

*Waldemar Capała*

*Zakład Płodozmianów, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach*

## **Wybrane metody badawcze ochrony roślin w Szwajcarii\***

Obecna polityka rolna Szwajcarii preferuje tzw. integrowane i ekologiczne systemy gospodarowania, co zmierza między innymi do ograniczenia zakresu stosowania chemicznej ochrony roślin. Zagadnienia ochrony roślin ze względu na implikacje środowiskowe, badane są często przez zespoły interdyscyplinarne złożone ze specjalistów reprezentujących nauki biologiczne, agrotechniczne i informatyczne. W artykule pokazano wybrane metody badań z zakresu ochrony roślin, w tym metody wykorzystujące techniki komputerowe.

### **Wybrane sposoby kontroli chorób**

---

Obecnie około 90% gatunków roślin uprawianych na świecie rozmnaża się przez nasiona [5, 18]. Richardson [23] wymienia ponad 1200 patogenów atakujących 350 gatunków roślin, w grupie tej około 80% stanowią grzyby. Podstawowym sposobem ograniczenia chorób przenoszonych z materiałem siewnym w Szwajcarii, podobnie jak w innych krajach, są kwarantannowe regulacje prawne dotyczące określonych grup mikroorganizmów oraz miejsca pochodzenia materiału siewnego.

Zagadnienie to jest dość skomplikowane, gdyż stosowane standardowe procedury badania zdrowotności nasion nie są na tyle precyzyjne, by sprostać tym wymogom. Na przykład określenie z prawdopodobieństwem 99%, że w danej próbie nie więcej niż przyjęte za dopuszczalne 0,1% nasion zawiera źródła infekcji (zero jest nierealne), wymaga sprawdzenia 48 000 nasion [9]. Olbrzymi obrót towarowy sprawia, że ścisła kontrola jest praktycznie niemożliwa [5, 11].

Pewnym rozwiązaniem tego problemu jest atestacja materiału siewnego, uwzględniająca systematyczne badanie zdrowotności większości próbek nasion. Te kosztowne badania, stosowane przez nieliczne państwa, obejmują w Szwajcarii około 90%

---

\* Artykuł napisany po praktyce w Federalnej Stacji do Spraw Rolnictwa Szwajcarii — Zurych Reckenholz 18.04–18.08.1995.

materiału siewnego. Stosowanie testów zdrowotności pozwala na eliminację partii nasion o największym porażeniu, a gromadzone informacje umożliwiają prowadzenie dalszych analiz (na przykład zmienności nasilenia występowania patogenów w skali kraju w zależności od warunków glebowo-klimatycznych).

Informacje z testów zdrowotności służą także do ustalania tzw. progów biologicznej szkodliwości patogenów. Metoda opiera się na wprowadzeniu różnych ilości spor danego grzyba na powierzchnię nasion i wyznaczeniu takiej ich ilości, przy której porażenie roślin przekracza przyjętą dopuszczalną wartość. Przykładowo dla *Ustilago nuda* i *Tilletia caries* w testach wyflukiwania dopuszcza się maksymalnie 2 spory przypadające na 1 ziarniak. Wykorzystując kontaminowane nasiona prowadzi się standardowe doświadczenia mikropoletkowe zakładane w różnych warunkach glebowych i klimatycznych. Obserwacje ilości porażonych części roślin wykonuje się dwu–trzykrotnie w krytycznych dla rozwoju patogenów okresach wegetacji.

Wprowadzanie progów szkodliwości biologicznej okazało się skutecznym sposobem ograniczania użycia fungicydów. Dla warunków Szwajcarii proponuje się siew 45% niezaprawianego, atestowanego ziarna porażonego do 20% przez *Septoria nodorum* albo do 10% przez *Fusarium nivale* [29]. Zaprawianie chemiczne 100% (nawet atestowanych i o małym stopniu nosicielstwa) nasion jest jednak zalecane jako konieczne dla regionów o dużej ilości inokulum *T. controversa* i *F. nivale* w glebie.

Na sztucznie porażanych nasionach testuje się też skuteczność zapraw chemicznych i fizycznych sposobów redukcji inokulum grzyba lub stosowania mikroorganizmów antagonistycznych.

Do stosowanych w Szwajcarii metod fizycznych (badania w fazie przedkomercyjnej) należą przede wszystkim próby niszczenia spor znajdujących się na/w nasionach zbóż przez trzymanie ich w wodzie o temperaturze 45 lub 52°C w czasie odpowiednio 120 lub 10 minut. Metodę stosuje się wobec nasion jęczmienia i pszenicy kontaminowanych różnymi ilościami zarodników *Helminthosporium gramineum*, *Ustilago hordei*, *Ustilago nuda* i *Tilletia caries* (dla każdego rodzaju nasion i zarodników oddzielnie). W celu niszczenia inokulum podejmuje się również próby wykorzystania fal elektromagnetycznych o różnym natężeniu i częstotliwości (szczególnie mikrofałe).

Mikroorganizmy antagonistyczne wykorzystywane są do eliminacji śnieci cuchnącej pszenicy (*Tilletia caries*) [2]. Ziarno otoczkowane jest mlekiem w proszku o składzie: 36% białko mleczne, 51% cukier mleczny, 1% tłuszcz, 8,5% substancje mineralne [1]. Otoczka stanowi pożywkę dla obecnej w glebie bakterii *Bacillus subtilis*, która istotnie redukuje aktywność grzyba. Podobne próby wykonywane są w stosunku do *Septoria nodorum*.

Następnym tematem badań jest kontrola chorób wywoływanych przez patogeny przenoszone za pośrednictwem gleby. W tym zakresie preferowane są kierunki związane z hodowlą odpornościową i wykorzystywaniem bioantagonizmów. Zjawiska antagonizmu badane są dla układów grzyb–grzyb lub grzyb–bakteria. Do zwal-

czania *Sclerotinia sclerotiorum*, który jest uciążliwym patogem upraw fasoli, marchwi, rzepaku, sałaty, ziemniaka, słonecznika i selera, sprawdzane jest użycie proponowanego w Szkocji [16], grzyba *Coniothyrium minitans*.

W 1995 roku w Reckenholz rozpoczęto izolację bakterii hamujących rozwój saprofitycznych i pasożytniczych grzybów obecnych we wczesnych fazach rozwojowych zbóż, od kiełkowania do fazy 3 liści. Metoda polega na obserwowaniu pod stereomikroskopem rozwoju populacji flory grzybowej ziarniaków, korzonków zarodkowych, koleoptyli i młodych liści. Nasiona umieszczane są w płaskich pojemnikach z glebą, która pochodzi z doświadczeń polowych. Rozwój roślin odbywa się w fitotronach stwarzających korzystne warunki rozwoju określonego patogena (światło, temperatura, wilgotność). Pojemniki przenoszone są do laboratorium tylko na okres obserwacji. Bakterie izolowane są z tych miejsc korzeni lub ziarniaków, w których zaobserwowano, że wypierają poszczególne gatunki grzybów. Ocenia się, że metoda ta może odegrać znaczącą rolę w badaniach chorób przenoszonych przez glebę (mechanizmy patogeniczności i odporności).

W badaniach dotyczących chorób wywoływanych przez patogeny występujące w glebie i na resztkach poźniwnych, wykonuje się pomiary populacji *Mycosphaerella graminicola* (*Tilletia tritici*) w zależności od sposobu uprawy pszenicy. Zastosowano w nich nową metodę zastępującą tradycyjny (często subiektywny) sposób oceny indeksu porażenia roślin. W zebranych materiale roślinnym sprawdzana jest ilość inokulum patogena przy użyciu testu ELISA z odpowiednio dobranymi buforami. Ma to duże znaczenie dla wczesnego rozpoznania epidemii. Zaletą metody jest także możliwość długotrwałego przechowywania zamrożonych próbek roślin i wykonywania analiz w okresie powegetacyjnym, co jest wykorzystane do udoskonalania programów symulacyjnych. Określanie stopnia porażenia roślin z wykorzystaniem testów ELISA zostało wcześniej podane przez zespoły Ungera [28] i Mittermeiera [17].

Badania dotyczące chorób przenoszonych przez czynniki atmosferyczne, takich jak rdze (*Puccinia* spp.) i mączniaki właściwe (*Erysiphe* spp.), zmierzają do ograniczenia zdolności adaptacyjnej patogenów, czyli ich zmienności genetycznej. Zmienność genetyczna regulowana jest głównie przez redukcję populacji.

Stosowana jest hodowla odmian odpornych na jedną lub kilka określonych ras patogena. Prowadzi się także selekcję odmian o zaobserwowanej odporności rasowo niespecyficznej. W hodowli transgenicznej [15] używane są prymitywne odmiany pszenic (głównie orkisz). Największy nacisk położono na badania odpornościowe kukurydzy.

Ograniczenie populacji patogenów osiąga się także przez dobór odmian o zróżnicowanej odporności, mieszany lub pasowy siew tych odmian, siew mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych. Metody te są zalecane również w Polsce [3] i powodują między innymi przedłużenie trwałości odporności poszczególnych odmian, natomiast wprowadzenie mieszanek różnych roślin zwiększa różnorodność populacji mikroorganizmów.



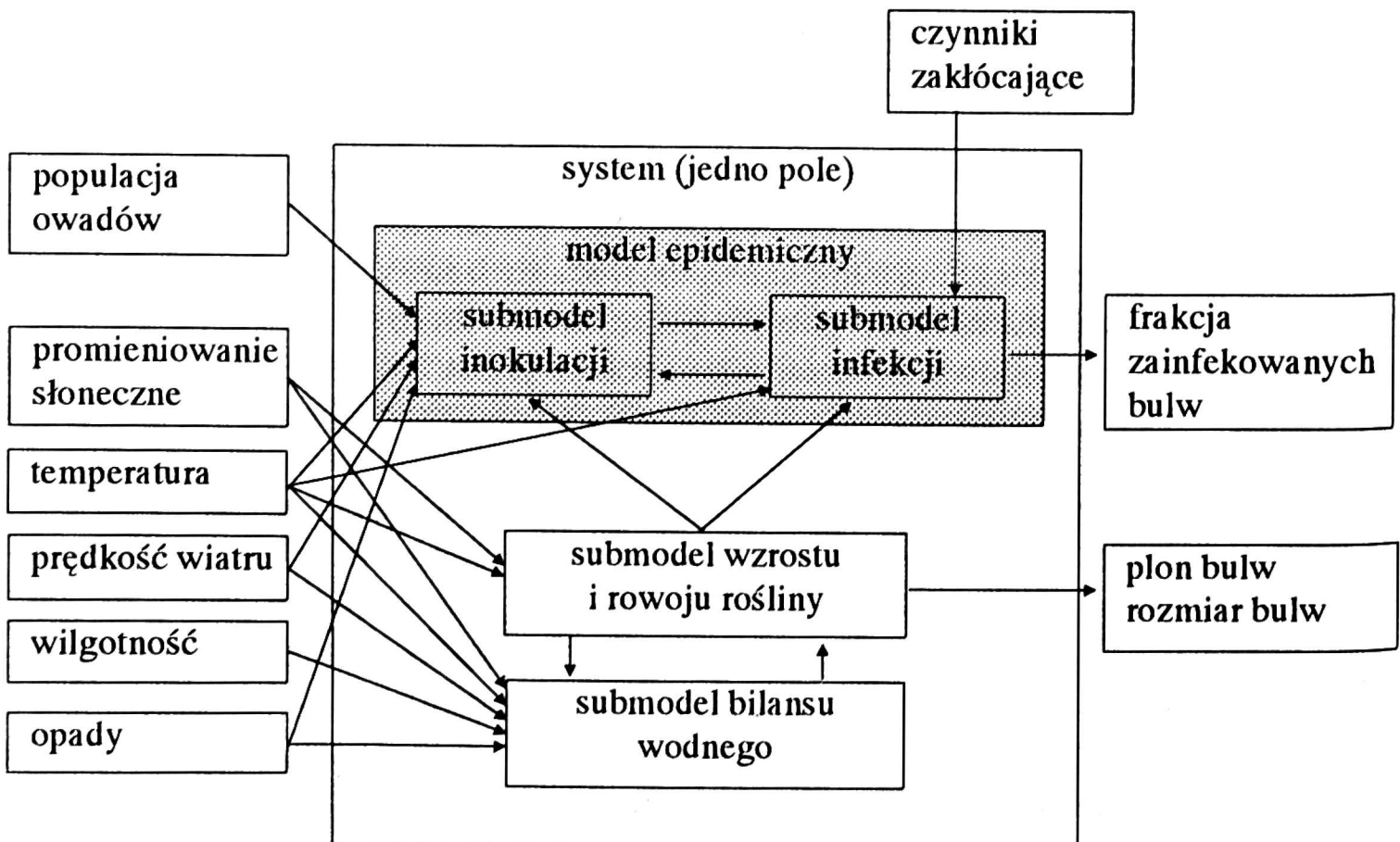
## Wykorzystanie modeli symulacyjnych do prognozowania nasilenia chorób

### Model deterministyczny EPOVIR

Model jest przykładem ilościowego powiązania znacznej liczby czynników siedliskowych wpływających na rozwój chorób [19] (rys. 1). Program opisuje patosystem wirusów PVY i PLRV (liściozwoju) w produkcji nasiennej ziemniaka.

Wektorami przenoszącymi patogeny są owady oraz pośrednio rolnik, poprzez stosowanie różnej gęstości sadzenia. Rolę wektorów i ich powiązanie z wirusami i łańcem roślin opisuje submodel inokulacji zapożyczony z prac Ruesinka i Irwina [24]. Submodel infekcji określa między innymi stopień porażenia roślin i bulw w zależności od odporności roślin regulowanej przez wiek fizjologiczny i stres wodny. Submodel wzrostu i rozwoju, który oblicza suchą masę liści, łodyg, korzeni, bulw, produkcję asymilatów i fazę rozwoju fenologicznego łańca jest modyfikacją prac Johnsona i in. [12, 13]. Submodel bilansu wodnego obliczający aktualną zawartość wody w obrębie systemu korzeniowego oraz tempo transpiracji potencjalnej i aktualnej opiera się na algorytmach znanej pracy Keulena i Wolfa [14]. Wielkość populacji owadów jest określana przez wykorzystanie pułapek ssących Taylora [25].

Głównym celem modelu jest znalezienie oczekiwanej infekcji bulw przez PVY lub PLRV i jej wariację oraz oczekiwany plon bulw o określonej wielkości i wariację tych parametrów. Planuje się wykorzystanie programu między innymi do



Rysunek 1. Schemat ogólny programu EPOVIR



certyfikacji sadzeniaka (w Szwajcarii najwyższą klasę mogą mieć sadzeniaki o poziomie porażenia, który nie przekracza 10%). Inną korzyścią programu jest około 62% zmniejszenie infekcji bulw przez optymalizację gęstości sadzenia w stosunku do gęstości zalecanych przez technologie tradycyjne.

## Systemy eksperckie EIPRE, HORDEPROG, PHYTOPRE

Programy te, w stosunku do modelu EPOVIR są mniej szczegółowe w sensie liczby i sposobu analizy czynników środowiskowych. Ich głównym celem jest wczesne przewidywanie rozwoju chorób i określanie potrzeby wykonania zabiegów ochrony roślin.

Systemy EIPRE i HORDEPROG są stosowane odpowiednio do ozimych form pszenicy i jęczmienia. Teoretyczne założenia modelu EIPRE powstały w Holandii [22, 31], a jego rozwój opierał się na współpracy ze specjalistami szwajcarskimi [8], natomiast HORDEPROG opracowano w Szwajcarii na wzór EIPRE.

Programy uwzględniają następujące choroby i szkodniki:

- EIPRE (pszenica ozima): łamliwość źdźbła, rdza brunatna, rdza żółta, mączniak prawdziwy, septorioza kłosa, septorioza liści, mszyca zbożowa;
- HORDEPROG (jęczmień ozimy): łamliwość źdźbła, rdza karłowa, mączniak prawdziwy, plamistość siatkowa, rynchosporioza zbóż.

Schemat działania programu głównego uwzględnia 9 punktów [7, 8]:

1. Rejestracja danych podstawowych (adres, ekspozycja pola, odmiana, spodziewany plon, dostępny sprzęt techniczny).
2. Wprowadzenie danych obserwacyjnych (data, faza rozwojowa, opady, azot, pestycydy, regulatory wzrostu, stan sanitarny).
3. Obliczanie aktualnego stopnia zagrożenia (transformacja danych do odpowiednich wartości liczbowych).
4. Prognoza wystąpienia chorób i szkodników (uwzględnianie fazy rozwoju, odmiany, pestycydów, ekspozycji, azotu, regulatorów wzrostu).
5. Prognoza oczekiwanej straty plonu (strata masy, ceny ziarna).
6. Bilans kosztów i strat (decyzja o podjęciu działań: nie przyskać, przyskać pojedynczo lub w sposób złożony).
7. Ustalenie terminów podjęcia czynności (kiedy wykonać opryskiwanie jeżeli jest potrzebne, kiedy wykonać następne obserwacje polowe).
8. Generacja zaleceń szczegółowych (podsumowanie wniosków z informacji wejściowych, określenie stanu chorobowego, sposobu opryskiwania i dalszego nawożenia).
9. Tabele sumaryczne dla szkodników i chorób, podanie stanu zagrożenia dla regionu.

Program główny połączony jest z bazami danych i plikami obliczającymi między innymi tempo rozwoju populacji roślin i patogenów w zależności od warunków atmosferycznych i ich stanu aktualnego. W bilansie kosztów i strat do kosztów

opryskiwania dodane są skutki uboczne (uodparnianie patogenów, redukcja liczby pożytecznych mikroorganizmów i owadów). W szwajcarskiej wersji programów jest to równowartość cenowa 100 kg zboża na każdy opryskiwany hektar (dla pszenicy około 100 CHF/ha).

Rolnik uczestniczący w programie prowadzi obserwacje polowe w następujących fazach rozwojowych (skala Zadoksa): pszenica: 31–61 (mszyce 59–69), jęczmień 32–51. Szczegółowe dane są wpisywane do odpowiednich formularzy (pkt. 1 i 2 schematu działania programu) i przesyłane pocztą do Zurychu (czas przesyłki do 3 dni). Po ich wprowadzeniu do komputera i wykonaniu obliczeń (pkt. 3–7), powstałe informacje (pkt. 8–9) przesyłane są automatycznie przez system VIDEOTEX [4] do zaopatrzonego w odpowiedni terminal dekodujący farmera i doradczych służb regionalnych. Korzystanie z usług systemu dla służb doradczych jest bezpłatne, natomiast koszt usługi dla farmera za 1 pole w sezonie wynosił 45 CHF. Po kilku latach większość rolników zrezygnowała z bezpośredniego korzystania z systemu, uzyskując bezpłatne informacje drogą telefoniczną od służb doradczych.

Programy uaktualniane są po wprowadzeniu nowych odmian. Użycie EIPRE pozwala na zmniejszenie o około 35% zużycia fungicydów w stosunku do systemu konwencjonalnego, bez spadku dochodu netto z upraw. W 1988 r. z HORDEPROG wycofano moduł *Pseudocerkosporella* ze względu na jego małe znaczenie ekonomiczne, natomiast obecnie system ten nie jest praktycznie używany. Doświadczenia polowe dowiodły bowiem, że w większości wypadków wystarcza jeden zabieg. Ponadto jego wykonanie w fazie 39 daje podobne plony jak przy użyciu kosztownego programu [7].

PHYTOPRE jest programem wspierającym zwalczanie zarazy ziemniaczanej na terenie Szwajcarii. Głównym celem prowadzonych ciągle badań jest zwiększenie efektywności kontroli choroby z jednoczesną redukcją liczby opryskiwań [7]. Poprzednia wersja programu (PHYTOFAP [8]), mimo swej efektywności (redukcja zużycia fungicydów o około 50%), uznana została za niewystarczającą. Powodem było mało dokładne określanie początków epidemii. Wynikało to z kilku przyczyn.

**Problem monitoringu.** Informacje o aktualnej sytuacji epidemiologicznej w kraju uzyskuje się od kantonalnych służb ochrony roślin, przemysłu chemicznego, który posiada własną sieć poletek do testowania fungicydów, i farmerów. Dodatkowo założona jest sieć oparta o około 100 nieopryskiwanych poletek (3 x 3m) i ponad 40 farm ekologicznych. Pomimo tak rozbudowanego systemu, problem oceny zagrożenia chorobowego nie jest rozwiązany. W północnozachodniej części Szwajcarii od stycznia panują korzystne warunki uprawy wczesnych odmian ziemniaka. Plantacje zakładane są pod osłonami z folii, co stwarza także korzystne warunki rozwoju grzyba i po usunięciu osłon powoduje rozprzestrzenianie się zarazy ziemniaczanej na plantacje sąsiednie. Obecnie brak jest przepisów prawnych regulujących obowiązki wczesnego powiadamiania o tym służb ochrony i okolicznych farmerów. Podobne problemy są z monitorowaniem niektórych farm ekologicznych. Skuteczność systemu wczesnego ostrzegania zamierza się

zwiększyć przez zagęszczenie sieci monitoringu i szybszy przepływ informacji. Cel drugi ma zostać osiągnięty przez zastosowanie interaktywnego połączenia serwera obsługującego program przez modem z ogólnokrajową siecią telefoniczną.

**Problem dokładności obliczeń.** Model poprzedni, a w dużym stopniu również obecny, potrzebę użycia fungicydów opiera na następującym algorytmie [8]:

Stopień wrażliwości odmiany	Pierwsze opryskiwanie	Opryskiwania następne
Wysoki	WBZ > 29 lub DIST < 10 km lub GBZ = 150	RAIN > 29 mm lub DIST < 5 km
Średni	DIST < 15 km i RAIN > 29 mm lub GBZ > 150 i WBZ > 29	RAIN > 29 mm i DIST < 5 km
Niski	DIST < 1 km (choroba na polu)	DIST < 1 km (choroba na polu)

gdzie: RAIN — opad w okresie ostatnich 10 dni [mm],

DIST — odległość do najbliższego porażonego pola [km],

GBZ — suma dziennych wartości Phytprog liczonych od 1 maja,

Phytprog — wskaźnik populacji patogena w funkcji parametrów meteorologicznych [27],

WBZ — suma dziennych wartości Phytprog za okres 1 tygodnia (warunek istotny pomiędzy 20 majem i GBZ 150).

Obecnie uważa się [10], że dla dokładnego szacowania tempa rozwoju epidemii w skali przestrzennej powyższe procedury są niewystarczające. Dalszy rozwój programu będzie w większym stopniu uwzględniał procedury deterministyczne (jak w modelu EPOVIR), eliminujące proste równania regresyjne. W ramach rozwoju programu prowadzi się także prace, przy współudziale laboratoriów koncernów chemicznych, nad mechanizmami patogeniczności i odporności.

Doradcze systemy decyzyjne dla ochrony roślin są opracowywane lub adaptowane także w Polsce. Przykładem są prace wykonane w Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu, dotyczące przeglądu modeli wykorzystywanych w Europie Zachodniej oraz stosowania programów prognozujących rozwój zarazy ziemniaczanej [20, 21, 30].

## Systemy ekologiczne i integrowane

Systematyczne badania porównujące konwencjonalne, integrowane i ekologiczne systemy gospodarowania rozpoczęto w roku 1991. Cykl doświadczeń zaplanowany jest na 12 lat. W badaniach bezpośrednio lub pośrednio uczestniczy kilka instytutów rządowych. Oprócz Reckenholz, Swiss Federal Institute of Technology i Swiss Federal Research for Farm Management and Agricultural Engineering. Monitorin-



giem objęte są populacje mikroorganizmów, zagadnienia nawozowe, uprawowe, ekonomiczne i techniczne. Ochrona roślin prowadzona jest zgodnie z wspomnianymi wcześniej zasadami włączając w to zagadnienia nawożenia i płodozmianu oraz programy symulacyjne. Wyniki publikowane do roku 1995 włącznie, dotyczyły głównie parametrów ekonomicznych oraz redukcji zużycia środków ochrony roślin i nawozów [26]. Podaje się, że w systemie integrowanym zużycie fungicydów i nawozów w formie mineralnej zredukowano odpowiednio o 66% i 30%. Przygotowywane jest opracowanie [6], zawierające więcej szczegółów dotyczących ochrony i zmian w obrębie populacji mikroorganizmów (w tym chorobotwórczych).

---

## Podsumowanie

We współczesnej ochronie roślin ponownego znaczenia nabierają niechemiczne metody ograniczania populacji agrofagów, szczególnie na materiale siewnym. Zalicza się do nich: oddziaływanie wody o podwyższonej temperaturze, otoczkowanie nasion określonymi substancjami oraz preparatami mikrobiologicznymi. Rozwiązania te są szczególnie przydatne dla rolnictwa ekologicznego. W Szwajcarii duże znaczenie ma także certyfikacja i atestacja materiału siewnego obejmująca rozbudowane testy zdrowotności nasion.

Prowadzi się badania oraz upowszechnianie systemów interaktywnego doradztwa eksperckiego w zakresie ochrony roślin. Wykorzystuje się w tym celu modele symulacyjne występowania i rozwoju patogenów wybranych grup roślin. Prowadzą one do zmniejszenia liczby chemicznych zabiegów ochrony roślin i zwiększenia ich efektywności. Rozwiązania te są wdrażane przede wszystkim w gospodarstwach integrowanych.

Badania naukowe z zakresu ochrony roślin są skoordynowane w skali kraju. W ich realizacji uczestniczą placówki naukowe, służby doradcze oraz laboratoria przemysłu ochrony roślin.

---

## Literatura

- [1] Becker J. 1992. Untersuchungen zur Bekämpfung des Weizensteinbrandes (*Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint.) mit nährstoffreichen organischen Substanzen und Mikroorganismen. Inaugural — Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor der Agrarwissenschaften. Universität zu Bonn. Deutschland.
- [2] Becker J., Weltzien H.C. 1993. A new system for biological wheat bunt control (*Tilletia caries*) by seed treatment with nutrient carriers. *IOBC/WPRS Bulletin* 16(11): 24–26.
- [3] Czembor H. J., Gacek E. S. 1995. Systemy zwiększania trwałości odporności odmian na choroby w uprawie zbóż. Materiały 2 krajowego sympozjum: Odporność Roślin na Choroby, Szkodniki i Niesprzyjające Czynniki Środowiska. Warszawa: 39–48.

- [4] Derron J.O. 1989. EDV als Entscheidungshilfe im praktischen *Pflanzenschutz*. *Landwirtschaft* 2(1-2): 33-36.
- [5] Diekman M. 1993. Epidemiology and Geophytopathology of selected seed-borne diseases. ICAR-DA, Aleppo, Syria.
- [6] Dubois David 1996. Department of Crop Protection, Swiss Federal Research Station for Agronomy (FAP) CH-8046 Zurich, informacja ustna.
- [7] Forrer H.R 1996. Department of Crop Protection, Swiss Federal Research Station for Agronomy (FAP) CH-8046 Zurich, informacja ustna.
- [8] Forrer H.R., Gujer H.U., Fried P.M. 1991. Experiences with and prospects of Decision Support Systems in cereals and potatoes in Switzerland. *Danish J. Plant and Soil Sci.* 85(S-2161): 89-100.
- [9] Geng S., Campbell R.N., Carter M., Hills F.J. 1983. Quality-control programs for seedborne pathogens. *Plant Diseases* 67: 236-242.
- [10] Gujer H.U. 1996. Swiss Ministry of Agriculture, informacja ustna.
- [11] International Rules for Seed Testing. 1993. *Seed Sci. and Technology* vol. 21 supplement.
- [12] Johnson K.B, Johnson S.B., Teng P.S. 1986. Development of a simple growth model for use in crop-pest management. *Agricultural Systems* 19: 189-209.
- [13] Johnson K.B., Teng P.S., Radcliffe E.B. 1987. Coupling feeding effects of potato leafhopper, *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae), nymphs to a model of potato growth. *Environ. Entomol.* 16: 250-258.
- [14] Keulen H. van, Wolf J. 1986. Modeling of Agricultural Production: Weather, Soils and Crops. Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen, ss. 479.
- [15] Malepszy S. 1995. Rośliny transgeniczne w uprawie polowej i hodowli roślin. *Kosmos* 44: 737-746.
- [16] McQuilken Mark P. 1996: Publikacja dostępna pod adresem: Plant Science Department, The Scottish Agricultural College, Auchincruive, Ayr, KA6 5HW, Scotland, UK.
- [17] Mittermeier L., Dercks W., West S.J.E., Miller S.A. 1990. Field results with a diagnostic system for the identification of *Septoria nodorum* and *Septoria tritici*, Brighton Crop Protection Conference — Pests and Diseases: 757-762.
- [18] Neergaard P. 1977. Seed Pathology, Vols. I i II. John Wiley and Sons, New York, USA.
- [19] Nemecek T., Derron J.O., Fischlin A., Roth O. 1994. Crop growth model coupled to an epidemic model to forecast yield and virus infection in seed potatoes. 2nd International Potato Modelling Conference, Wageningen, May 1994. Paper for session VII.
- [20] Piekarczyk J., Woźny J. 1994. Możliwości stosowania techniki komputerowej w ochronie roślin. *Ochrona roślin* 9: 12-14.
- [21] Piekarczyk J., Wójtowicz A. 1997. Systemy wspomagające podjęcie decyzji w zakresie zwalczania zarazy ziemniaka. Materiały XXXVII Sesji Naukowej Inst. Ochrony Roślin. Referaty (w druku).
- [22] Rabbinate R., F.H. Rijdsdijk 1983. EPIPPE: a disease and pest management system for winter wheat, taking account of micrometeorological factors. *EPPO Bull.* 13: 297-305.
- [23] Richardson M.J. 1990. An annotated list of seed-borne diseases. Fourth edition. The International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- [24] Ruesink W.G. Irwin M.E. 1986. Soybean mosaic virus epidemiology: a model and some implications. In McLean G.D., R.G. Garrett, W.G. Ruesink (eds.), Plant virus epidemics (monitoring, modeling, and predicting outbreaks). Academic Press, Sydney: 295-313
- [25] Taylor L.R., Palmer J.M.P. 1972. Aerial sampling. In: van Emden, H.F (ed.): Aphid Technology, Academic Press, London: 189-234.
- [26] Tschachtli R., Dubois D., Fried M., Malitius O. 1993. Projekt naturnahe Landwirtschaft Burgrain: Versuchsanlage und erste Resultate. *Landwirtschaft Schweiz* 6(10): 597-604.
- [27] Ullrich J., Schroedter H. 1966. Das Problem der Vorhersage des Auftretens der Kartoffelkrautfaule (*Phytophthora infestans*) und die Möglichkeit seiner Losung durch eine "Negativprognose". *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutz* 18 : 33-40.
- [28] Unger J.G., Schorn-Kasten K., Wolf G. 1990. ELISA-Test hilft bei der Halmbruchbekämpfung. *Pflanzenschutzpraxis* 2: 41-43.

- [29] Winter W., Banziger I., Ruegger A. 1995. Neue Wege in der Weizen-Saatgutbeizung. *Agrarforschung* 2(4): 137–140.
- [30] Wójtowicz A., Piekarczyk J. 1996. Prognozowanie i sygnalizacja zarazy ziemniaka. *Postępy w Ochronie Roślin* 36(2): 15–17.
- [31] Zadoks J.C. 1981. EIPRE: a Diseases and Pest Management System for Winter Wheat developed in the Netherlands. *EPPO Bull.* 11: 365–369.

## Selected investigation methods used for crop protection in Switzerland

---

### Summary

The paper was written after a 4 month practice in Swiss Federal Station for Agronomy 'Zurich-Reckenholz' in 1995. Swiss ecological methods and computer Decision Support Systems (DSS) used for plant protection are presented. Ecological methods describe the protection against selected seed borne, soil borne and atmospherically transmitted diseases. Discussed computer models EPOVIR, EIPRE, HORDEPROG and PHYTOPRE are used in operational scale for protection of winter wheat, winter barley and potatoes.