

ANDRZEJ WÓJTOWICZ, TOMASZ KRASIŃSKI, MARIA PASTERNAK,
*MAREK SZYMAŃSKI, *MIECZYŚLAW ŁEPKOWSKI, *ANDRZEJ OBST¹
Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy,
*Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego

OPRACOWANIE WITRYNY INTERNETOWEJ DO MONITOROWANIA ZAGROŻENIA ZIEMNIAKA PRZEZ *PHYTOPHTHORA INFESTANS* SPRAWCĘ ZARAZY ZIEMNIAKA

1. Wstęp

Zaraza ziemniaka zaliczana jest powszechnie do najgroźniejszych chorób ziemniaka i pomidora [Stevenson i wsp. 2001]. Sprawcą choroby jest *Phytophthora infestans* – patogen należący do królestwa Chromista. W wyniku choroby straty w plonie ziemniaka mogą przekroczyć nawet 75%, a w skrajnych przypadkach efektem wystąpienia zarazy ziemniaka jest całkowita utrata plonu [Fry i Shitenberg 1990]. W Polsce straty w plonie wywołane porażeniem ziemniaka przez *Phytophthora infestans* sięgają około 26%, a w plonach pomidora nawet 70% [Pietkiewicz J. 1986; Chotkowski i wsp. 1995]. W latach czterdziestych XVIII wieku epidemiczne wystąpienie zarazy ziemniaka w Irlandii spowodowało klęskę głodową i wywołało falę masowej emigracji. To wydarzenie stało się przyczynkiem do podjęcia działań ukierunkowanych na opracowanie skutecznych metod ochrony ziemniaka przed *P. infestans*. Obecnie ochrona ziemniaka stanowi niezwykle ważne zagadnienie naukowe, gospodarcze, a nawet polityczno-demograficzne [Erwin i wsp. 1996]. Ziemniak jest bowiem uprawiany w 125 krajach na łącznym areale ponad 12 mln ha, dzięki czemu jako roślina uprawna zajmuje w świecie piąte miejsce po pszenicy, kukurydzy, ryżu i jęczmieniu [Lipa J.J. 1999].

Racjonalna ochrona ziemniaka przed *P. infestans* polega na stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin tylko w sytuacji, kiedy warunki środowiskowe

¹ Wkład pracy: Andrzej Wójtowicz – 50%, Tomasz Krasieński – 10%, Maria Pasternak – 10%, Marek Szymański – 10%, Marek Łepkowski – 10%, Andrzej Obst – 10%.

sprzyjają infekcjom i rozwojowi patogena. Zasada ta stanowi fundament wszelkich systemów wspierających podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka przed *P. infestans*.

Kluczowym problemem podejmowanym w pracach ukierunkowanych na opracowanie systemów wspierających podejmowanie decyzji w zakresie zwalczania zarazy ziemniaka jest opracowanie metody szacującej ryzyko infekcji i prognozującej wystąpienie pierwotnych objawów chorobowych.

W prognozowaniu terminu wystąpienia zarazy ziemniaka można wyróżnić dwa podejścia [Harrison J. G. 1992]. Pierwsze polega na szacowaniu ryzyka wystąpienia choroby w oparciu o zarejestrowane wcześniej dane meteorologiczne. Istotą drugiego – jest wykorzystanie do tego celu prognozy pogody. Podejście pierwsze stanowi podstawę systemów opracowanych m. in. przez van Everdingena (1926), Beaumonta (1947), Hyrea (1954), Walina i Hoymana (1954), Smitha (1956), Ullricha i Schrödtera (1966), Krausego i Massiego (1975), Duvauchellea (1991) oraz Gutschego (1993). Podejście drugie znalazło wyraz w pracach następujących autorów Bourke (1957), Førsung i Flatten (1959) oraz Royer i wsp. (1989).

Niektóre z wymienionych powyżej systemów zostały opracowane w formie aplikacji komputerowych i stosowane są obecnie w praktyce rolniczej. Przykładowo w Niemczech do wyznaczania terminu wystąpienia zarazy ziemniaka używany jest opracowany przez Gutschego system Simphyt I, a w Danii do tego celu wykorzystuje się model Ullricha i Schrödtera. Początkowo systemy wspomagające podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka przed *P. infestans* były opracowywane jako jedno stanowiskowe aplikacje komputerowe. Obecnie w następstwie postępu w zakresie technologii informatycznych rolnicy w przodujących pod względem rozwoju gospodarczego krajach korzystają z systemów wspomagających podejmowanie decyzji udostępnianych w Internecie. W Europie największy postęp w dziedzinie wykorzystania Internetu do realizacji celów ochrony roślin dokonuje się za sprawą zespołów badawczych z Danii i Niemiec.

Przegląd literatury z zakresu ochrony ziemniaka prowadzonej z zastosowaniem modeli matematycznych uprawnia do postawienia tezy o możliwości redukcji liczby zabiegów ochronnych bez istotnego wpływu na plony ziemniaka pod warunkiem stosowania fungicydów w optymalnych terminach, wyznaczonych za pomocą systemów wspomagających podejmowanie decyzji w ochronie roślin [Nugtern W. 1997, Spits H. i Wander J. 2001, Dowley i wsp. 2002]. Szczególne znaczenie w ochronie ziemniaka przed *P. infestans*, prowadzonej z wykorzystaniem systemów wspomagających podejmowanie decyzji, przypisuje się modelom przeznaczonym do określania terminu rozpoczęcia zwalczania sprawcy choroby. Na podstawie przeprowadzonych w Winnej Górze w latach 1999–2002 doświadczeń, wykazano znaczenie precyzyjnego określenia terminu rozpoczęcia ochrony

chemicznej ziemniaka w kształtowaniu opłacalności produkcji tej rośliny. Następnym prawidłowym wyznaczeniem terminu rozpoczęcia zabiegów ochronnych była redukcja liczby zabiegów i uzyskanie wyższych plonów z poletek chronionych według zaleceń systemów wspomagających podejmowanie decyzji, w stosunku do poletek chronionych rutynowo. Pozytywne wyniki przeprowadzonych doświadczeń stanowiły przyczynek do podjęcia wysiłków ukierunkowanych na opracowanie witryny internetowej przeznaczonej do przekazywania informacji o zagrożeniu ziemniaka przez *P. infestans*.

2. Cel i zakres pracy

Celem pracy jest przedstawienie rezultatów działań środowisk naukowych i doradców rolnych, ukierunkowanych na opracowanie witryny internetowej przeznaczonej do przekazywania informacji o zagrożeniu ziemniaka przez *Phytophthora infestans* w Polsce.

3. Opis systemu

Kluczowymi elementami witryny są dwie aplikacje. Pierwsza służy do wyznaczania terminu rozpoczęcia ochrony chemicznej ziemniaka przed *P. infestans*. Druga, znajduje zastosowanie w przekazywaniu informacji o wynikach monitoringu plantacji ziemniaka. Terminy wystąpienia zarazy ziemniaka są wyznaczane za pomocą algorytmu opracowanego na podstawie funkcji regresji wielokrotnej zaproponowanej przez Ullricha i Schrödtera (1966). Działanie modelu Ullricha i Schrödtera nazywanego również „Prognozą negatywną” sprowadza się do wyznaczania tzw. dziennych wartości ryzyka, które obliczane są na podstawie pomiarów temperatury powietrza, wilgotności względnej powietrza oraz opadów deszczu, w następujący sposób. Liczba godzin, w których wilgotność względna powietrza nie osiągnęła 70%, zostaje pomnożona przez 0,0468, a uzyskany wynik jest pomniejszany o 7,8624. Liczba godzin, w których temperatura mieściła się w zakresie 15,0–19,9°C, jest mnożona przez 0,1639, a do wyniku tego działania dodawana jest wartość 7,6479. Jeżeli przez co najmniej cztery godziny wilgotność względna powietrza jest równa lub wyższa od 90%, względnie natężenie opadów w tym czasie nie jest mniejsze niż 0,1 mm/h, to liczba godzin, w których spełniony jest jeden z tych warunków jest mnożona przez odpowiedni współczynnik, którego wartość zależy od panującej w tym czasie temperatury (tabela 1). Według tego schematu dokonuje się również obliczeń wówczas, gdy opisane warunki meteorologiczne utrzymują się przez co najmniej 10 godzin. Wyniki czterech opisanych formuł matematycznych podlegają zsumowaniu, a otrzymana w ten sposób liczba stanowi dzienną wartość ryzyka.

Termin pierwszego zabiegu przeciwko *P. infestans* przypada na dzień, w którym zakumulowana wartość ryzyka obliczona po zsumowaniu dziennych wartości ryzyka osiągnie wartość 130, a dzienna wartość ryzyka wyniesie tego dnia co najmniej 7. Wyniki działania modelu Ullricha i Schrödtera udostępniane w witrynie Instytutu Ochrony Roślin – PIB są generowane na podstawie danych meteorologicznych rejestrowanych przez 40 stacji Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz 69 polowych stacji meteorologicznych.

Tabela 1

Sposób obliczania dziennej wartości ryzyka (wg Ullricha i Schrödtera)

Współczynnik r	Liczba godzin z temperaturami zakresu (h)	Wilgotność lub opady	
0,89900	10,0–13,9	co najmniej 4 kolejne godziny z wilgotnością względną powietrza \geq 90% lub z opadami \geq 0,1mm/h	
0,41180	14,0–15,9		
0,53360	16,0–17,9		
0,88160	18,0–19,9		
1,04498	20,0–21,9		
0,55858	22,0–23,9		
0,39240	10,0–13,9		co najmniej 10 kolejnych godziny z wilgotnością względną powietrza \geq 90% lub z opadami \geq 0,1mm/h
0,07020	14,0–15,9		
0,12790	16,0–17,9		
0,91080	18,0–19,9		
1,47060	20,0–21,9		
0,85500	22,0–23,9	wynik mnożenia rh zwiększyć o 7,6479	
0,16390	15,0–19,9		
0,04680	liczba godzin z wilgotnością względną powietrza <70%	wynik mnożenia rh zmniejszyć o 7,8624	

Źródło: 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. Pflanzenschutzd. 3, 33–40.

Uzupełnieniem informacji o zagrożeniu ziemniaka przez *P. infestans*, generowanych z wykorzystaniem modelu Ullricha i Schrödtera, są rezultaty lustracji polowych prowadzonych na wybranych plantacjach ziemniaka, upowszechniane za pomocą aplikacji komputerowej opracowanej z wykorzystaniem systemu CMS (Content Management System) (rysunek 1, 2). Takie rozwiązanie umożliwia prezentację informacji w formie graficznej i tekstowej bezpośrednio po ich wprowadzeniu do systemu. Wyniki obserwacji polowych są wprowadzane do systemu raz w tygodniu przez przeszkolonych do realizacji tego zadania pracowników reprezentujących instytucje naukowe i doradców rolnych. W monitoringu zarazy ziemniaka uczestniczy co roku około 30 współpracowników reprezentujących

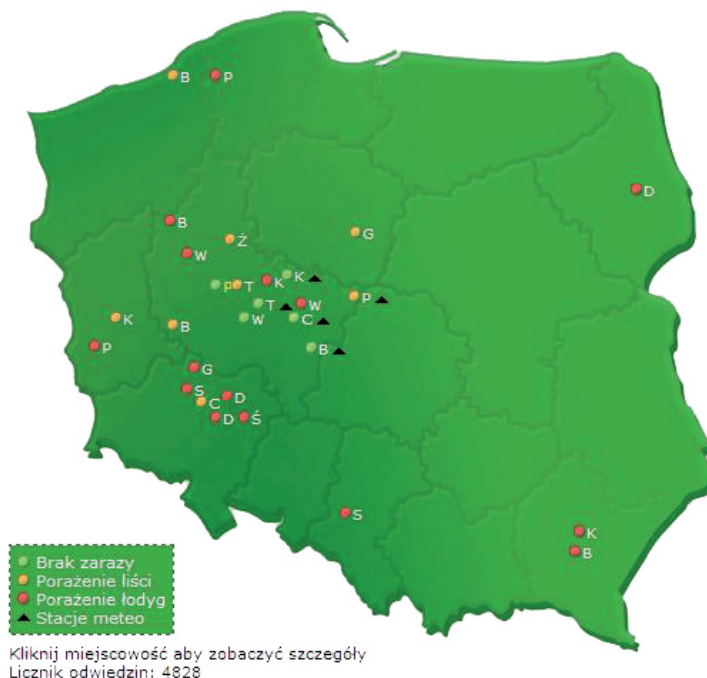
następujące instytucje: Wielkopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Lubuski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Wojewódzką Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa w Poznaniu, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, oraz Instytut Ochrony Roślin i Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych.

4. Obsługa systemu

Informacje na temat zagrożenia ziemniaka przez *P. infestans*, zgromadzone na stronie Instytutu Ochrony Roślin – PIB pod adresem <http://www.ior.poznan.pl/> są udostępniane po wybraniu ikony z napisem „zaraza ziemniaka” i rysunkiem przedstawiającym bulwy ziemniaka. Następnie użytkownik systemu może zapoznać się wynikami monitoringu plantacji ziemniaka. Widoczne na mapie Polski punkty przedstawiają miejsca, w których prowadzone są lustracje polowe. Zielony kolor punktu oznacza brak objawów zarazy ziemniaka, żółty to informacja o po-

Rysunek 1

Lokalizacja monitorowanych plantacji ziemniaka w 2013 roku



Źródło: „Zrzut z ekranu” – wynik działania aplikacji komputerowej w 2013 r.

Rysunek 2

Przykładowe wyniki monitoringu zarazy ziemniaka w miejscowości Krasne

Miejscowość: **Krasne**

data obserwacji	odmiana ziemniaka / faza rozwoju	ocena liści	ocena łodyg
2008 06.05	Augusta rozwój liści BBCH: 17107	brak ataku	Brak objawów
2008 06.19	Augusta rozwój pędów bocznych na głównym pędzie BBCH: 28 208	Jedna lub kilka infekcji max ognisko < 1 m ²	Brak objawów
2008 07.05	Augusta kwitnienie BBCH: 64 604	Jedna lub kilka infekcji max ognisko 5-25 m ²	występują objawy chorobowe
2008 07.16	Augusta rozwój owoców BBCH: 70 700	Zaraza na całym polu porażenie liści 50,1-75% powierzchni	występują objawy chorobowe
2008 07.21	Augusta rozwój owoców BBCH: 73 703	Zaraza na całym polu porażenie liści 50,1-75% powierzchni	występują objawy chorobowe
2008 07.28	Augusta rozwój owoców BBCH: 79 7N9	Zaraza na całym polu porażenie liści 75,1-100% powierzchni	występują objawy chorobowe
2008 08.04	Augusta zamieranie BBCH: 95 905	Zaraza na całym polu porażenie liści 75,1-100% powierzchni	występują objawy chorobowe

Źródło: „Zrzut z ekranu“ – wynik działania aplikacji komputerowej w 2008 r.

jawieniu się pierwszych ognisk chorobowych, a czerwony wskazuje, że objawy chorobowe występują na całym polu. Wybór jednego z tych kolorowych punktów umożliwia dotarcie do zestawionych w tabeli szczegółowych danych tekstowych, opisujących nasilenie objawów chorobowych na monitorowanych plantacjach. Oprócz informacji prezentujących rzeczywisty rozwój objawów chorobowych na polach podlegających systematycznym obserwacjom, użytkownik systemu może zapoznać się z wynikami działania modelu Ullricha i Schrödtera (1966). Obsługa tego komponentu sprowadza się do wyboru daty wschodów ziemniaka oraz stacji meteorologicznej. Ponadto system udostępnia publikacje poświęcone problematyce ochrony ziemniaka przed *P. infestans*, zdjęcia objawów chorobowych zarazy ziemniaka, oraz przedstawiony graficznie cykl rozwojowy sprawcy choroby.

5. Dotychczasowe efekty funkcjonowania systemu

Zaraza ziemniaka należy do chorób o największym znaczeniu gospodarczym. Niebezpieczeństwo poniesienia poważnych strat wywołanych porażeniem ziemniaka przez *P. infestans* wynika przede wszystkim z krótkiego cyklu chorobowego pato-

gena oraz jego agresywności. Wymienione właściwości sprawcy choroby poważnie ograniczają możliwość prowadzenia skutecznej ochrony ziemniaka, zwłaszcza wówczas, gdy warunki meteorologiczne sprzyjają rozwojowi patogena, a w terminie infekcji pierwotnej nie dostrzeżono zagrożenia i zaniechano stosowania fungicydów. Skuteczność zabiegów interwencyjnych po wystąpieniu objawów chorobowych w warunkach silnej presji infekcyjnej może okazać się niezadowolająca. Z kolei prowadzenie zabiegów profilaktycznych nie uzasadnionych realnym zagrożeniem ziemniaka porażeniem przez *P. infestans* prowadzi do zmniejszenia opłacalności produkcji i negatywnie oddziałuje na środowisko.

Prowadzenie efektywnej ochrony roślin zgodnie z wymogami ochrony środowiska jest jednak możliwe. Osiągnięcie tak postawionego celu umożliwiają bowiem systemy wspomagające podejmowanie decyzji w ochronie roślin, charakteryzujące zagrożenie upraw przez agrofagi na podstawie wyników działania modeli matematycznych.

Pierwsze próby wykorzystania wyników działania modelu matematycznego przeznaczonego do prognozowania wystąpienia zarazy ziemniaka, stanowiącego element internetowej aplikacji komputerowej, podjęto w Polsce latach 2001–2002 we współpracy z Duńskim Instytutem Nauk Rolniczych. Dalszy rozwój systemu internetowego, przeznaczonego dla rolników w Polsce, umożliwiła ścisła współpraca Instytutu Ochrony Roślin z Centrum Oprogramowania i Systemów Decyzyjnych w Niemczech, realizowana w latach 2003–2007. Zdobyte tą drogą doświadczenia pozwoliły na opracowanie witryny internetowej przeznaczonej do szacowania zagrożenia ziemniaka przez *P. infestans* w Polsce. Prawidłowe działanie witryny warunkowane jest systematyczną aktualizacją danych meteorologicznych i wyników obserwacji polowych. Podstawowym założeniem uwzględnionym przy opracowaniu witryny było bowiem udostępnienie użytkownikom Internetu informacji z dwóch niezależnych źródeł. Pierwszym są wyniki działania modelu, a drugim wyniki lustracji polowych. Systematyczne obserwacje polowe, których wyniki przekazywane są z wykorzystaniem opracowanej witryny, rozpoczęto w 2007 r. w następstwie umowy zawartej pomiędzy Dyrekcjami Instytutu Ochrony Roślin – PIB i Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego. Pierwotnie obserwacje polowe prowadzono na dziewięciu plantacjach ziemniaka zlokalizowanych w województwie wielkopolskim. W kolejnych latach, do realizacji tego zadania, oprócz pracowników Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego, włączyli się również przedstawiciele Lubuskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego, Wojewódzkiej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa w Poznaniu, Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych, oraz rolnicy indywidualni, a liczba plantacji objętych monitoringiem zwiększyła się do trzydziestu, zlokalizowanych w większości w województwie wielkopolskim. Celem powiększenia liczby monito-

rowanych plantacji ziemniaka wskazane jest nawiązanie współpracy z ośrodkami doradztwa rolniczego reprezentującymi pozostałe województwa.

Znacznie lepsze efekty odnotowano natomiast w powiększaniu liczby stacji meteorologicznych włączonych do systemu. Pierwotnie wyniki modelu Ullricha i Schrödtera generowane były wyłącznie na podstawie danych meteorologicznych rejestrowanych przez zlokalizowane w większości w miastach stacje Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. W 2009 r. rozpoczęto podłączanie do systemu polowych stacji meteorologicznych, które rozmieszczono w sąsiedztwie plantacji ziemniaka, głównie w województwie wielkopolskim. Obecnie wyniki prognozy negatywnej są udostępniane z wykorzystaniem stu dziewięciu stacji. Czterdzieści stacji meteorologicznych włączonych do systemu jest własnością Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, trzydzieści osiem Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego, dziesięć Zrzeszenia Plantatorów Producentów Ziemniaka, siedem firmy Syngenta, dziesięć Zakładów Przemysłu Ziemniaczanego w Pile, jedna firmy Hajduk-Warzywnictwo i trzy Instytutu Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu. W przyszłości planowane jest włączenie do systemu kolejnych stacji meteorologicznych oraz plantacji ziemniaka przeznaczonych do prowadzenia obserwacji nasilenia rozwoju objawów chorobowych wywołanych porażeniem ziemniaka przez *P. infestans*. Rozbudowa systemu wymaga również prowadzenia systematycznych szkoleń przybliżających potencjalnym użytkownikom zasady obsługi systemu i możliwości, które oferuje. Realizacja tego zadania zainicjowana przez pracowników Instytutu Ochrony Roślin, jest obecnie kontynuowana z udziałem pracowników Wielkopolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Poznaniu (WODR). Od 2011 r. pracownicy WODR przybliżają rolnikom następujące zagadnienia: System wspomagania decyzji w ochronie ziemniaka przed zarazą ziemniaka – monitoring”, „Agrofagi na plantacjach ziemniaka w okresie wegetacji i ich zwalczanie”, „Działanie meteorologicznej stacji polowej w komputerowym systemie ochrony ziemniaków przed zarazą ziemniaka”. W 2011 r. wymienione powyżej tematy referowano na 16 spotkaniach, w których uczestniczyły 134 osoby. W 2012 r. przeprowadzono 30 szkoleń z tego zakresu, a liczba słuchaczy osiągnęła 329. W 2013 r. pracownicy WODR propagowali wykorzystanie Internetu w ochronie ziemniaka przed *P. infestans* na 24 spotkaniach z udziałem 277 rolników, a w pierwszym półroczu 2014 r. 41 szkoleń, w których uczestniczyło 511 rolników, dotyczyło tej tematyki.

Wkład pracowników WODR w rozwój systemu nie ogranicza się tylko do prowadzenia szkoleń i uczestnictwa w monitoringu plantacji ziemniaka. Na uwagę zasługuje również zaangażowanie pracowników Ośrodka w opracowanie internetowej wersji systemu NegFry, w którym oprócz modelu Ullricha i Schrödtera zastosowano model Frya przeznaczony do wyznaczania optymalnych terminów kolejnych zabiegów chemicznych przeciwko sprawcy zarazy ziemniaka.

6. Podsumowanie

Udostępniona na stronie Instytutu Ochrony Roślin – PIB w Poznaniu pod adresem <http://www.ior.poznan.pl/> witryna, umożliwiająca użytkownikom Internetu korzystanie z informacji na temat zagrożenia ziemniaka przez *P. infestans*, jest przykładem owocnej współpracy środowisk naukowych z doradcami w zakresie ochrony roślin. Opracowany system przyczynia się do zmniejszenia dystansu, w korzystaniu z nowoczesnych technologii, pomiędzy rolnikami z wysoko rozwiniętych krajów Ameryki Północnej i Europy Zachodniej oraz gospodarującymi w Polsce. Dotychczasowe osiągnięcia w przekazywaniu za pośrednictwem Internetu informacji o zagrożeniu ziemniaka przez *P. infestans*, uzasadniają podjęcie wysiłków ukierunkowanych na rozbudowę systemu. Nie jest to zadanie łatwe ale możliwe do realizacji, pod warunkiem ścisłej współpracy placówek naukowych i służb doradczych.

LITERATURA

1. Beaumont A. (1947): The dependence on the weather of the dates of outbreak of potato blight epidemics. *Transactions of the British Mycological Society* 31, 45–53.
2. Bourke P.M.A. (1953): Potato blight and the weather: a fresh approach. *Irish Meteorological Service Technical Note* 12, 11.
3. Chotkowski J., Gaziński B., Rembeza J. (1995): Problemy ochrony ziemniaka przed chorobami i szkodnikami. *Post. Nauk Roln.* 6, 59–66.
4. Dowley L. J., Leonard R., Rice B., Ward S. (2002): Efficacy of the NegFry decision support system in the control of potato late blight in Ireland. *PAV-Special Report* nr.8, 81–92.
5. Duvauchelle S. (1991): Lutte contre le mildiou de la pomme de terre en France: modèles de prévision pour les avertissements agricoles et stratégie d'utilisation des spécialités contenant des matières actives systémiques face à la résistance. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 21, 49–55.
6. Erwin D.C., Ribeiro O.K. (red.).(1996): *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS Press, St. Paul, USA: 562 ss.
7. Førsund E., Flatten H. K. (1959): The interrelationship between climate and outbreaks of late blight epiphytotic. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* 38, 61.
8. Fry W. E., Shitienberg D. (1990): Integration of host resistance and fungicide to manage potato diseases. *Can. J. Plant Pathology* 12, 111–116.
9. Gutsche V. (1993): PROGEB-a model aided forecasting service for pest management in cereals and potatoes. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 23, 577–581.
10. Harrison J. G. (1992): Effect of the aerial environment on late blight of potato foliage – a review. *Plant Pathology* 41, 384–416.
11. Hyre R. A. (1954): Progress in forecasting late blight of potato and tomato. *Plant Disease Reporter* 38, 245–253.

12. Krause R. A., Massi L. B. (1975): Predictive systems: modern approaches to disease control. *Ann. Rev. Phytopathol.* 13, 31–47.
13. Lipa J.J. (1999): Ochrona ziemniaka: wczoraj, dzisiaj, jutro. Materiały konferencji „Ochrona Ziemniaka”. IHAR, Oddział Bonin. Kołobrzeg 23–24.03.1999, 7–13.
14. Nugtern W. (1997): PROPHY. A complete advice system for potato blight control for on-farm objectives, working and results in the Netherlands and Germany. PAV-Special Report nr. 1, 106–113.
15. Pietkiewicz J. (1986): Efekty zwalczania zarazy ziemniaka w doświadczeniach produkcyjnych w latach 1984–1985. *Materiały XXVI Sesji Naukowej IOR, Część I*, Referaty 73–83.
16. Royer M. H., Russo J. M., Kelly J. G. W. (1989): Plant disease prediction using a meso-scale weather forecasting technique. *Plant Disease* 73, 618–624.
17. Smith L. P. (1956): Potato blight forecasting by 90 per cent humidity criteria. *Plant Pathology* 5, 83–87.
18. Spits H.G., Wander J.G.N. (2001): Field evaluation of four decision support systems for potato late blight in the Netherlands in 2000. *PAV-Special Report nr 7*, 77–90.
19. Stevenson W.R., Loria R., Franc G.D., Weingartner D.P. (red.) (2001): Compendium of Potato Diseases. 2nd edition. APS Press, St. Paul, USA, ss 106.
20. Ullrich J., Schrödter H. (1966): Das Problem der Vorhersage des Auftretens der Kartoffelkrautfaule (*Phytophthora infestans*) und die Möglichkeit seiner Lösung durch eine „Negativprognose”. *Nachrichtenblatt Deut. Pflanzenschutzd.* 3, 33–40.
21. Van Everdingen E. (1926): Het verband tusschen de weersgesteldheid en de aardappelziekte (*Phytophthora infestans*). *Tijdschrift over Plantenziekten* 32, 129–140.
22. Wallin J. R., Hoyman W. G. (1954): Forecasting potato late blight in Dakota. *North Dakota Agricultural Experiment Station Bimonthly Bulletin* 16, 226–231.

ANDRZEJ WÓJTOWICZ, TOMASZ KRASIŃSKI, MARIA PASTERNAK,
MAREK SZYMAŃSKI, MIECZYŚLAW ŁEPKOWSKI, ANDRZEJ OBST

OPRACOWANIE WITRYNY INTERNETOWEJ DO MONITOROWANIA ZAGROŻENIA ZIEMNIAKA PRZEZ *PHYTOPHTHORA INFESTANS* SPRAWCĘ ZARAZY ZIEMNIAKA

Słowa kluczowe: monitorowanie, zaraza ziemniaka, Internet, współpraca

STRESZCZENIE

Pierwsze próby wykorzystania Internetu dla potrzeb monitorowania zagrożenia ziemniaka przez *P. infestans* w Polsce podjęto w latach 2001–2002 z zastosowaniem oprogramowania przekazanego stronie polskiej przez Duński Instytut Nauk Rolniczych. Istotny wkład w opracowanie rodzimego systemu internetowego wniosła również współpraca Instytutu Ochrony Roślin z Centrum Oprogramowania i Systemów Decyzyjnych w Niemczech realizowana w latach 2003–2007. W ramach tej współpracy strona polska zapoznała się z funkcjonowaniem opracowanego w Niemczech Systemu Informacyjnego dla Potrzeb

Integrowanej Produkcji Roślin, oraz z organizacyjnymi aspektami funkcjonowania doradztwa rolniczego, realizowanego z wykorzystaniem internetowych wersji systemów decyzyjnych. Zdobyte tą drogą doświadczenia pozwoliły na opracowanie witryny internetowej służącej do przekazywania informacji o terminie rozpoczęcia ochrony chemicznej ziemniaka przed *P. infestans*, określanym z wykorzystaniem modelu Ullricha i Schrödtera oraz o wynikach, prowadzonego przez służby doradcze, monitoringu plantacji ziemniaka.

ANDRZEJ WÓJTOWICZ, TOMASZ KRASIŃSKI, MARIA PASTERNAK,
MAREK SZYMAŃSKI, MIECZYŚLAW ŁEPKOWSKI, ANDRZEJ OBST

DEVELOPMENT OF INTERNET SYSTEM AIMED AT MONITORING THE THREAT OF
POTATO BY *PHYTOPHTHORA INFESTANS* THE CAUSE OF POTATO LATE BLIGHT

Keywords: *monitoring, potato late blight, internet, cooperation*

SUMMARY

First efforts aimed at application of Internet for the threat of potato by *P. infestans* in Poland were undertaken within the framework of cooperation between Institute of Plant Protection, and Danish Institute of Agriculture Science in 2001–2002. Significant contribution in development of native Internet based system was brought by cooperation between Institute of Plant Protection and German Central Institution for Decision Support Systems and Programmes in Crop Protection (Zentralstelle für Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz, ZEPP) in 2003–2007. This cooperation enabled polish partners to acquaint with Information System for Integrated Crop Protection developed in Germany, and with aspects of extension service work realized with the help of Internet based decision support system. This knowledge enabled Polish partners to develop a native system for protection of potato against *P. infestans*. The system delivers information about late blight threat for potato, assessed by the model of Ullrich i Schrödter and results of monitoring conducted by Advisory Service on chosen potato plantations.

e-mail: T.Krasinski@iorpib.poznan.pl