

**Jerzy KOZYRA¹, Jerzy DWORNIKIEWICZ², Anna NIERÓBCA¹,
Czesław PIETRUCH¹**

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy w Puławach
Institute of Soil Science and Plant Cultivation, State Research Institute in Puławy

¹Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki

Department of Agrometeorology and Applied Informatics

²Zakład Hodowli i Uprawy Roślin Specjalnych

Department of Breeding and Production of Special Crops

Agrometeorologiczny system ochrony plantacji chmielu przed mączniakiem rzekomym (*Pseudoperonospora humuli Miyabe & Takah.*)*

Agrometeorological system for the protection of hops against downy mildew (*Pseudoperonospora humuli Miyabe & Takah.*)

Słowa kluczowe: agrometeorologiczny system, chmiel, ochrona roślin, mączniak rzekomy (*Pseudoperonospora humuli Miyabe & Takah.*)

Key words: agrometeorological decision support system, hops, plant protection, Downy Mildew (*Pseudoperonospora humuli Miyabe & Takah.*)

Wprowadzenie

Celem systemów wspomagania decyzji (Decision Support System – DSS) w ochronie roślin jest przekazanie użytkownikowi w możliwie przystępnej formie i krótkim czasie informacji o potencjalnym zagrożeniu szkodnikami

lub chorobami (Zaliwski i Wolny 2003). Informacja taka ułatwia stosowanie właściwej ochrony roślin według rzeczywistego zagrożenia, co znacznie ogranicza stosowanie chemicznych środków ochrony roślin (Hansen i in. 1995). Systemy wspomagania decyzji ze względu na sposób określania konieczności zabiegu najogólniej dzieli się na: objawowe, meteorologiczne (agrometeorologiczne) i złożone (Dąbrowski i Kropczyńska-Linkiewicz 2001). Kluczowym elementem agrometeorologicznych systemów wspomagania decyzji są matematyczne modele chorób roślin lub szkodników, które na podstawie bieżących danych

*Pracę wykonano w ramach realizacji zadania PIB 2.7 „Postęp biologiczny w hodowli chmielu i tytoniu oraz jego wykorzystanie w systemie zrównoważonego rolnictwa” i zadania PIB 2.9 „Doskonalenie systemów doradztwa w zakresie zrównoważonej produkcji roślinnej”.

meteorologicznych umożliwiają ocenę rzeczywistego zagrożenia i sygnalizują potrzebę wykonania zabiegu. Podstawę tworzenia modeli i definiowania progów zagrożeń stanowi rozpoznanie biologii i czynników odpowiedzialnych za rozwój chorób lub szkodników (Nieróbca 2002).

Dotychczasowe prace wskazują, że w produkcji chmielarskiej dzięki zastosowaniu systemów wspomagania decyzji można zredukować koszty ochrony chemicznej, co ma znaczący wpływ na zmniejszenie kosztów produkcji i zredukowanie negatywnego wpływu na środowisko (Dwornikiewicz i Jastrzębski 2001, Zmrzłak i in. 2001).

W pracy przedstawiono organizację agrometeorologicznego systemu ochrony chmielu przed mączniakiem rzekomym i wyniki przeprowadzonego wdrożenia systemu w warunkach produkcyjnych.

Materialy i metody

Agrometeorologiczny system ochrony plantacji chmielu przed mączniakiem rzekomym uruchomiono w 2003 roku i testowano w latach 2004–2006. Prace prowadzono w miejscowości Wólka Polanowska położonej w obrębie tzw. lubelskiego powiśla, regionu o dużej koncentracji uprawy chmielu w Polsce (Dwornikiewicz 2002). W 2003 roku prace nad wdrożeniem systemu koncentrowały się na testowaniu operacyjnego działania systemu. W bezpośrednim sąsiedztwie chmielnika zainstalowano stację meteorologiczną, zweryfikowano poprawność danych meteorologicznych oraz przeszkolono użytkowników docelowych systemu. Weryfikacja systemu w latach 2004–2006 polegała na porów-

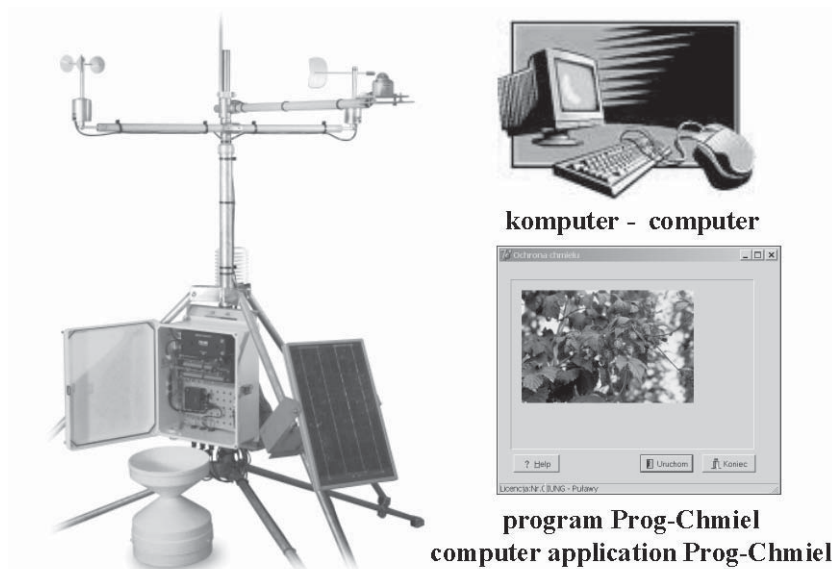
naniu skuteczności ochrony przed mączniakiem rzekomym na plantacji chronionej, zgodnie z zaleceniami systemu ze skutecznością ochrony na plantacji chronionej w sposób tradycyjny.

Tradycyjny sposób ochrony chmielu przed mączniakiem rzekomym zakładał wykonanie na początku wegetacji (w maju) zabiegu profilaktycznego w celu zminimalizowania ryzyka infekcji pierwotnej na części łodygowej roślin, a następnie w sezonie wegetacyjnym sześciu zabiegów ochronnych w stałych terminach (w odstępach około dwutygodniowych).

Organizacja systemu

Głównym elementem agrometeorologicznego systemu wspomagania decyzji w integrowanej ochronie chmielu przeciwko mączniakowi rzekomemu (*Pseudoperonospora humuli Miyabe & Takah.*) jest opracowany w IUNG-PIB program komputerowy Prog-Chmiel (Dwornikiewicz i in. 2006). Przeznaczony jest on do prognozowania rozwoju mączniaka rzekomego chmielu. Program Prog-Chmiel w swych założeniach wykorzystuje matematyczny model choroby opracowany w Niemczech (Kremheller i Dierce 1983), który był również stosowany w Republice Czeskiej (Fric 1996). Poprawność algorytmu dla warunków polskich weryfikowała Solarska (1989).

W skład systemu wchodzi automatyczna stacja meteorologiczna firmy Campbell (CR10X), która jest bezpośrednio podłączona złączem kablowym z komputerem, gdzie zainstalowano oprogramowanie do obsługi stacji i program Prog-Chmiel (rys. 1).



stacja meteorologiczna – meteorological station

RYSUNEK 1. Składniki systemu do ochrony chmielu przeciwko mączniakowi rzekomemu
 FIGURE 1. Elements of the system for protection hops against the downy mildew

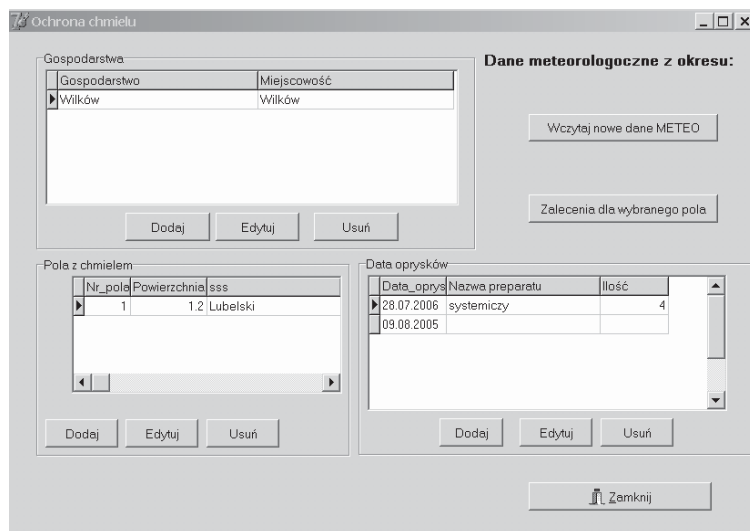
Do wykonania prognozy program wykorzystuje bieżące dane meteorologiczne: średnią dobową temperaturę powietrza z wysokości 2 m n.p.g., dobową sumę opadu atmosferycznego oraz średnią dobową wilgotność względną.

Program automatycznie pobiera dane meteorologiczne z bazy danych, w której zapisywane są dane ze stacji automatycznej. Na podstawie tych danych program oblicza tzw. indeks mały, który w systemie kroczącym jest sumowany za ostatnie 5 dni, tworząc na każdy dzień tzw. indeks duży (pogodowy). Zabieg ochronny jest zalecany wówczas, jeżeli duży indeks pogodowy przez kolejne 11 dni przekroczy wartość 500.

Równocześnie z monitoringiem warunków agrometeorologicznych zalecane jest prowadzenie systematycznych obserwacji plantacji. Pomimo braku zaleceń przez program Prog-Chmiel do-

datkowo zabieg należy wykonać w przypadku, gdy na 100 liściach zaobserwuje się co najmniej 100 tzw. plam mączniakowych albo wystąpi porażenie kwiatów lub szyszek (Solarska 1989).

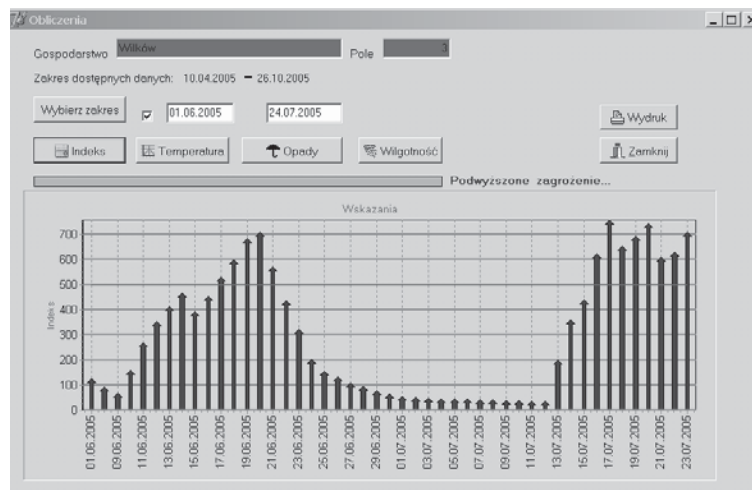
Uruchomienie systemu przed sezonem wegetacyjnym polega na wprowadzeniu do programu Prog-Chmiel informacji o gospodarstwach i plantacjach objętych programem ochrony (rys. 2). W codziennej obsłudze systemu w pierwszej kolejności należy przy wykorzystaniu oprogramowania stacji automatycznej pobrać dane meteorologiczne do komputera. Następnie w programie Prog-Chmiel użytkownik aktualizuje dane meteorologiczne, wykorzystując przycisk „Wczytaj nowe dane METEO”. Polecenie to automatycznie uruchamia procedurę obliczeń dla wszystkich plantacji objętych programem ochrony. Zalecenia dla poszczególnych plantacji



RYSUNEK 2. Okno programu Prog-Chmiel do wprowadzenia informacji o plantacjach i wykonania obliczeń

FIGURE 2. Window of the program Prog-Chmiel to led of the information about plantations and making calculations

są dostępne po wybraniu odpowiedniej plantacji z listy widocznej w oknie programu Prog-Chmiel. Użytkownik ma możliwość przeglądania w formie graficznej przebiegów dobowych średniej temperatury powietrza, dobowych sum opadów atmosferycznych i średniej dobowej wilgotności względnej (rys. 3).



RYSUNEK 3. Okno programu Prog-Chmiel przedstawiające indeks pogody w 2005 roku, komunikat sygnalizuje podwyższone zagrożenie

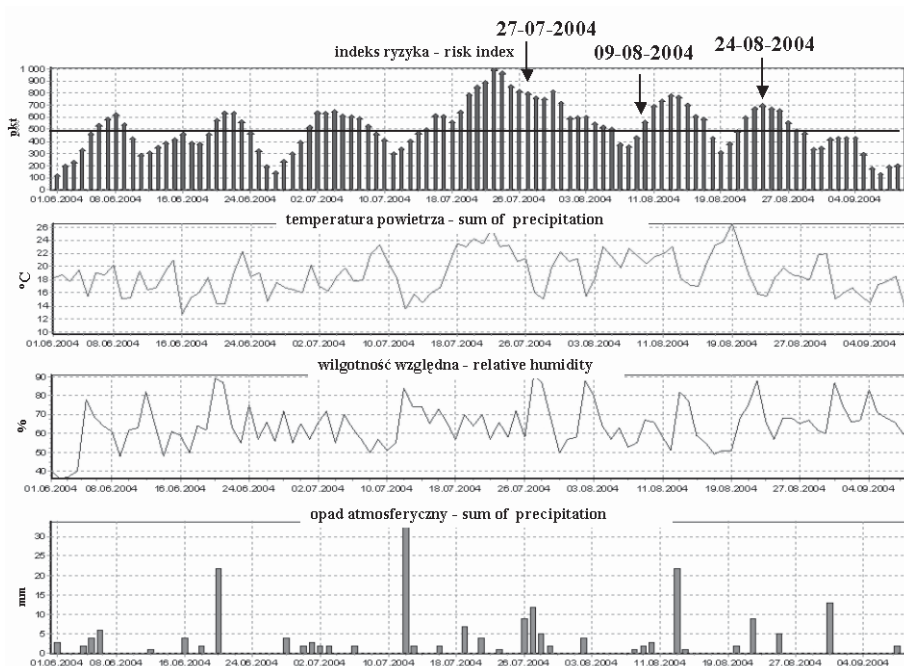
FIGURE 3. Window of the program Prog-Chmiel presenting the weather index in 2005, the announcement is indicating the increased threat

Wyniki wdrożenia

Najbardziej złożony, co do oceny potencjalnego ryzyka wystąpienia choroby w latach 2004–2006, był 2004 rok (rys. 4). W czerwcu i lipcu 2004 roku indeks pogodowy kilkakrotnie przekraczał wartość progową 500 punktów. Spowodowane to było występowaniem kilku dni z opadem atmosferycznym przy relatywnie niskiej średniej temperaturze powietrza. W sezonie tym wykonano zgodnie ze wskazaniem programu 3 zabiegi ochronne. Potrzebę pierwszego zabiegu w 2004 roku prognozowano na 26 lipca, drugiego na 9 sierpnia, a trzeciego na 24 sierpnia (tab. 1). W 2005 i 2006 roku

obserwowano podobny przebieg pogody związanej z wystąpieniem w czerwcu i lipcu suszy. W latach tych wykonano zgodnie ze wskazaniem programu Prog-Chmiel po 2 zabiegi ochronne.

Ochrona według założeń systemu była tak samo skuteczna, jak przy zastosowaniu standardowej ochrony (6 zabiegów). Podczas trwania wdrożenia w latach 2004–2006 nie zaobserwowano różnic w liczbie plam z mączniakiem pomiędzy plantacjami chronionymi standardowo a plantacją chronioną według wskazań programu Prog-Chmiel. Na chronionych obiektach nie stwierdzono przekroczenia liczby plam mącznikowych



RYSUNEK 4. Wykresy wyników opracowywane automatycznie przez program Prog-Chmiel w 2004 roku (linia wyznacza próg 500 pkt, strzałka wskazuje zalecaną datę wykonania zabiegu przeciwko mączniakowi rzekomemu)

FIGURE 4. Graphs worked out automatic through the program Prog-Chmiel with analysis of indices in 2004 (the line is appointing threshold 500, arrows show the recommended date for treatment against downy mildew)

TABELA 1. Daty zabiegów i liczba zalecanych zabiegów przez program Prog-Chmiel w latach 2004–2006 w porównaniu do liczby zabiegów wykonywanych tradycyjnie

TABLE 1. Dates of treatments and the number of recommended treatments according to the program Prog-Chmiel in 2004–2006 growing seasons in comparison to the number standard treatments

Sezon wegetacyjny Growing seasons	Daty zabiegów według Prog-Chmiel Dates of spray according to Prog-Chmiel	Liczba zabiegów według Prog-Chmiel Number of treatments according to Prog-Chmiel	Liczba zabiegów według ochrony standardowej Number of treatments according to standard protection
2004	26 VII, 09 VIII, 24 VIII	3	6
2005	26 VII, 09 VIII	2	6
2006	15 VIII, 25 VIII	2	6

wskazujących na potrzebę wykonania dodatkowego zabiegu ochronnego.

Uzyskane wyniki potwierdzają możliwość precyzyjnego wyznaczania terminów zabiegu na podstawie analizy danych meteorologicznych, co znacznie ogranicza liczbę wykonywanych zabiegów przeciwko mączniakowi rzekomemu na plantacjach chmielu.

Wnioski

1. Agrometeorologiczny system ochrony plantacji chmielu przed mączniakiem rzekomym oparty na wykorzystaniu bieżących danych meteorologicznych i programu komputerowy Prog-Chmiel jest nowoczesnym narzędziem do wspomaganie decyzji w ochronie chmielu przed mączniakiem rzekomym.
2. W kolejnych latach wdrażania systemu liczba zalecanych zabiegów przeciwko mączniakowi rzekomemu uzależniona była od panujących warunków meteorologicznych. W 2004 roku według zaleceń programu wykonano 3 zabiegi przeciwko mączniakowi rzekomemu, a w 2005 i 2006 roku po 2 zabiegi. Mniejsza

liczba zabiegów w 2005 i 2006 roku spowodowana była wystąpieniem w tych latach suszy.

3. Zastosowanie programu Prog-Chmiel przy mniejszej liczbie wykonanych zabiegów było tak samo skuteczne, jak przy zastosowaniu standardowej ochrony.
4. Uzyskane wyniki wskazują na znaczne możliwości ograniczenia liczby zabiegów przeciwko mączniakowi rzekomemu na plantacjach chmielu, a tym samym na zmniejszenie kosztów produkcji oraz możliwość ograniczenia negatywnego wpływu ochrony chemicznej na środowisko.

Literatura

- DĄBROWSKI Z.T., KROPCZYŃSKA-LINKIEWICZ D. 2001: Systemy wspomaganie decyzji w ochronie roślin. *Metodyka podejmowania decyzji w różnych systemach ochrony roślin. Pam. Pul.* 124: 25–35.
- DWORNIKIEWICZ J. 2002: Regionalizacja produkcji chmielu w Polsce. *Pam. Pul.* 130/I: 125–135.
- DWORNIKIEWICZ J., JASTRZĘBSKI A. 2001: Wspomaganie decyzji w technologii uprawy chmielu na poziomie pola i rejonu na przykładzie lubelskiego powiatu. *Pam. Pul.* 124: 49–57.

- DWORNIKIEWICZ J., PIETRUCH Cz., SOLARSKA E., KOZYRA J. 2006: Opracowanie komputerowej sygnalizacji zagrożenia plantacji chmielu mączniakiem rzekowym (*Pseudoperonospora humuli*). Raport końcowy z zadania statutowego IUNG-PIB, Puławy.
- FRIC V., BERÁNEK F., CINBIBURK V., LINHART J., KOPECKÝ J., RIGER A., VESELÝ F., VOSTREL J., LINHARD J. 1996: Pěstování chmele v soudobých ekonomických podmínkách. *Chmelařství* 2: 19–20.
- HANSEN J.G., ANDERSSON B., HERMANSEN A. 1995: NEGFY – A system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. In: *Phytophthora infestans 150: European Association for Potato Research EAPR – Pathology Section Conference*, held in Trinity College, Dublin, Ireland, September 1995 to mark the one hundred and fiftieth anniversary of the first record of potato blight in Ireland and the subsequent famine. Eds. L.J. Dowley, et al. Boole Press Ltd., Dublin: 201–208.
- KREMHELLER H.Th., DIERCE R. 1983: Epidemiologie und Prognose des Falschen Mehlauses (*Pseudoperonospora humuli*) an Hopfen. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 6 (90): 599–616.
- NIERÓBCA A. 2002: Prognozowanie chorób na podstawie bieżących danych meteorologicznych. *Pam. Puł.* 130/II: 495–502.
- SOLARSKA E. 1989: Prognozowanie i sygnalizacja występowania mączniaka rzekomego chmielu. Instrukcja upowszechnieniowa. IUNG, Puławy.
- ZALIWSKI A., WOLNY S. 2003: A Concept of Internet Decision Support System for Integrated Plant Protection. *Journal of Plant Protection Research* 43 (3): 281–290.
- ZMRZLAK M., SIMONČIČ A., DOLINAR M., KNAPIČ V. 2001: Forecasting and informing Sloven hop growers about spraying against the downy mildew of hop (*Pseudoperonospora humuli* Miy et Takah.). EFITA 2001, Proceedings: 71–76 (www.efita.net).

Summary

Agrometeorological system for the protection of hops against downy mildew (*Pseudoperonospora humuli* Miyabe & Takah.). At work an organization of the system for protection of hop production against *Pseudoperonospora humuli* Miyabe & Takah. in Powiśle area of the Lublin region was presented. An automatic meteorological station located in the neighbourhood of plantation and the program Prog-Chmiel for the giving recommendations of the need of the treatment are the main element of the system. The trials carried out in 2004–2006 showed a possibility of considerable limiting the number of treatments with respect to the standard method of the protection. The use of the system resulted lowering costs of the protection of hops plantation and lower environment pressure.

Autors' address:

Jerzy Kozyra, Jerzy Dwornikiewicz,
Anna Nieróbca, Czesław Pietruch
Państwowy Instytut Badawczy
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
Poland