

Dr hab. JÓZEFA KAPSA, prof. nadzw. IHAR

Instytut Hodowli i Ochrony Roślin – PIB, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie

SYSTEMY DECYZYJNE STOSOWANE W OCHRONIE ROŚLIN

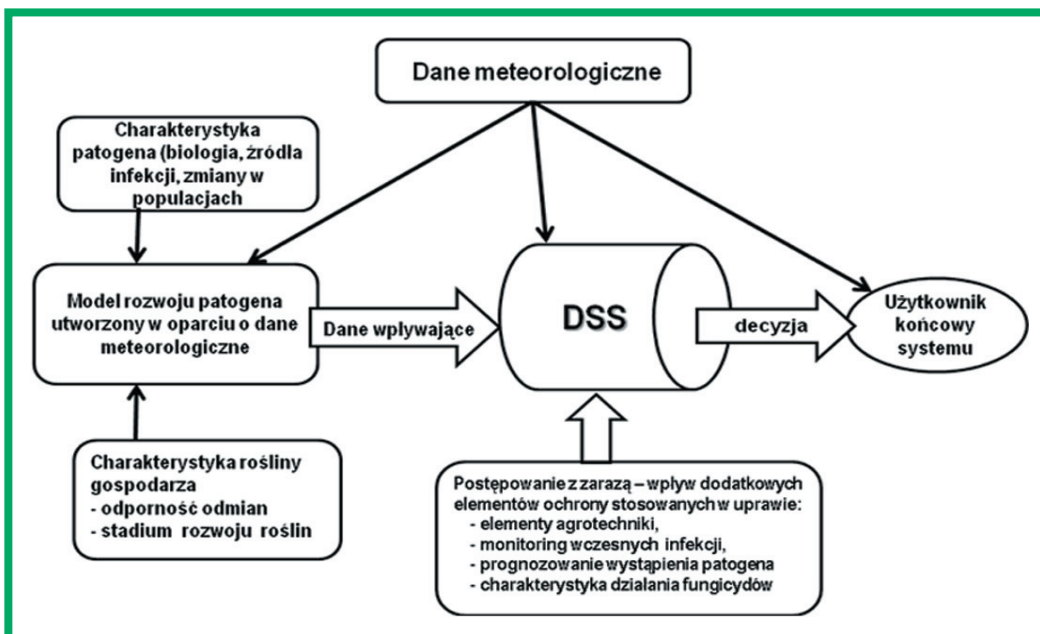
Patogeny, szkodniki i chwasty stanowią istotne zagrożenia dla produkcji roślinnej, powodując znaczne obniżenie ilościowe i jakościowe plonów. Biorąc pod uwagę najważniejsze uprawy rolnicze (kawa, bawełna, soja, ziemniaki, kukurydza, jęczmień, pszenica i ryż), straty w uprawach na świecie szacuje się na ok. 39%, w Europie ok. 28% [Norris i in. 2003]. Przykładowo, straty w zbożach ocenia się na 12%, ziemniakach na 30-35%, rzepaku ozimym na 15-18%, warzywach na 15%, w sadownictwie na 25%. Aby zredukować ilościowe i jakościowe straty powodowane przez te agrofagi, szeroko stosowane są środki ochrony roślin, jako jedna z tańszych (w wielu krajach) i skuteczniejszych metod w porównaniu z alternatywnymi działaniami ochronnymi na polach. W technologiach intensywnej uprawy roślin, nastawionej na maksymalizację plonów, stosowanie pestycydów odbywa się mniej lub bardziej rutynowo, często w dawkach wyższych od zalecanych i wbrew rzeczywistym potrzebom uprawy. W tym przypadku, cel nadrzędny, jakim jest osiągnięcie wysokiej produktywności roślin często przysłania problem jakości plonu, wpływu na środowisko i zdrowie ludzi. W uprawach ziemniaka, szczególnie intensywnie zwalczana jest zaraza ziemniaka, która może spowodować całkowite zniszczenie plantacji w ciągu zaledwie kilku dni. W niektórych krajach liczba zabiegów fungicydowych przekracza 20 (tab. 1).

W ostatnich latach obserwuje się jednak liczne działania i naciski konsumentów i ekologów, którzy domagają się by produkty rolne trafiające na rynek były wysokiej jakości, a ich produkcja była prowadzona z poszanowaniem zasad ochrony środowiska. Ponadto, analiza kosztów produkcji wskazuje także, że w niektórych uprawach (np. ziemniaki) nakłady przeznaczone na ochronę plantacji przed agrofagami są bardzo wysokie. Jednym z możliwych rozwiązań optymalizujących zużycie środków ochrony roślin jest zastosowanie technologii wykorzystywanej w rolnictwie precyzyjnym, które zakłada korzystanie z systemów decyzyjnych do postępowania w ochronie przed agrofagami. Światowe tendencje do zmniejszania ilości stosowanych w ochronie środków chemicznych prowadzą do większej precyzji ich stosowania. Określenie terminów następujących po sobie aplikacji fungicydów w ochronie jest jednym z ważniejszych jej elementów. Spóźnione bowiem zabiegi chemiczne na plantacjach są przyczyną małej skuteczności ochrony lub całkowitego jej braku. Szczególnie ważny jest termin pierwszego, profilaktycznego (szczególnie dotyczy to patogenów) zabiegu. Informacje takie łatwo uzyskać stosując systemy wspomagające podejmowanie decyzji w ochronie.

Tabela 1. Szacunkowy zakres zwalczania zarazy ziemniaka w wybranych krajach „ziemniaczanych” w Europie

Kraj	Średnia liczba zabiegów w sezonie wegetacyjnym w latach									
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Belgia	10	12-20	11-13	12-14	11	15	16	12-16	10-22	10-25
Francja	15	16-17	10-19	12-13	10-14	?	8-13	8-18	13-22	8-20
Niemcy	4-5	2-14	2-16	3-14	3-11	2-10	1-10	4-12*	4-18	4-15
Holandia	7-16	15-20	10-18	8-16	12-13	10-15	8-14	6-20	12-21	6-18
Polska	2	2	1-8	1-5	1-6	1-10	1-12	1-8	1-17	1-15

Źródło: Schepers 2004; Schepers, Spits 2006



Rysunek 1. Elementy systemu (typu uprawa/patogen) wspomagającego podejmowanie decyzji w ochronie roślin na przykładzie systemu wspomagającego ochronę przed zarazą ziemniaka
Źródło: Kapsa 2009

Czym zatem jest **system wspomagania decyzji** (*Decision Support System*)? Najbardziej ogólna **definicja określa system wspomagania decyzji w ochronie roślin, jako zbiór instrukcji, mający na celu ułatwienie rolnikowi lub doradcy podjęcia decyzji o wykonaniu zabiegu chemicznego, opartej o informacje meteorologiczne i rachunek ekonomiczny.**

System decyzyjny składa się z modułów i **działa w oparciu o moduł modelu rozwoju zwalczanego agrofaga i utworzone wcześniej moduły – bazy danych specjalistycznych**, dotyczące zarówno rośliny chronionej, zwalczanych agrofagów, dostępnych środków ochrony roślin **oraz moduły wprowadzających informacje aktualnych**, takich jak dane meteorologiczne, połowe i inne (rys. 1).

W systemach doradczych obejmujących wiele agrofagów, proces doradczy rozpoczyna się od identyfikacji szkodnika bądź choroby występującej na badanej plantacji. Użytkownik rozpoczyna pracę z modułem od wyboru trybu identyfikacji agrofaga, korzystając z dostępnych w systemie metod oznaczenia szkodnika (osobnika dorosłego lub stadiów młodocianych) lub choroby na podstawie budowy morfologicznej oraz uszkodzeń roślin. W dalszym etapie identyfikacji można porównać także termin pojawu danego szkodnika lub choroby z terminem pojawienia się charakterystycznych uszkodzeń względem faz rozwojowych rośliny [Kozłowski, Weres 2008].

Do podstawowych modułów będących składowymi systemu decyzyjnego należy także system komunikacji z użytkownikiem. Informacja końcowa w systemach decyzyjnych może być dwójaka: „strategiczna” – dostarczająca informacji o wysokim ryzyku zaistnienia zdarzenia (wystąpienia choroby, pojawu szkodnika) lub „taktyczna” – dostarczająca użytkownikowi systemu informacji czy wykonać ochronny zabieg chemiczny.

W ramach niniejszego projektu ENDURE dokonano przeglądu systemów wspomagających podejmowanie decyzji w ochronie różnych upraw przed agrofagami w Europie [Been i in. 2009]. Przegląd dokonany w dwudziestu ośmiu krajach wykazał, że w Europie mamy ok. 70 aktualnie działających systemów wspomagania decyzji, których wyniki są dostępne dla rolników lub doradców. Wszystkie systemy zostały ocenione wspólnie przez 11 współpracujących w ramach projektu ENDURE instytucji, według wybranych, ujednoliconych kryteriów i podzielone na cztery grupy tematyczne dla ułatwienia dalszej analizy. Są to następujące systemy decyzyjne:

- dla chorób w uprawach ogrodniczych i sadowniczych,
- dla chorób w uprawach rolniczych,
- w ochronie przed szkodnikami,
- w zwalczaniu chwastów.

W ogrodnictwie i sadownictwie w ochronie przed patogenami stosuje się w różnych krajach 19 systemów. Większość z nich opracowano dla pojedynczych upraw, biorąc pod uwagę jedną lub kilka chorób. Najwięcej systemów dla jednej rośliny działa w ochronie winorośli (aż 7), głównie w ochronie przed *E.necator*, *P. viticola* i *B. cinerea*. Dla jabłoni opracowano dwa systemy – w ochronie przed *V.inaequalis* i *E.amylovora* oraz jeden przeciwko *P.leucotricha*. W sadownictwie działają także trzy systemy, znajdujące zastosowanie w obu roślinach: niemiecki – Ge_Zepp, holenderski NI_PlantPlus oraz najbardziej uniwersalny węgierski – Hu_MetosLink. W ochronie drzew oliwnych zastosowanie ma tylko jeden system francuski – Fr_Cocloconium przeznaczony do zwalczania *C.deaginum*.

Dużo mniej systemów wspomagających podejmowanie decyzji w ochronie stosuje się w uprawach ogrodniczych. Jedyne we Francji działają trzy pojedyncze systemy (typu 1 roślina/1 patogen) opracowane dla cebuli, selera i melona. Dwa holenderskie systemy – NI_Opticrop i NI_Plant Plus, wykorzystywane są w ochronie większej liczby roślin (seler, cebula, sałata, kapusta, por, marchew, szparagi i truskawka). Z wszystkich systemów działających w ogrodnictwie i sadownictwie jedynie system NI_Opticrop oferuje ocenę ekonomicznego progu szkodliwości.

Najliczniej reprezentowane są systemy decyzyjne wykorzystywane w ochronie upraw rolniczych przed patogenami. W dwunastu krajach europejskich działa ogólnie 35 DSS-ów. Największa ich liczba przeznaczona jest do wspomagania decyzji w ochronie ziemniaka przed zarazą ziemniaka (15), zbóż (10) i rzepaku (5). Trzy systemy decyzyjne, stosowane w ochronie

upraw rolniczych, to tzw. multisystemy, mające zastosowanie w wielu uprawach i w ochronie przed wieloma patogenami. Takie systemy typu multi to: PI_IPMI-DSS, NI-Plant Plus i Hu_MetosLink.

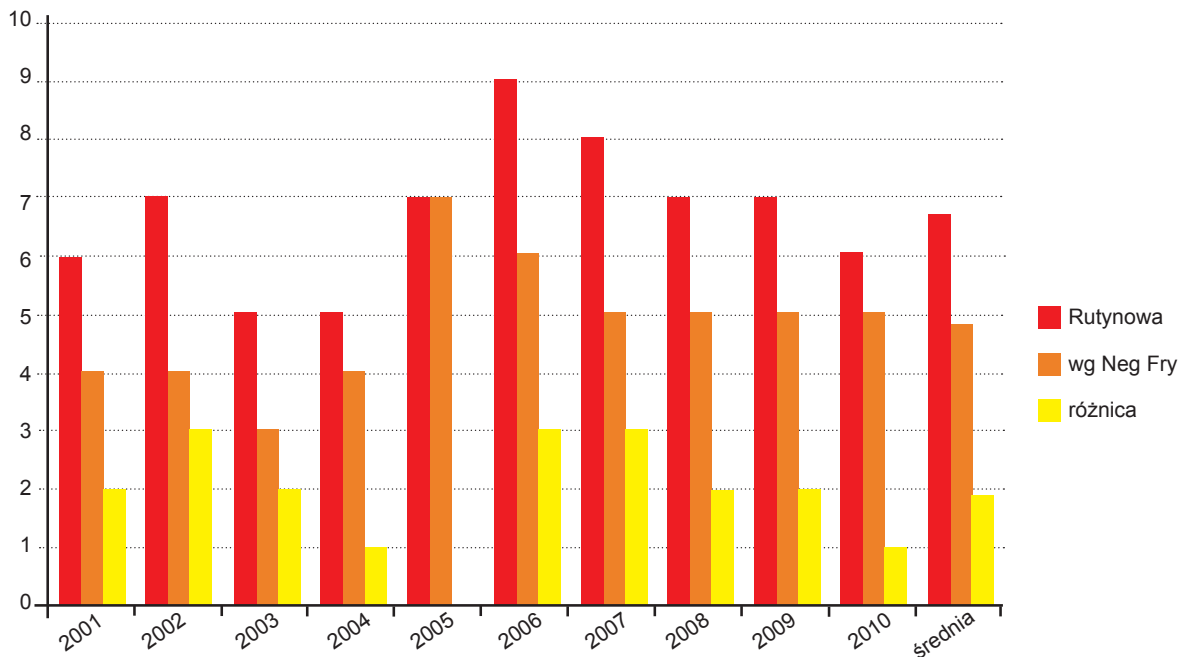
Szkodliwość zarazy na plantacjach ziemniaka jest dobrze znana. W Europie, roczne nakłady finansowe, związane z tą chorobą sięgają 2 mld euro, stąd tak duże zainteresowanie systemami decyzyjnymi w ochronie ziemniaka. Obecnie w Europie, w walce z zarazą na plantacjach ziemniaka, stosuje się praktycznie około 15 różnych systemów decyzyjnych: Plantelinfo Blight Management (DK), VIPS /Førsund (N), MilDiLis (F), Guntz-Divoux/MILSOL (F, B), PhytoPre (SCH), Simphyt/Simblight, ProPlant (Ge), PlantPlus, ProPhy (NI), BlightWatch/FAB (UK), IPI (I), NegFry (PL, EE) [Kapsa, 2008]. Każdy z tych modeli ma swoje zalety i wady, ale większość z nich wykorzystuje dane meteorologiczne, by wyliczyć terminy infekcji i w konsekwencji ryzyko rozwoju epidemii. Wszystkie z nich wyznaczają termin rozpoczęcia ochrony, większość także terminy kolejnych zabiegów, a niektóre umożliwiają także wybór odpowiedniego fungicydu i jego dawki.

W Polsce, od 2000 roku, w trzech instytucjach: IUNG Puławy, IOR Poznań i IHAR – oddziały w Boninie i Radzikowie oraz Duńskim Instytucie Nauk Rolniczych (DIAS), rozpoczęto projekt badawczy, dotyczący opracowania i wdrożenia w Polsce internetowego systemu wspomagania decyzji w integrowanej ochronie roślin (ziemniaki, zboża) dla doradców i rolników. Główny nacisk w obydwu systemach powstających w Polsce, podobnie jak w systemach zagranicznych, położono na wykorzystanie danych pogodowych i obserwacji polowych w modelach ochrony roślin [Zaliwski, Hołaj 2002].

Przydatność systemu NegFry w ochronie ziemniaka przed zarazą sprawdzano w latach 2001-2010 w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie. Model NegFry powstał w Danii, na bazie dwóch wcześniej istniejących modeli: „**prognozy negatywnej**” dla **prognozowania wystąpienia ryzyka infekcji pierwotnej i modelu wyznaczającego terminy kolejnych aplikacji fungicydowych w czasie sezonu**. Dane meteorologiczne wprowadzane do systemu to godzinowe dane pogodowe (temperatura, wilgotność względna i suma opadów), poczynając od daty wschodów do zakończenia ochrony (około 90 dni) oraz dane połowe. Ustalenie daty pierwszego zabiegu następuje na podstawie kalkulacji, tzw. kumulowanego indeksu ryzyka (ARV), który jest sumą dziennych indeksów ryzyka (DRV), obliczanych przez program według określonego algorytmu (na podstawie m.in. liczby godzin z wysoką wilgotnością). Po przekroczeniu progu skumulowanego indeksu ryzyka (dla Polski – wartość >130) sprawdzane są równocześnie dzienne indeksy ryzyka, czy nie przekroczyły progu (dla Polski – wartość >7). Data przekroczenia obu wartości jest datą pierwszego zabiegu. Kolejne zabiegi ustalane są przez model Fry’a na podstawie, tzw. jednostek zarazowych obliczanych dla każdego dnia i sumowanych. Po przekroczeniu określonego progu zalecany jest zabieg ochronny. Po wykonaniu każdego zabiegu model jest zerowany, tzn. naliczanie zaczyna się od zera.

W ciągu 10 lat badań prowadzonych w Boninie system wskazywał datę pierwszego zabiegu 2-45 dni wcześniej przed rzeczywistym wystąpieniem zarazy na plantacji (średnia 13,3 dnia wcześniej). Jedyne w sezonie wegetacyjnym 2010 zaobserwowano bardzo duże różnice (45 dni) pomiędzy wystąpieniem ryzyka porażenia roślin przez *P. infestans* według wskazań DSS NegFry, a faktycznym wystąpieniem choroby. Przyczyną tak dużych rozbieżności był bardzo nierównomierny rozkład opadów i wilgotności (okresy długotrwałej suszy przerywane krótkotrwałymi opadami oraz wysokie temperatury powietrza) w drugiej połowie czerwca i na początku lipca. Na ogół wskazania systemu pozwalały wykonać 1-2 zabiegi profilaktyczne, co jest niezmiernie ważne przy zwalczaniu zarazy ziemniaka.

W doświadczeniach polowych porównywano także skuteczność ochrony prowadzonej według wskazań systemu NegFry i tzw. ochrony rutynowej, w której aplikacje fungicydów rozpoczynano w momencie zwarcia roślin ziemniaka w rzędach i powtarzano w odstępach tygodniowych. Poziom skuteczności ochrony prowadzonej według NegFry i rutynowej był bardzo podobny. Jednakże, w przypadku zastosowania systemu de-



Rysunek 2. Liczba zabiegów wykonanych podczas zwalczania zarazy ziemniaka w zależności od stosowanej ochrony
Źródło: opracowanie własne.

czyjnego liczba zabiegów fungicydowych była o 0-3 zabiegów niższa, co pozwoliło obniżyć o ok. 30% ilość wprowadzanych do środowiska fungicydów (rys. 2). Jeszcze lepsze wyniki osiągnięto w doświadczeniach produkcyjnych, w których liczbę aplikacji fungicydowych można było obniżyć o 45%.

Przegląd 15 europejskich systemów wspomagających podejmowanie decyzji w ochronie roślin przed szkodnikami wykazał, że wszystkie z nich działają w pojedynczych uprawach lub grupach roślin tego samego typu (np. w sadach) i wykorzystywane są najczęściej w ochronie przed pojedynczymi szkodnikami [Nibouche, Kapsa 2008]. Zaledwie 5 z nich przeznaczonych jest do ochrony przed kilkoma szkodnikami, są to DSS: Ge_Pomsum, Sz_Sopra i Sp_GEP (odpowiednio 11, 8 i 3 szkodniki w sadach), Ge_ProPlant (5 szkodników w rzepaku ozimym), Dk_CPODiseases (4 szkodniki w zbożach). Najwięcej systemów daje możliwość podejmowania decyzji w ochronie sadów przed owocówką jabłkowieczką (*Cydia pomonella*) – Ge_Pomsum, Sz_Sopra i Sp_GEP i Fr_Tordeuses.

Zadaniem ochrony i powszechnie stosowanych środków ochrony roślin jest ochrona plonu i jego jakości. Nie można jednak jednoznacznie stwierdzić, czy korzyści płynące ze stosowania środków ochrony roślin mogą zrównoważyć zagrożenia związane z ich stosowaniem. Dzięki zastosowaniu DSS-ów można realizować hasło prośrodowiskowej ochrony roślin, które można ująć krótko: „stosowanie pestycydów w tak małych ilościach jak to tylko możliwe, ale wystarczająco dużych do osiągnięcia zadowalającej skuteczności ochrony”.

Literatura

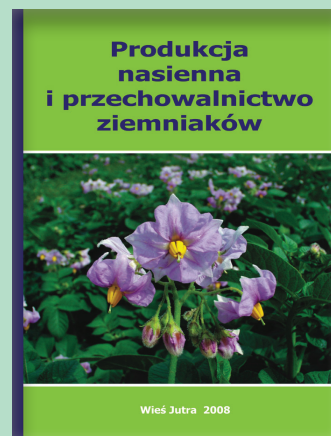
- Been T., Berti A., Evans N., Gouache D., Gutsche V., Jensen J.E., Kapsa J., Levay N., Munier-Jolain N., Nibouche S., Raynal M., Rydahl P. 2009: Review of new technologies critical to effective implementation of Decision Support Systems (DSS's) and Farm Management Systems (FMS's). Aarhus University, Denmark, 6th March. p. 128 [www.endure-network.eu/about_endure/all_the_news/dss_helping_farmers_make_smart_decisions].
- Kapsa J. 2008: Identification of „best parts” of existing DSSs for unification: late blight in potato. [www.endure-network.eu/international_conference_2008/proceedings/tuesday_october_14#decision, 4 pp].
- Kapsa J. 2009: Zastosowanie systemów decyzyjnych w ochronie roślin. [W:] Nasiennictwo i Ochrona Ziemniaka. Konferencja naukowo-szkoleniowa. Dąbrowka, 21-22 maja, 18-21.
- Kozłowski R.J., Weres J. 2008: Internetowy system doradczy „Rzepinfo” wspomagający ochronę plantacji rzepaku ozimego. *Inżynieria Rolnicza*, 2(100), 101-109.
- Nibouche S., Kapsa J. 2008: P.52 – Results of a survey on Decision Support Systems for pest control in EU-countries. International Conf. Diversifying Crop Protection. La Grande Motte, France, 12-15 October, p. 99.

Norris R.F., Caswell-Chen E.P., Kogan M. 2003: Concepts in Integrated Pest Management. Prentice Hall. Pearson Education. Upper Saddle River, New Jersey.

Schepers H.T.A.M. 2004: The development and control of *Phytophthora infestans* in Europe in 2003. Special Report no. 10 (2004), Proc. 8th Workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight (eds. C.E.Westerdijk, H.T.A.M. Schepers). Jersey, England-France, 31.03-4.04. Applied Plant Research, Wageningen, p. 319.

Schepers H.T.A.M., Spits H.G. 2006: The development and control of *Phytophthora infestans* in Europe in 2004-2005. Special Report No. 11. Proc. 9th Workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight (eds. C.E.Westerdijk, H.T.A.M. Schepers). Tallinn, Estonia, 19-23.10.2005. Applied Plant Research, Wageningen, PPO 356, p. 320.

Zaliwski A. S., Hołaj J. 2002: System wspomaganie decyzji w ochronie roślin udostępniony w Internecie. *Inżynieria Rolnicza*, 2(35), 341-350.



Wydawnictwo „Wież Jutra” poleca książkę pt.

PRODUKCJA NASIENNA I PRZECHOWALNICTWO ZIEMNIAKÓW pod redakcją dr Jacka Chotkowskiego

Podręcznik zawiera zalecenia Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin i innych placówek, dotyczące produkcji i przechwalnictwa ziemniaków. Zawarta jest w nim również charakterystyka odmian zarejestrowanych w Polsce.

Cena książki 13 zł (plus 5% VAT i koszty wysyłki)