

SYSTEMY WSPIERAJĄCE PODEJMOWANIE DECYZJI W OCHRONIE UPRAW ZIEMNIAKA PRZED ZARAZĄ

mgr Konrad Matysek
IHAR-PIB, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
e-mail: konrad_matysek@o2.pl

Phytophthora infestans – sprawca zarazy ziemniaka – stanowi szczególne zagrożenie dla upraw ziemniaka na całym świecie. Poprzez łatwość adaptacji do skrajnych warunków oraz ekspansywność patogen może być przyczyną epifitozy o znaczeniu gospodarczym. Jego szkodliwe działanie polega na szybkim niszczeniu powierzchni asymilacyjnej. Na niechronionych plantacjach może dojść nawet do całkowitego uschnięcia nadziemnych części rośliny (Kapsa 2009). W walce z chorobą powszechnie stosuje się liczne zabiegi z użyciem fungicydów. Mimo że środki ochrony roślin są coraz skuteczniejsze, obserwuje się ich negatywny wpływ na środowisko, a koszty zabiegów chemicznych są wysokie.

Technologie stosowane we współczesnym rolnictwie pozwalają jednak znaleźć optymalne rozwiązania, by skutecznie ograniczyć koszty i zminimalizować wpływ szkodliwych substancji na otoczenie. Dzięki systemom wspierającym podejmowanie decyzji (Decision Support System – DSS) można wyraźnie zmniejszyć liczbę zabiegów ochronnych. Ma to szczególne znaczenie od 1 stycznia 2014 r., kiedy weszła w życie ustawa nakazująca stosowanie zasad integrowanej ochrony roślin. Jedno z jej głównych założeń dotyczy ograniczenia do minimum ochrony chemicznej i stosowania środków ochrony tylko w uzasadnionych przypadkach. Systemy wspierające podejmowanie decyzji w ochronie upraw przed agrofagami są doskonałym narzędziem wykazującym uzasadnione użycie środków.

System wspierający podejmowanie decyzji w rolnictwie oznacza zbiór procedur i instrukcji ułatwiających rolnikowi bądź doradcy podjęcie właściwej decyzji o ochronie plantacji. Zadaniem systemu w zwalczaniu sprawcy zarazy ziemniaka jest precyzyjne określenie terminów aplikacji fungicydów z wykorzystaniem opracowanych w badaniach naukowych zależności występujących pomiędzy cyklem rozwojowym patogenu i przebiegiem choroby a warunkami atmosferycznymi. Wg Shepersa (2002) systemy decyzyjne sprawdzają się w tych regionach, w których zostały opracowane, a próba stworzenia jednego europejskiego DSS nie byłaby realna z powodu różnic warunków środowiskowych w danych rejonach. Obecnie w Europie istnieje ok. 20 systemów wspierających podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka przed zarazą. Do najbardziej znanych można zaliczyć: NegFry, Simphyt, Plant Plus, Simcast, ProPhy, MILEOS, VNII-FBlight. W Polsce najczęściej uwagi poświęcono systemowi NegFry.

Charakterystyka najczęściej używanych w Europie systemów wspierających podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka przed zarazą

1. Negativ Prognosis

Jednym z pierwszych skutecznych systemów jest Prognoza Negatywna (Ullrich, Schrödter 1966). Służy do prognozowania wystąpienia zarazy ziemniaka w oparciu o parametry biometeorologiczne. W module

obliczeniowym uwzględnia się parametry pogodowe: temperaturę i wilgotność względną powietrza oraz opady atmosferyczne. Na ich podstawie obliczane są tzw. skumulowane wartości ryzyka, informujące o możliwości wystąpienia patogenu. Fungicyd należy zastosować w momencie przekroczenia wartości progowej odpowiedniej dla lokalnych warunków. Model Prognozy Negatywnej został wykorzystany w systemach NegFry i PhytoPRE.

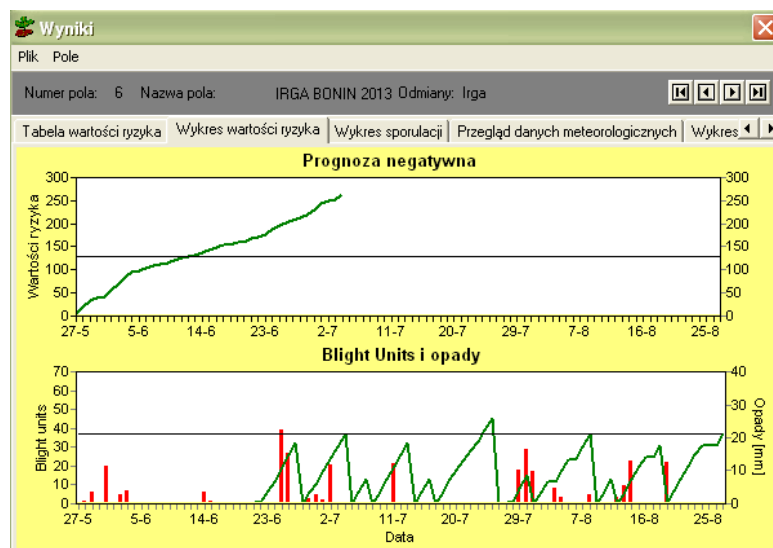
Model Prognozy Negatywnej jest udostępniany polskim rolnikom w sezonie wegetacyjnym na stronie Instytutu Ochrony Roślin-PIB pod adresem http://www.ior.poznan.pl/redirect/monitoring_ziemiaka (Wójtowicz i in. 2012).

2. NegFry

W Polsce jednym z bardziej znanych systemów wspierających podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka przed *P. infestans* jest NegFry. Został utworzony w Duńskim Instytucie Nauk Rolniczych z połączenia Progno-

zy Negatywnej (Ullrich, Schrödter 1966) z metodą Frya (Bruhn, Fry 1981; Fry i in. 1983).

NegFry umożliwia prowadzenie symulacji na podstawie rejestrowanych w odstępach godzinnych następujących danych meteorologicznych: temperatury powietrza, wilgotności względnej powietrza i opadów atmosferycznych. Wiarygodność symulacji z wykorzystaniem systemu NegFry w dużym stopniu zależy od prawidłowego wprowadzenia szczegółowych informacji dotyczących odporności uprawianej odmiany i terminu wschodów. Informacje te, jak również dane meteorologiczne służą do obliczenia skumulowanych i dziennych wartości ryzyka z wykorzystaniem modelu Prognozy Negatywnej służącego w systemie NegFry do określenia terminu pierwszego zabiegu ochronnego (rys. 1). Terminy kolejnych zabiegów są wyznaczane na podstawie metody Frya i podobnie do wyniku Prognozy Negatywnej prezentowane w tabelach lub graficznie.



Rys. 1. Graficzne przedstawienie wyników symulacji z wykorzystaniem modelu Prognozy Negatywnej (wykres górny) oraz modelu Frya (wykres dolny)

Na podstawie wieloletnich badań stwierdzono doskonałą wiarygodność systemu NegFry w określaniu terminu wystąpienia zarazy. Jak podają Hansen (1995) i Kapsa (2009), system wyznaczał termin zabiegu ok. 15 dni przed rzeczywistym wystąpieniem objawów chorobowych na polu. Według Wójtowicza (2002) oraz Bernata i Osowskiego (2012) stosowanie fungicydów w terminach

Na podstawie danych historycznych z badań nad zarazą ziemniaka wykonanych w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka IHAR-PIB w Boninie określono dla Polski wartości progowe wskaźników szacujących zagrożenie ziemniaka przez *P. infestans* stosowanych w systemie do wyznaczania terminu pierwszego zabiegu. Wartości progowe dziennej wartości ryzyka (DRV) oraz skumulowanej wartości ryzyka (ARV) wynoszą odpowiednio 7 i 130. Ich przekroczenie wskazuje na potrzebę wykonania zabiegu chemicznego.

wyznaczonych z pomocą NegFry pozwala zmniejszyć o 1-3 liczbę zabiegów w porównaniu z ochroną rutynową (rys. 1).

3. Simphyt

Został opracowany przez Federalne Centrum Badań Biologicznych ds. Rolnictwa i Leśnictwa w Niemczech. W jego skład wchodzi trzy moduły: Simphyt I, Simphyt II i

Simphyt III. Simphyt I służy do określenia terminu pierwszego zabiegu przeciwko zaraze ziemniaka. Bazując na danych meteorologicznych – temperaturze oraz względnej wilgotności powietrza – wyznacza datę pojawienia się zarazy w uprawie. Program wyznacza daty możliwego wystąpienia zarazy dla 8 terminów wschodów oraz 2 poziomów ryzyka. Pierwszy poziom oznacza wysokie ryzyko wystąpienia zarazy i dotyczy sytuacji, w której uprawiana jest odmiana podatna na zarazę, a plantacja znajduje się na terenie podmokłym, w pobliżu jeziora czy rzeki. Drugi poziom dotyczy obszarów z mniejszym ryzykiem wystąpienia infekcji, gdy uprawiana jest odmiana o większej odporności i na glebach suchych (Jörg i in. 2003).

Simphyt II służy do monitorowania tempa szerzenia się zarazy i wyznaczania terminów kolejnych zabiegów na podstawie danych meteorologicznych oraz informacji o podatności odmian ziemniaka, nasileniu choroby w roku poprzednim i ewentualnej odporności patogenu na metalaksyl. Simphyt III również wyznacza terminy kolejnych zabiegów, ale w odróżnieniu od Simphyt II generuje wyniki wyłącznie na podstawie parametrów meteorologicznych.

4. Plant Plus

Utworzony przez firmę DACOM (Holandia) system decyzyjny do ochrony przed alternariozą i zarazą ziemniaka, wykorzystywany jest również do sterowania nawadnianiem. Został wdrożony do ochrony plantacji w roku 1994. Pracuje z wieloma typami stacji meteorologicznych, bazując na zasadach logiki rozmytej. System wykorzystuje rejestrowane co godzinę następujące parametry meteorologiczne: temperatura, wilgotność względna powietrza, promieniowanie słoneczne i prędkość wiatru.

Do oceny zagrożenia ziemniaka porażeniem *P. infestans* służy tu opracowany na podstawie wyników badań naukowych model cyklu rozwojowego patogenu. Decyzja o zastosowaniu ochrony chemicznej z wykorzystaniem systemu Plant Plus jest ponadto podejmowana na podstawie wyników symulacji rozwoju rośliny oraz tempa zanikania zastosowanych preparatów. Plant Plus dostarcza również szczegółowych informacji na

temat fungicydów zalecanych do stosowania w ochronie ziemniaka przed *P. infestans*.

5. Simcast

Powstał w 1983 r., składa się z dwóch podmodułów. Pierwszy jest odpowiedzialny za określanie wpływu degradacji zastosowanego fungicydu na roślinie w zależności od warunków pogodowych. Drugi szacuje wpływ odporności rośliny oraz warunków meteorologicznych na rozwój patogenu. Degradacja fungicydu jest szacowana w oparciu o jednostki fungicydowe – fungicide units – liczone na podstawie opadów i liczby dni, które upłynęły od daty poprzedniego zabiegu chemicznego. Poziom rozwoju patogenu jest kalkulowany z uwzględnieniem codziennych wartości temperatury zarejestrowanych przy wilgotności względnej powietrza przekraczającej 90% i wyrażony w postaci jednostek zarazowych – „blight units”.

System wyznacza termin aplikacji fungicydów, gdy jednostki fungicydowe lub zarazowe przekraczają określone w systemie wartości progowe (Tekos 2003).

6. ProPhy

Model ten został opracowany, zatwierdzony i wdrożony w Holandii przez firmę OptiCrop. Jest stosowany w ochronie przed zarazą ziemniaka i alternariozą. Do określenia warunków rozwoju patogenu są wykorzystywane dane meteorologiczne oraz obliczone tzw. okresy ochronne. System zaleca wykonanie pierwszego zabiegu fungicydowego, kiedy rośliny osiągną wysokość 15 cm. W przypadku odmian odpornych zabieg należy przeprowadzić 10 dni później. Terminy kolejnych zabiegów zależą od długości okresu, w którym fungicydy zabezpieczają rośliny przed infekcją patogenu, oraz od prognozy pogody. System zakłada, że zastosowane fungicydy o działaniu kontaktowym zapewniają dostateczną ochronę podatnych odmian ziemniaka przez 8 dni, a odmian odpornych przez 9-11 dni. W zależności od stopnia odporności odmiany, dawki zastosowanego poprzednio fungicydu, tempa rozwoju roślin i warunków pogodowych okres, w którym fungicydy zapewniają dostateczną ochronę przed *P. infestans*, może ulec skróceniu o 1 do 3 dni (Hansen 2013).

7. MILEOS

System pomocny w podejmowaniu decyzji w ochronie przed zarzą ziemniaka. Stosowany we Francji, powstał w roku 2009 na bazie dwóch innych systemów wspomaganie decyzji: MILPV i Mildi-LIS. MILEOS w module obliczeniowym uwzględnia parametry meteorologiczne, dane dotyczące uprawy (odmiana, nawadnianie, etap rozwoju uprawy) oraz symulacje cyklu życiowego *P. infestans*. Za pomocą tych parametrów dostarcza informacji o optymalnym terminie zabiegu oraz doborze środka ochrony roślin (Gaucher i in. 2013).

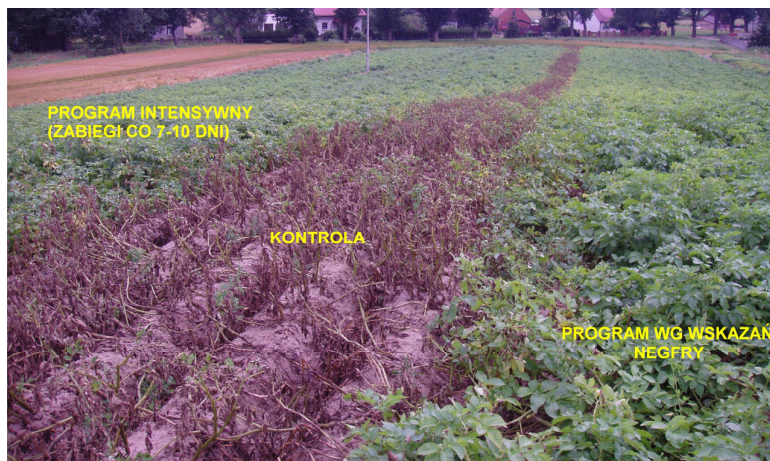
8. VNIIFBlight

Opracowany w Rosji model (All-Russian Research Institute of Phytopathology) identyfikuje warunki sprzyjające i nieprzyjazne rozwojowi zarazy ziemniaka na podstawie

prognozy warunków meteorologicznych na 5 kolejnych dni. Model wyznacza również optymalne terminy zabiegów (Filippov i in. 2009).

Podsumowanie

Najpowszechniej stosowanym sposobem ochrony ziemniaka przed *P. infestans* jest aplikacja fungicydów od momentu zwarcia roślin w rzędach przez cały okres wegetacji. Jest to tzw. intensywny program ochrony. W przypadku odmian o długim okresie wegetacji, uprawianych na dużych plantacjach na cele przemysłowe, liczba zabiegów wzrasta nawet do ponad 20. Gwarantuje to wprowadzie efektywne zwalczanie *P. infestans*, ale znacząco zwiększa ryzyko skażenia środowiska i podnosi nakłady ponoszone na produkcję.



Fot. 1. Skuteczność ochrony wg programu NegFry i programu intensywnego w porównaniu z obiektem kontrolnym (fot. J. Osowski)

Współczesne wysoko rozwinięte technologicznie rolnictwo precyzyjne umożliwia osiągnięcie plonów wysokiej jakości przy minimalizacji nakładów oraz mniejszej ingerencji w środowisko. Jednym ze sposobów realizacji tak sprecyzowanych celów jest włączanie do programu uprawy systemów wspomagających podejmowanie decyzji w ochronie roślin. W warunkach Polski najlepiej zbadanym systemem jest NegFry. Badania wykonane w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka IHAR-PIB w Boninie oraz w Zakładzie Metod Prognozowania i Rejestracji Agrofagów IOR-PIB w Poznaniu potwierdzają jego skuteczność. Według Wójtowi-

cza (2003) oraz Bernata i Osowskiego (2010) system pozwolił na obniżenie o ok. 30% liczby zabiegów w porównaniu z programem rutynowym.

W badaniach Dowley i Burke (2003) zastosowanie systemów decyzyjnych znacząco zmniejszyło liczbę aplikacji w porównaniu z zabiegami w odstępach 7-dniowych. Różnica na korzyść systemu NegFry wynosiła 8 zabiegów, Simphyt – 7, a Plant Plus i ProPhy – 2 zabiegi.

Doświadczenia przeprowadzone w Polsce potwierdzają doniesienia Hansena (1995) o wysokiej wiarygodności prognozowania terminu wystąpienia choroby z wykorzystaniem systemu NegFry (Wójtowicz 2003, Kapsa 2009, Bernat 2012). System za każdym razem sygnalizował zagrożenie przed jego realnym pojawieniem się.

Literatura

- Bernat E. 2012.** Praktyczne wykorzystanie systemu decyzyjnego NegFry w uprawie ziemniaka. – Biul. IHAR 266: 245-250; **2. Bernat E., Osowski J. 2010.** Zastosowanie systemu decyzyjnego NegFry do zwalczania zarazy ziemniaka. – Biul. IHAR 256: 153-162; **3. Bruhn J. A., Fry W. E. 1981.** Analysis of potato late blight epidemiology by simulation modeling. – *Phytopathology* 71: 612-616; **4. Dowley L. J., Burke J. J. 2003.** Field validation of four Decision Support Systems for the control of late blight in potatoes. <http://www.teagasc.ie/research/reports/crops/4922/eopr4922.pdf>; **5. Filippov A. V., Kuznetsova M. A., Rogozhin A. N., Spiglazova S. Yu., Smetanina T. I., Derenko T. A., Statsyuk N. V. 2009.** Efficacy of the VNIIFBlight Decision Support System in the control of potato late blight in Russia. PPO Specials raport, no 13. Hamar, Norway: 234-250; **6. Fry W. E., Apple A. E., Bruhn J. A. 1983.** Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. – *Phytopathology* 73:1054-1059; **7. Gaucher D., Dubois L., Chatot C. 2013.** Mileos The French Potato Late Blight DSS: Continuous improvement over the past decade. 14th Euro Blight Workshop – Limassol (Cyprus) 12-15 May 2013; **8. Hansen J. G. 1995.** Meteorological dataflow and management for potato late blight forecasting in Denmark. SP Report, Danish Institute of Plant and Soil Science, 10: 57-63; **9. Hansen J. G. 2013.** DSS overview. EuroBlight a potato late blight network for Europe. <http://euroblight.net/potato-ipm/dss-overview/>; **10. Jörg E., Kleinhenz B., Preiß U. 2003.** Decision Support Systems for the control of late blight of potato. Zbornik Predavanj In Referatov 6. Slovenskega Posvetovanja o Varstvu Rastlin: 187-192; **11. Kapsa J. 2009.** Zastosowanie systemów decyzyjnych w ochronie roślin. [W:] Nasiennictwo i ochrona ziemniaka. Konf. nauk.-szkol. Darłówko, 21-22.05.2009. IHAR ZNiOZ Bonin: 18-21; **12. Schepers H. T. A. M. 2002.** Advances in Decision Support Systems for control of *Phytophthora infestans* in Europe. *Epidemiology and Decision Making Systems for lpm-late blight*: 139-144; **13. Tekos P. 2010.** Investigation of potato late blight control strategies in southwestern Greece – potential and suitability of a decision support system. <http://edepot.wur.nl/137719>; **14. Ullrich J., Schrödter H. 1966.** Das Problem der Vorhersage des Auftretens der Kartoffelkrautfäule (*Phytophthora infestans*) und die Möglichkeit seiner Lösung durch eine Negativprognose. – *Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig)* 18: 33-40; **15. Wójtowicz A. 2002.** Experiences with Decision Support Systems for the late blight control under Polish climatic conditions. PAV-Special Report No 9: 229-233; **16. Wójtowicz A. 2003.** Efficacy of NegFry Decision Support System in control of late blight in Poland. – *J. Plant Prot. Res.* 43, 3: 275-280; **17. Wójtowicz A., Krasieński T., Czaczyk Z. 2012.** Zastosowanie internetu do wspomaganie decyzji w ochronie ziemniaka przed *Phytophthora infestans*. – *Technika Rol. Ogrodn. Leśna* 1: 18-20