

JÓZEFA KAPSA
JERZY OSOWSKI

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Boninie

Wprowadzanie i ocena systemu decyzyjnego NegFry w strategii ochrony przed zarazą ziemniaka w warunkach polskich

Implementation and evaluation of NegFry decision support system in late blight control strategy under Polish conditions

Celem stosowania różnorodnych systemów prognozowania i monitorowania w strategii zwalczania zarazy ziemniaka jest precyzyjne określenie pojawienia się choroby i podjęcie decyzji o terminach zalecanych aplikacji fungicydowych w sezonie. Wszystkie systemy stosowane w Europie wymagają podstawowych danych meteorologicznych (temperatura powietrza, wilgotność względna, opady) i wprowadzenia podstawowych danych biologicznych (odmiana i jej odporność na zarazę, data wschodów, termin zakończenia sezonu). Wyniki doświadczeń wykonanych w 2001 roku na polach produkcyjnych potwierdziły użyteczność systemu NegFry w ochronie pól ziemniaczanych przed zarazą, w polskich warunkach pogodowych. Dzięki zastosowaniu systemu NegFry można było zmniejszyć o 1–2 zabiegi fungicydowe w porównaniu z intensywną, rutynową ochroną. Pomimo zmniejszenia liczby aplikacji obserwowano istotne hamowanie rozwoju choroby i uzyskano dobrą skuteczność ochrony.

Słowa kluczowe: system decyzyjny w ochronie, ziemniaki, zwalczanie zarazy

The purpose of various forecasting and monitoring systems using in the late blight control strategy is to define precisely the disease appearance and undertake decision about dates of recommended fungicide applications during the season. All the running in Europe systems needs basic meteorological data (air temperature, relative humidity, precipitation) and implementation of basic biological data (variety and variety resistance against late blight, crop emergence, end of season). Results of trials carried out at commercial fields in 2001 have confirmed usefulness of the NegFry system for potato field protection against late blight under Polish weather conditions. By using the NegFry system, number of fungicide applications could be reduced for 1–2, compared to intensive, routine protection. In spite of decreasing the number of sprays, significant inhibition of disease development and good control effectiveness were observed.

Key words: late blight control, decision support systems, potato

WSTĘP

W większości krajów Europy Zachodniej ochrona plantacji przed zarazą ziemniaka (*Phytophthora infestans*) polega przede wszystkim na ochronie chemicznej uprawianych ziemniaków. Przeciętna liczba wykonywanych w ciągu sezonu zabiegów fungicydowych waha się w granicach 5–20, w zależności od presji infekcyjnej patogenu (tab. 1).

Tabela 1

Szacunkowe stosowanie zabiegów fungicydowych w zwalczaniu zarazy w wybranych krajach Europy (lata 1996–2000). Źródło Schepers, 2001
The estimated use of fungicides to potato late blight control in various European countries (Year 1996–2000). Acc. Schepers, 2001

Kraj Country	Lata Years				
	1996	1997	1998	1999	2000
Austria — Austria	4–6	5–6	4–6	4–12	4
Belgia — Belgium	8–12	14–15	12–14	10	12–20
Dania — Denmark	5,5	5,5	8	7,5	7–8
Finlandia — Finland	3–4	4–5	3–8	2–6	5–9
Francja — France	9–11	11–14	?	15	16–17
Hiszpania — Spain	3	5–6	3	4–5	2–6
Holandia — Holland	5–12	7–15	7–15	7–16	15–20
Niemcy — Germany	5–6	7–9	3–10	4–5	2–14
Norwegia — Norway	2,9	4	5	5–6	6–7
Polska — Poland	1,6	1,7	1,7	2	2
Szwajcaria — Switzerland	6–7	7–9	5–7	6–10	7
Szwecja — Sweden	4–7	4–7	4–12	4–11	?
Wlk. Brytania (Anglia/Walia) — UK	2–10	4–18	8–15	4–16	?
Włochy — Italy	6–8	6–8	4–5	8–10	6–8

Zastosowanie w ochronie przed zarazą różnych systemów decyzyjnych (DSS = Decision Support Systems) ma na celu precyzyjne określenie daty pierwszego i kolejnych zabiegów ochronnych oraz koniecznej ich liczby. Pozwala to nie tylko obniżyć koszty ochrony, ale i chronić środowisko przed nadmiernym wprowadzaniem do niego aktywnych substancji chemicznych.

W Europie, w ochronie plantacji ziemniaka przed zarazą najczęściej stosowane są następujące systemy decyzyjne: Plant-Plus, ProPhy, NegFry, Milsol, Guntz Diveau i SimPhyt. Wszystkie oparte są na podstawowych parametrach pogodowych. Najważniejsze czynniki meteorologiczne to te, które mają największy wpływ na rozwój patogenu — wilgotność względna i temperatura powietrza oraz opady. Niektóre z systemów wymagają dodatkowych informacji pogodowych, np. o szybkości i kierunku wiatru czy nasłonecznieniu (Kapsa, 2002). Na podstawie parametrów pogodowych można ustalić okresy krytyczne i terminy epidemicznego wystąpienia choroby, nasilenie presji infekcyjnej sprawcy oraz wyznaczyć krzywe postępu choroby (Ullrich, Schrödter, 1966; Fry i in., 1983; Forrer i in., 1993; Hansen, 1997; Gutsche, 1998; Schepers, 1998). Większość systemów oprócz podstawowych danych meteorologicznych wymaga także wprowadzenia danych agrotechnicznych, takich jak wczesność uprawianej odmiany i jej odporność na

zarazę, terminy wschodów i zakończenia sezonu wegetacyjnego, informacje o stosowanym nawadnianiu plantacji.

W Polsce brak jest jednolitego systemu decyzyjnego w ochronie upraw ziemniaka przed zarazą. Ochronę chemiczną rozpoczyna się najczęściej w momencie wystąpienia pierwszych objawów choroby w polu. Pierwszy zabieg bywa więc najczęściej spóźniony, co obniża skuteczność ochrony. Także liczba stosowanych zabiegów chemicznych jest najczęściej niewystarczająca. W naszym kraju średnia liczba zabiegów fungicydowych, wykonywanych rutynowo na plantacjach chronionych nie przekracza 2 (Kapsa, 2000). Z drugiej strony zdarza się, że rolnicy wykonują lokalnie (zgodnie z zawartymi kontraktami) 10–12 zabiegów nawet wtedy, gdy nie ma takiej potrzeby.

W ostatnich latach podjęto prace nad wprowadzeniem w Polsce ogólnie dostępnego systemu decyzyjnego NegFry, stosowanego w ochronie upraw ziemniaka przed zarazą, w ramach międzynarodowej współpracy z naukowcami duńskimi. Zaletą tego systemu jest możliwość wyznaczania (na podstawie warunków meteorologicznych i w oparciu o wprowadzone dane biologiczne) wartości progowych temperatury, wilgotności, opadów i zakumulowanych jednostek infekcyjnych oraz jednostek dziennego ryzyka. Z polskiej strony w pracach uczestniczą organizacje państwowe i instytuty naukowe: GIOR, IUNG, IOR, IHAR, IMiGW.

MATERIAŁ I METODY

W sezonie 2001 przeprowadzono pięć różnych doświadczeń polowych, których celem było sprawdzenie przydatności systemu decyzyjnego NegFry w ochronie produkcyjnych plantacji ziemniaka przed zarazą. Dwa doświadczenia zostały wykonane w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Boninie. Trzy pozostałe wykonano u rolników indywidualnych we wsi Osiny, pod nadzorem pracowników ODR Końskowola.

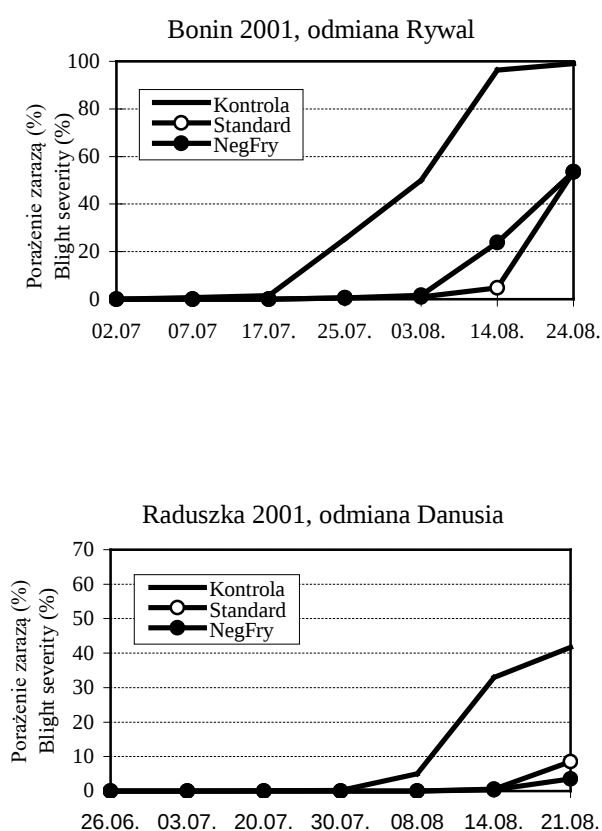
Doświadczenia prowadzone w Instytucie założono w Boninie na poletkach doświadczalnych odmiany Rywał (wielkość poletek 60 m²) i w miejscowości Raduszka na polach produkcyjnych odmiany Danusia (wielkość poletek 0,54 ha). Porównywano skuteczność ochrony ziemniaka prowadzonej tradycyjnie w Instytucie (= rutynowa ochrona plantacji od końca czerwca do połowy sierpnia) i ochrony wg systemu NegFry (prognozującego termin pierwszego zabiegu na podstawie danych meteorologicznych i terminu wschodów ziemniaka, a pozostałych zabiegów w zależności od układu warunków meteorologicznych i podatności uprawianych odmian). W wariacie badań z ochroną tradycyjną zastosowano 6 aplikacji fungicydowych (6 razy fluazinam w dawce 0,3 l·ha⁻¹), w wariacie ochrony prowadzonej według systemu NegFry zastosowano 4 opryskiwania (2 razy cymoksanil + mankozeb w dawce 2 kg·ha⁻¹ i 2 razy fluazinam w dawce 0,3 l·ha⁻¹). W sezonie oceniano stopień zniszczenia roślin ziemniaka przez zarazę, krzywe postępu choroby, wysokość uzyskanego plonu bulw oraz jego zdrowotność. Wyniki porównano z wynikami uzyskanymi na poletkach kontrolnych (niechronionych).

Doświadczenia w Osinach zostały wykonane na różnych polach produkcyjnych odmian Bzura, Irga i Ania. Wielkość poletek wahała się od 0,2 do 0,7 ha. W sezonie porównywano rozwój choroby i wysokość uzyskanego plonu na poletkach chronionych według własnych

programów rolników oraz z zastosowaniem systemu decyzyjnego NegFry. W przypadku tych doświadczeń porównywano jedynie skuteczność różnych systemów ochrony, bez poletek kontrolnych (niechronionych).

WYNIKI

Warunki meteorologiczne występujące na terenie Polski w sezonie wegetacyjnym 2001 były na ogół bardzo sprzyjające rozwojowi zarazy. Na wszystkich prowadzonych doświadczeniach zaraza pojawiła się jednak stosunkowo późno. W doświadczeniach na północy kraju (Bonin) pierwsze objawy zarazy obserwowano 7 lipca (odmiana Rywal) i 20 lipca (odmiana Danusia).



Rys. 1. Rozwój zarazy ziemniaka na poletkach chronionych wg różnych systemów ochrony
Fig. 1. Development of potato late blight at plots with various protection programs

Wyniki doświadczeń prowadzonych w Instytucie (Bonin i Raduszka) przedstawiono w tabelach 2 i 3 oraz na rysunkach 1 i 2. W obu doświadczeniach zastosowanie programów ochrony skutecznie zahamowało rozwój choroby w porównaniu z epidemicznym jej rozwojem na poletkach kontrolnych.

Tabela 2

Porównanie skuteczności programów ochrony przed zarazą ziemniaka w doświadczeniach IHAR, (Raduszka, 2001)
Comparison of efficacy of protection programs against potato late blight in the trials of PBAI, (Raduszka, 2001)

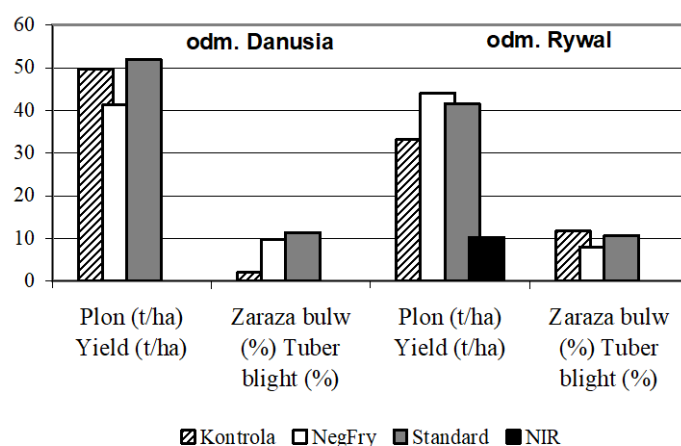
Odmiana Variety	Ochrona Treatment	Data wystąpienia zarazy Date of late blight appearance	Liczba opryskiwań Number of sprays	Porażenie zarazą na końcu wegetacji (%) [*] Disease severity at the end of season (%) [*]	AUDPC ^{**} AUDPC ^{**}
Danusia	kontrola — control	20.07.	—	41,7	0,0925
	Standard	30.07.	6	8,5	0,0026
	NegFry	30.07.	4	3,5	0,0064

* Danusia — obserwacje 21.08.2001

* Danusia — observation at 21.08.2001

** Powierzchnia względna pod krzywą rozwoju choroby

** Relative area under disease progress curve



Rys. 2. Plony bulw i ich jakość (zaraza bulw) uzyskane z poletek chronionych wg różnych systemów
Fig. 2. Tuber yields and their quality (tuber blight) originating from plots with various protection programs

Zniszczenie roślin odmiany Danusia pod koniec okresu wegetacyjnego (21 sierpnia) wynosiło na poletkach kontrolnych 66,7%, na poletkach chronionych w sposób tradycyjny 8,0%, a na chronionych wg systemu NegFry tylko 3,5% (tab. 2). Plon bulw odmiany Danusia był ogólnie wysoki. Nie stwierdzono istotnych różnic w wysokości plonu otrzymanego ze wszystkich poletek (rys. 2). Obserwowano niższe porażenie bulw pocho-

dzących z poletek kontrolnych w porównaniu z poletkami chronionymi. Tak niskie porażenie zarzą plonu pochodzącego z poletek niechronionych spowodowane zostało wcześniejszym zniszczeniem (zasuszeniem) roślin przez chorobę wraz ze źródłem infekcji bulw. Na takie przypadki zwracano już uwagę we wcześniejszych pracach (Bain, Möller, 1999).

Na poletkach kontrolnych odmiany Rywał, 24 sierpnia obserwowano całkowite zniszczenie roślin sięgające 99,8%; na poletkach chronionych wg obu systemów rośliny zostały zniszczone w 53,6% (tab. 3). Plony bulw odmiany Rywał uzyskane z poletek chronionych wg systemu NegFry były istotnie wyższe w porównaniu z wariantem kontrolnym (rys. 2). Nie stwierdzono istotnych różnic w plonie bulw między porównywanymi systemami. Nie stwierdzono także istotnych różnic w porażeniu bulw zarzą pomiędzy poszczególnymi wariantami doświadczenia.

Tabela 3

Porównanie skuteczności programów ochrony przed zarzą ziemniaka w doświadczeniach IHAR, (Bonin, 2001)
Comparison of efficacy of protection programs against potato late blight in the trials of PBAI, (Bonin, 2001)

Odmiana Variety	Ochrona Treatment	Data wystąpienia zarazy Date of late blight appearance	Liczba opryskiwań Number of sprays	Porażenie zarzą koniec wegetacji (%)* Disease severity at the end of season (%)*	AUDPC** AUDPC**
Rywał	kontrola — control	07.07.	—	99,8	0,423
	Standard	17.07.	6	53,6	0,102
	NegFry	17.07.	4	53,6	0,063

*Rywał — obserwacje 24.08.2001

*Rywał — observation at 24.08.2001

** Powierzchnia względna pod krzywą rozwoju choroby

** Relative area under disease progress curve

W obu doświadczeniach skuteczność ochrony prowadzonej intensywnie i z zastosowaniem systemu decyzyjnego NegFry była podobna. Zastosowanie systemu NegFry pozwoliło jednak zmniejszyć liczbę stosowanych zabiegów chemicznych.

Wyniki doświadczeń nad porównywaniem skuteczności różnych systemów ochrony prowadzone pod nadzorem ODR Końskowola przedstawiono w tabeli 4.

Na polach chronionych wg systemu NegFry obserwowano większe hamowanie rozwoju choroby w porównaniu z ochroną tradycyjną, stosowaną przez rolników. Efekt hamowania rozwoju choroby był szczególnie widoczny na odmianie Bzura. Porażenie roślin chronionych tradycyjnie (obserwowane 20 września) wynosiło 95%, według systemu NegFry — 50%. Tak silne porażenie zarzą odmiany Bzura, odpornej na tę chorobę, było prawdopodobnie spowodowane stanem sadzeniaków tej odmiany, a nie presją infekcyjną patogenu w sezonie wegetacyjnym. Na odmianie Ania porażenie roślin wynosiło odpowiednio: 75 i 50%.

Plon bulw wszystkich odmian chronionych według systemu NegFry był wyższy w porównaniu z plonem uzyskanym z poletek chronionych tradycyjnie. Z powodu sprzedaży ziemniaków przez rolników, w doświadczeniu nie została oceniona zdrowotność bulw.

W przypadku doświadczeń produkcyjnych dobra skuteczność ochrony prowadzonej wg systemu NegFry wymagała zwiększenia liczby zabiegów fungicydowych o jeden (odmiana Ania) i o dwa (odmiana Bzura) w porównaniu z ochroną prowadzoną przez rolników.

Tabela 4

Skuteczność programów ochrony przed zarzą ziemniaka w doświadczeniach ODR Końskowola (Osiny, 2001)

Effectiveness of late blight protection programs in the trials of ODR Końskowola (Osiny, 2001)

Odmiana, odporność — stopnie Variety, resistance — degree	Ochrona Treatment	Data wystąpienia zarazy Date of late blight appearance	Liczba aplikacji Number of applications	Porażenie zarzą koniec wegetacji (%)* Disease severity at the end of season (%)*	AUDPC** AUDPC**	Plon (t·ha ⁻¹) Yield (t·ha ⁻¹)
Bzura (8)	Standard NegFry	02.08. 02.08.	2 4	95 50	0,079 0,155	20,5 31,0
Irga (2)	Standard NegFry	25.07. 25.07.	4 4	20 20	0,047 0,047	25,5 28,5
Ania (6)	Standard NegFry	02.08. 02.08.	2 3	75 50	0,079 0,105	20,0 26,0

* Koniec wegetacji (= desykacja), różny dla każdej odmiany (Bzura 20.09., Ania 20.09., Irga 3.09.)

* End of vegetation (= desiccation), different for each variety (Bzura 20.09., Ania 20.09., Irga 3.09.)

** Powierzchnia względna pod krzywą rozwoju choroby

** Relative area under disease progress curve

DYSKUSJA

Przydatność systemu NegFry w polskich warunkach została sprawdzona już wcześniej w doświadczeniach mikropoletkowych (Wójtowicz i Piekarczyk, 1998). Autorzy wykazali dużą przydatność kilku różnych systemów stosowanych w ochronie ziemniaka przed zarzą i opłacalność ekonomiczną ochrony z zastosowaniem systemu decyzyjnego NegFry. Według autorów dla poprawienia precyzyjności prognozowania wystąpienia zarazy w warunkach polskich konieczne są jednak pewne modyfikacje (obniżenie progowych wartości zakumulowanych jednostek infekcyjnych).

Doświadczenia prowadzone w 2001 roku na polach produkcyjnych potwierdziły przydatność systemu decyzyjnego NegFry do określania terminu pierwszego i kolejnych zabiegów i uzyskaną dzięki niemu dobrą skuteczność ochrony pól ziemniaczanych przed zarzą. Zastosowanie tego systemu pozwoliło zmniejszyć liczbę zabiegów fungicydowych o 1–2 w porównaniu z intensywną ochroną prowadzoną rutynowo w Instytucie. Mimo zmniejszenia liczby aplikacji fungicydów uzyskano znaczne zahamowanie rozwoju choroby i dobrą skuteczność ochrony.

Wyniki doświadczeń prowadzonych przez ODR Końskowola również wykazały lepszą skuteczność ochrony plantacji z wykorzystaniem systemu decyzyjnego NegFry. Wskazują jednak na potrzebę niewielkiego zwiększenia liczby zabiegów w tzw. tradycyjnej praktyce rolniczej. Nasze polskie warunki klimatyczne nie wymagają jednak aż takiej dużej liczby opryskiwań fungicydowych jaka stosowana jest w Europie (Schepers, 2001).

Dotychczasowe badania wskazują na duże możliwości wykorzystania systemu decyzyjnego NegFry, dzięki któremu można uzyskać skuteczną ochronę przed zarazą, z uwzględnieniem aspektów ochrony środowiska. W sezonie 2002 badania będą kontynuowane w różnych punktach Polski.

WNIOSKI

1. Wstępne doświadczenia prowadzone w 2001 roku na polach produkcyjnych w Boninie i Raduszcze potwierdziły przydatność systemu decyzyjnego NegFry do określania terminu pierwszego i kolejnych zabiegów w zwalczaniu zarazy ziemniaka w warunkach polskich.
2. Zastosowanie tego systemu w ochronie plantacji ziemniaka przed zarazą pozwoliło zmniejszyć liczbę zabiegów fungicydowych o 1–2 w porównaniu z intensywną ochroną prowadzoną rutynowo. Mimo zmniejszenia liczby aplikacji fungicydów uzyskano znaczne zahamowanie rozwoju choroby i dobrą skuteczność ochrony.
3. Wyniki doświadczeń prowadzonych przez ODR Końskowola na polach rolników indywidualnych potwierdziły skuteczność ochrony plantacji z wykorzystaniem systemu decyzyjnego NegFry. Koszty niewielkiego zwiększenia liczby zabiegów w tzw. tradycyjnej praktyce rolniczej zostały zrekompensowane wyższą plonem bulw.
4. Zastosowanie systemu decyzyjnego NegFry w ochronie plantacji ziemniaka przed zarazą pozwala obniżyć koszty ochrony, ale i chronić środowisko przed nadmiernym wprowadzaniem do niego aktywnych substancji chemicznych.

LITERATURA

- Bain R. A., Möller K. 1999. Factors influencing potato tuber infection by *Phytophthora infestans*. PAV — Special Report 5/1999. Proc. Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. Sweden, Uppsala 9–12. 09.1998: 210 — 228.
- Forrer H. R., Gujer H. U., Fried P. M. 1993. PhytoPRE — A comprehensive information and decisions support system for late blight in potatoes. Proc. Workshop on Computer-based DSS on Crop Protection, Parma Italy: 173 — 181.
- Fry W. E., Apple A. E., Bruhn J. A. 1983. Evaluation of potato blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. Phytopathology 73: 1054 — 1059.
- Gutsche V. 1998. Usage of model Simphyt in frame of the project Paso in Germany from 1994 to 1997. PAV — Special Report 3/1998. Proc. Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. Carlow, Ireland 24–27.09.1997: 104 — 110.
- Hansen J. G. 1997. Report of the discussions of the subgroup Decision Support Systems. PAV — Special Report 1/1997. Proc. Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. Lelystad, Netherlands 30.09-3.10.1996: 15 — 19.
- Kapsa J. 2000. Porównanie różnych programów zwalczania zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*). Konferencja. Ochrona ziemniaka. Kołobrzeg, 4-5. 04. 2000. IHAR Oddz. Bonin: 44 — 51.
- Kapsa J. 2002. Zastosowanie systemów decyzyjnych w ochronie plantacji ziemniaka przed zarazą. Progress in Plant Protection 42 (1): 1 — 7.
- Schepers H. T. A. M. 1998. Epidemiological parameters in decision support systems for *Phytophthora infestans*. PAV — Special Report 3/1998. Proc. Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. Carlow, Ireland 24–27. 09. 1997: 30 — 36.

- Schepers H. T. A. M. 2001. The development and control of *Phytophthora infestans* in Europe in 2000. PAV — Special Report 7/2001. Proc. Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight. Germany, Munich, 6–10. 09. 2000: 9 — 18.
- Ullrich J., Schrödter H. 1966. Das Problem der Vorhersage des Auftretens der Kartoffelkrautfäule (*Phytophthora infestans*) und die Möglichkeit seiner Lösung durch eine “Negativprognose”. Nachrichtenblatt Deut. Pflanzenschutz 3: 33 — 40.
- Wójtowicz A., Piekarczyk J. 1998. Porównanie skuteczności wybranych systemów wspierających podejmowanie decyzji w zwalczaniu zarazy ziemniaka. Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin 38 (2): 358 — 361.