight control in potato crops — results of validation trials in north Poland. J. Plant Prot. Resch. 43: 171 — 179.
- Lacroix G., Latorse M. P., Mercer R. 2001. Phenomena: A new fungicide for the control potato late blight. PAV-Special Raport No. 7: 91 — 98.
- Nowacki W., Gruczek T., Zarzyńska K. 2004. Produkcja ziemniaków w rolnictwie ekologicznym. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego — Regionalne Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich w Radomiu: 40 s.
- Pietkiewicz J. 1972. Badanie odporności ziemniaków na zarazę ziemniaczaną (*Phytophthora infestans* de Bary) na odciętych liściach. Biul. Inst. Ziemn. 9: 17 — 31.
- Pietkiewicz J. 1989. Zwalczenie zarazy ziemniaka. Instrukcja Upowszechnieniowa 1/89. Instytut Ziemniaka, Bonin: 20 ss.
- Püntener W. 1989. Podręcznik Doświadczalnictwa Polowego w Ochronie Roślin. PWRiL, Warszawa, s. 40.

- Sawicka B., Kapsa J. 2001. Effect of varietal resistance and chemical protection on the potato late blight (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) development. *Potato Res.* 44 (3): 303–304.
- Van der Plank J. E. 1963. *Plant Disease: Epidemics and Control*. Academic Press, New York. pp: 345.
- Zaliwski A. S. 2007. Modele zarazy ziemniaka. [http://www.dss.iung.pulawy.pl/Documents/ior/blight\\_models.html#](http://www.dss.iung.pulawy.pl/Documents/ior/blight_models.html#).