

Malgorzata Jędrzycka, Robert Matysiak*, Ryszard Bandurowski*, Daniel Rybacki*

Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

* DuPont-Poland w Warszawie

SPEC – system wspierający ochronę rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych w Polsce

SPEC – the decision support system against stem canker of oilseed rape in Poland

Słowa kluczowe: *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*, monitorowanie, skuteczność fungicydów

System Prognozowania Epidemii Chorób (SPEC) służy do prognozowania zagrożenia rzepaku przez choroby i obecnie wykorzystywany jest do określania stężenia askospor *Leptosphaeria maculans* i *L. biglobosa* w powietrzu. Grzyby te często występują w kompleksie i są odpowiedzialne za suchą zgniliznę kapustnych na rzepaku. Pułapki na zarodniki umieszczono w pięciu rejonach intensywnej uprawy rzepaku w Polsce (Dolny Śląsk, Pomorze, Pomorze Zachodnie, Wielkopolska, pogranicze Opolszczyzny i Górnego Śląska). Informacje na temat stężenia askospor w powietrzu umieszczane są na stronach internetowych IGR PAN oraz DuPont-Poland, inicjatorów i wykonawców projektu. Informacje wysyłane są także bezpłatnie do producentów rzepaku, doradczych służb rolniczych i handlowców zajmujących się dystrybucją środków ochrony roślin. Celem systemu jest optymalizacja ochrony rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych w odmiennych warunkach przyrodniczych różnych regionów Polski.

Key words: *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*, monitoring, efficacy of fungicides

The paper contains a detailed description of the System for Forecasting Disease Epidemics (System Prognozowania Epidemii Chorób – SPEC) operating in Poland since 1 September 2004, which is a joint initiative of the Institute of Plant Genetics PAS and DuPont-Poland. SPEC is a system of disease forecasting in oilseed rape and currently the system allows us to monitor the presence and concentration of ascospores of *Leptosphaeria maculans* and *Leptosphaeria biglobosa* in air samples. In Poland both fungal species usually occur simultaneously, and are responsible for stem canker of crucifers, a serious disease of oilseed rape. Monitoring is done using seven-day volumetric spore traps and a cyclone sampler (Burkard Manufacturing Ltd., UK) located in five main oilseed rape growing areas of Poland (Lower Silesia, Pomerania, West Pomerania, Great Poland and the area encompassing Opole Region and Upper Silesia). Monitoring is accompanied by two field experiments located in regions with different weather conditions (an experiment field of the IPG PAS in Cerekwica near Szamotuły and an experimental field of the Institute of Plant Protection in Sońnicowice near Gliwice). The aim of this experiment is to improve the efficacy of fungicide treatments with respect to application timing based on spore sampling data. The data on numbers of *L. maculans* and *L. biglobosa* ascospores in the air are updated on the websites of both IPG PAS (www.igr.poznan.pl) and DuPont (www.dupont.pl). Warnings about the first and mass ascospore releases are also sent as SMS text messages and emails to persons who have registered an interest in the scheme. SPEC is directed at oilseed rape farmers, associated farm service personnel, commercial company

representatives and also students and research personnel with an interest in plant pathology and plant protection. Information is distributed free of charge.

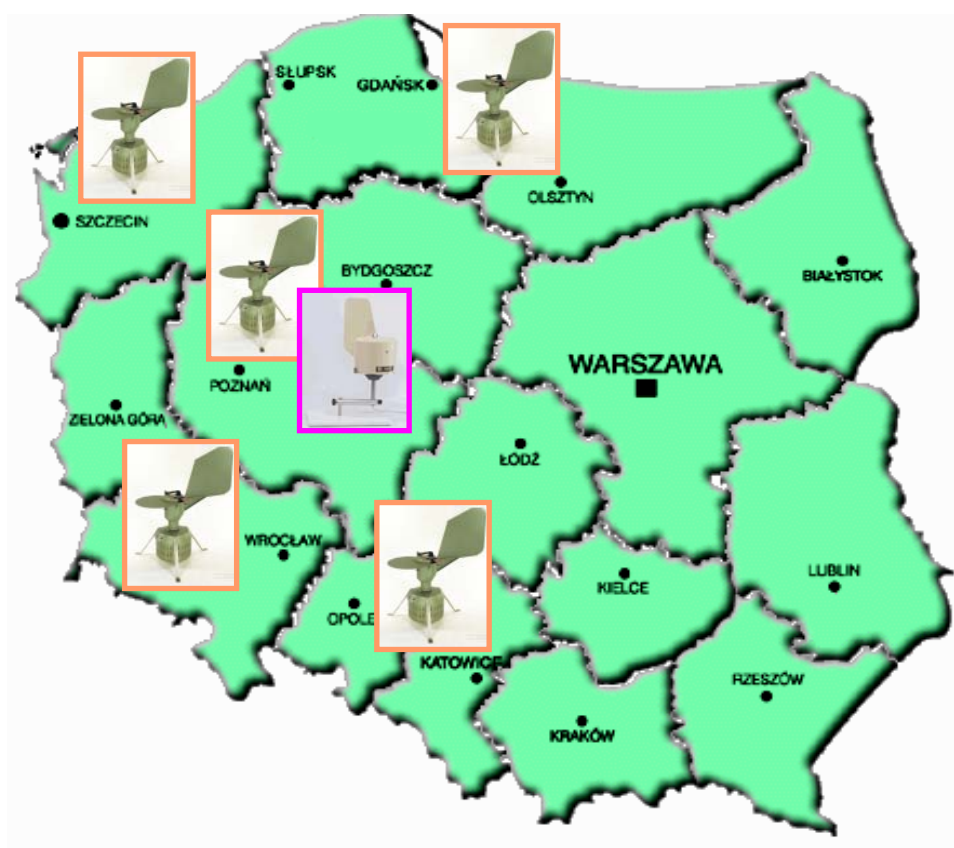
The paper also contains a short overview of decision support systems (DSS) operating in oilseed rape worldwide, with reference to insect and disease control.

Sucha zgnilizna kapustnych jest jedną z najgroźniejszych chorób rzepaku w Polsce i na świecie. Skutkiem choroby są straty plonu nasion, notowane we wszystkich krajach produkujących rzepak, za wyjątkiem krajów azjatyckich (Chiny, Indie), gdzie choroba nie występuje. Porażenie roślin powodowane jest przez grzyby workowe *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces et de Not. oraz *Leptosphaeria biglobosa* (Shoemaker i Brun 2001). Gatunki te różnią się pod względem chorobotwórczości wobec rzepaku, przy czym *L. maculans* jest gatunkiem bardziej agresywnym, odpowiedzialnym za znaczne straty plonu nasion. Oba gatunki częstokroć jednocześnie izolowane są z porażonych roślin rzepaku, a proporcja pomiędzy nimi zmienia się w zależności od sezonu oraz lokalizacji pól. Dla przykładu populacja *L. maculans* dominuje nad *L. biglobosa* w południowo-zachodniej Francji (Balesdent i in. 1997), natomiast w Polsce od wielu lat obserwuje się przewagę *L. biglobosa* nad *L. maculans* na roślinach rzepaku przed zbiorem (Jędrzycka i in. 1997, 1999), choć sytuacja ta w ostatnich latach ulega zmianie (Karolewski i in. 2002). Źródłem porażenia roślin są zarodniki workowe (askospory), które tworzą się w owocnikach stadium doskonałego — pseudotecjach. Dojrzewanie tych owocników uzależnione jest od pogody następującej po zbiorze rzepaku: im większa wilgotność — tym szybsze dojrzewanie owocników. Opady warunkują także uwalnianie się zarodników workowych z pseudotecjów (Huang i in. 2004). Na obecnym etapie projekt SPEC (System Prognozowania Epidemii Chorób) jest systemem wspierania decyzji o ochronie rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych, poprzez zalecanie terminu zastosowania ochrony chemicznej w zależności od ryzyka porażenia, uwarunkowanego obecnością zarodników workowych grzybów rodzaju *Leptosphaeria* w powietrzu.

W ostatnich latach tworzone są liczne systemy wspomagania decyzji, których zasadniczym celem jest opracowanie schematu postępowania pozwalającego na podjęcie określonych, uzasadnionych ekonomicznie kroków w różnych dziedzinach życia (Power 1997, Jessani 2003), uwzględniających cel oraz wskazujących jakiego typu działania zapewnią jego osiągnięcie (Spradlin 2004). Systemy takie opracowuje się także dla rolnictwa, w tym dla ochrony roślin przed chorobami i szkodnikami. Na podjęcie decyzji mają wpływ dane dotyczące składu populacji patogenów, uwarunkowania ich występowania, odporność rośliny gospodarza, pogoda oraz czynniki ekonomiczne umożliwiające osiągnięcie korzyści po zastosowaniu określonej strategii (Mahaman i in. 2003, Ward i Mwangi 2001). W Polsce, na bazie komputerowych programów doradczych oraz dzięki zapleczu technicznemu uzyskanemu z pomocą Duńskiego Instytutu Nauk Rolniczych (Development... 2000–2002 oraz 2001–2002) opracowano internetowy system wspomagania decyzji

w ochronie zbóż oraz ziemiaka. Niniejsze opracowanie prezentuje nowy system wspomagania decyzji o podjęciu ochrony chemicznej rzepaku przed suchą zgnilizną kapustnych, który powstał we współpracy pomiędzy Instytutem Genetyki Roślin PAN a firmą DuPont-Poland, pod patronatem Krajowego Zrzeszenia Producentów Rzepaku.

Projekt SPEC dotyczy monitorowania obecności i stężenia zarodników workowych *L. maculans* oraz *L. biglobosa* w powietrzu. W tym celu na terenie Polski umieszczono sześć pułapek na zarodniki, w tym pięć wolumetrycznych pułapek tygodniowych oraz jedną pułapkę typu cyklon (Burkard Manufacturing Ltd., Wielka Brytania). Pułapki wolumetryczne umieszczono w pięciu rejonach intensywnej uprawy rzepaku, obejmujących Pomorze Zachodnie, Pomorze Żuławskie i zachodnią część Warmii, Wielkopolskę, Dolny Śląsk oraz pogranicze województwa śląskiego i opolskiego (rys. 1).



Rys. 1. Rozmieszczenie pułapek wolumetrycznych i pułapki cyklon (Burkard Manufacturing Ltd., UK) w systemie SPEC na terenie Polski — *Localization of volumetric spore traps and the cyclone sampler (Burkard Manufacturing Ltd., UK) operating in the SPEC system in Poland*

Pułapka na terenie Wielkopolski (IGR PAN, Poznań) działa od jesieni 1998 roku, natomiast cały system funkcjonuje od 1 września 2004 roku. Pułapki wolumetryczne umieszczono dodatkowo w następujących miejscach:

- Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Rarwinie koło Kamienia Pomorskiego (Pomorze Zachodnie);
- Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Radostowie koło Tczewa (Pomorze);
- Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Tarnowie koło Ząbkowic Śląskich (Dolny Śląsk);
- Instytut Ochrony Roślin, Oddział Sośnicowice (Górny Śląsk, pogranicze Opolszczyzny).

Pułapki wolumetryczne umożliwiają wychwytywanie zarodników oraz ich wykrywanie mikroskopowe i molekularne, przy czym metoda molekularna pozwala na rozróżnianie pomiędzy gatunkami *L. maculans* i *L. biglobosa* (Calderon i in. 2002). Askospory obu gatunków są identyczne pod względem wielkości i kształtu. Określenie przynależności gatunkowej zarodników jest możliwe jedynie po uzyskaniu czystych kultur grzyba w wyniku kilkukrotnego pasażowania i hodowli na pożywkach sztucznych, przy zastosowaniu markera izoenzymatycznego — izomeryzy fosfoglukozowej (Brun i in. 1997) bądź po zastosowaniu metod molekularnych. Do tego celu planuje się wykorzystanie pułapki typu cyklon, która umożliwia wychwytywanie zarodników wprost do probówek Eppendorfa. Pułapka ta działa na terenie IGR PAN w Poznaniu.

Oprócz monitorowania zarodników workowych badania dotyczą także dojrzewania owocników stadium doskonałego, tzw. pseudotecjów, w których powstają zarodniki workowe. Dojrzałość pseudotecjów stanowi niezbędny warunek uzyskania pełnej dojrzałości przez zarodniki workowe i jest dobrym sposobem przewidywania tego terminu (Dakowska i Jędrzycka 2001). Wszystkie miejsca, w których umieszczono pułapki, są wyposażone w stacje meteorologiczne, co umożliwi ustalenie zależności pomiędzy warunkami pogodowymi a dojrzewaniem owocników i uwalnianiem zarodników workowych.

Każda z pułapek wolumetrycznych jest wymieniana innego dnia tygodnia, co umożliwia systematyczną ocenę mikroskopową prób (7 prób z siedmiu dni tygodnia w danym regionie \times 5 regionów = 35 prób w tygodniu). Badania molekularne będą wykonywane w odstępach tygodniowych od drugiego roku prowadzonych badań.

Skuteczność wskazań systemu SPEC będzie oceniana w doświadczeniach ścisłych przez określenie korelacji pomiędzy porażeniem roślin rzepaku przez grzyby rodzaju *Leptosphaeria* i plonem nasion a terminem zastosowania fungicydów. Doświadczenia polowe uwzględniające stosowanie fungicydów w różnych terminach, w zależności od wskazań pułapek Burkarda, założono jesienią 2004 roku na polu doświadczalnym IGR PAN w Cerekwicy koło Szamotuł oraz w Oddziale IOR w Sośnicowicach koło Gliwic. Oprócz wariantów uwzględniają-

cych różne terminy i kombinacje terminów zastosowania preparatów ochronnych, planuje się także określenie zasadności oraz skuteczności stosowania regulatorów wzrostu i rozwoju roślin w aspekcie ochrony roślin przed suchą zgnilizną kapustnych.

Wynikiem badań są dane na temat dojrzewania pseudotecjów oraz uwalniania zarodników workowych *L. maculans* / *L. biglobosa* w pięciu regionach wymienionych powyżej. Bieżące informacje o stężeniu zarodników workowych w powietrzu są przedstawiane w formie wykresów na stronach internetowych Instytutu Genetyki Roślin PAN (www.igr.poznan.pl), a w postaci komunikatów — na stronach internetowych firmy DuPont (www.dupont.pl), z przesunięciem czasowym od jednego do trzech dni po każdorazowym wykonaniu preparatów. Ponadto, zawiadomienie o pojawieniu się zarodników workowych *L. maculans* / *L. biglobosa* w danym regionie jest przesyłane do zainteresowanych osób listownie oraz w postaci elektronicznej (wiadomości tekstowe SMS, e-mail). Dostęp do danych jest bezpłatny. Wiadomości te są adresowane do rolników, przedstawicieli doradztwa rolniczego i służb ochrony roślin oraz firm zajmujących się dystrybucją i sprzedażą środków ochrony roślin. Wyniki prac prowadzonych w warunkach doświadczeń polowych będą publikowane w czasopismach naukowych i popularno-naukowych oraz prasie rolniczej. Ze względu na zastosowanie pułapek tygodniowych, najodleglejsze w czasie dane pochodzą sprzed dziewięciu dni. Bieżące przekazywanie danych stwarza możliwość szybkiej reakcji rolników na sytuację w polu.

Obecnie coraz częściej realizowanym kierunkiem — na styku badań naukowych i praktyki rolniczej — są systemy wspomagające decyzje dotyczące zastosowania ochrony chemicznej roślin przed szkodnikami i patogenami. Systemy te wykorzystują internet jako źródło prezentacji i przekazywania danych (Power 1998). Opracowanie modeli matematycznych danego zjawiska lub procesu oraz wykorzystanie komputera do analizy danych umożliwia ich szybkie przetwarzanie i sformułowanie zaleceń dla indywidualnego odbiorcy lub ich szerokiego grona (Wójtowicz 2002). Systemy wspomagające podejmowanie decyzji w dziedzinie produkcji roślinnej opracowywane są przede wszystkim dla upraw o dużym znaczeniu gospodarczym; w Europie dotyczą więc przede wszystkim zbóż, buraka, ziemniaka i rzepaku (Wójtowicz i Wójtowicz 2003). Zasadniczym celem wdrażania tego typu systemów jest opracowanie metod pozwalających na ograniczenie stosowania preparatów chemicznych do sytuacji niezbędnych i optymalizacja terminu ich stosowania.

Systemy wspierające — DSS (ang. *Decision Support Systems*) są wprowadzane przez organizacje rządowe, instytucje naukowe i zrzeszenia rolników. Dla przykładu system wspierający decyzje dotyczące uprawy i ochrony rzepaku jarego w Kanadzie prowadzony jest pod patronatem związku producentów rzepaku (Dextrase 2001). System ten zawiera wskazówki na temat prowadzenia integrowanej ochrony roślin, a zrzeszenie producentów rzepaku gromadzi i prezentuje w internecie dane na temat powszechnych praktyk stosowanych w uprawie rzepaku.

System wspierający podejmowanie decyzji w zakresie zwalczania szkodników w rzepaku działa obecnie w Niemczech. System ten nosi nazwę PRO_PLANT. Jego celem jest zwiększenie opłacalności uprawy rzepaku poprzez zmniejszenie nakładów i/lub zwiększenie skuteczności ochrony chemicznej upraw (Johnen i Meier 2000). Podobnemu celowi służy system DORIS (Decision support for Oilseed Rape Insect pestS) opracowany w Wielkiej Brytanii, wchodzący w skład projektu PASSWORD (Pest and disease mAnagement System Supporting Winter Oilseed Rape Decisions), dysponujący własną stroną internetową (<http://password.csl.gov.uk>). Obecnie, w ramach międzynarodowego projektu MASTER, finansowanego przez Komisję Europejską, prowadzone są badania nad wdrożeniem biopreparatów i wykorzystaniem naturalnych pasożytów i patogenów szkodników rzepaku, w ramach integrowanej ochrony roślin (Williams i in. 2004). Wspomniany system PASSWORD obejmuje zarówno system wspierania decyzji o ochronie rzepaku przed szkodnikami, jak też ochronę przed najważniejszymi chorobami w Wielkiej Brytanii: suchą zgnilizną kapustnych (*Leptosphaeria maculans* / *Phoma lingam*) oraz jasną plamistością liści (*Pyrenopeziza brassicae* / *Cylindrosporium concentricum*) (Evans i in. 2002). Dostęp do informacji odbywa się poprzez internet (<http://phoma.csl.gov.uk> oraz <http://www3.res.bbsrc.ac.uk/leafspot>), a działalność jest wspierana przez organizację rządową, zrzeszenie producentów zbóż i roślin oleistych, fundację działającą na rzecz wspierania prac naukowo-badawczych związanych z rolnictwem oraz firmy agrochemiczne, w tym DuPont. System działa od 1987 roku, jest bezpłatny i dostępny dla wszystkich zainteresowanych. Ponadto, w Kanadzie i Szwecji funkcjonują systemy wspierania decyzji o ochronie rzepaku przed zgnilizną twardzikową powodowaną przez grzyb *Sclerotinia sclerotiorum*.

W przypadku suchej zgnilizny kapustnych, powodowanej przez *L. maculans*, na świecie działają już pierwsze systemy wspierające podejmowanie decyzji dotyczących ochrony upraw rzepaku przed tą groźną chorobą. W Wielkiej Brytanii system taki funkcjonuje od 2002 roku i jest opracowywany przez instytucję naukową na podstawie danych zebranych przez organizację finansowaną i działającą na rzecz producentów. Kraj podzielono na sześć regionów i trzy razy do roku ogłaszana jest prognoza dotycząca zagrożenia upraw — dla każdego regionu z osobna. Wykazano, że w 2002 roku, w przypadku pięciu regionów różnica dotycząca procentu porażenia roślin pomiędzy prognozą a rzeczywistą sytuacją na polach mieściła się w granicach błędu statystycznego, a tylko w jednym regionie porażenie roślin odbiegało od przewidywań. Prognoza porażenia roślin przed zbiorem jest uzależniona od regionu (pogody), odporności uprawianych odmian i wykonanych zabiegów ochrony chemicznej. W Wielkiej Brytanii działa także SPAWS (Syngenta Phoma Advance Warning System) — system monitorowania askospor *L. maculans* w powietrzu, finansowany przez firmę Syngenta. Informacje na temat stężenia zarodników workowych w powietrzu przekazywane są poprzez stronę internetową (<http://www.syngenta-crop.co.uk>). Zarejestrowani producenci rzepaku są powiadamiani o zagrożeniu, za pomocą wiadomości tekstowych (SMS) lub listów wysyłanych elektronicznie (e-mail).

W Australii system wspierający ochronę przed suchą zgnilizną (Blackleg Sporacle) oparto bezpośrednio na ocenie dojrzałości pseudotecjów oraz monitorowaniu zarodników workowych (Salam i in. 2003). System SPEC oparto na podobnych założeniach. W naszych badaniach dane na temat dojrzewania owocników stadium doskonałego oraz uwalniania zarodników workowych *L. maculans* i *L. biglobosa* będą interpretowane na tle danych pogodowych występujących w danym roku w określonym regionie kraju. Dojrzewanie i uwalnianie zarodników workowych, a także szybkość rozwoju objawów porażenia roślin przez grzyby w znacznym stopniu zależy od wilgotności i temperatury (Toscano-Underwood i in. 2000). Zróżnicowanie terminu uwalniania zarodników workowych *L. maculans* i *L. biglobosa* pomiędzy Polską a Wielką Brytanią wykazało zasadnicze znaczenie wilgotności w procesie dojrzewania owocników stadium doskonałego (West i in. 2002). Z kolei uwalnianie askospor z dojrzałych owocników było warunkowane przez opady deszczu (Huang i in. 2004).

Autorzy niniejszych badań mają nadzieję, iż dane z systemu SPEC będą uwzględniane przez polskich plantatorów rzepaku, zwiększą świadomość związaną z zagrożeniem ze strony chorób powodowanych przez grzyby oraz umożliwią podejmowanie bardziej trafnych decyzji odnośnie celowości i wyboru terminu zabiegu chemicznej ochrony roślin.

Literatura

- Balesdent M.H., Penaud A., Ansan-Melayah D., Bertrand J., Mendes-Pereira E., Peres A., Poisson B., Rouxel T. 1997. First mapping of populations of *Leptosphaeria maculans* in France. 10th Crucifer Genetics Workshop, 23-27 Sept. 1997, Rennes, France, Book of Abstracts: 191.
- Brun H., Levivier S., Eber F., Renard M., Chèvre A.M. 1997. Electrophoretic analysis of natural populations of *Leptosphaeria maculans* directly from leaf lesions. *Plant Pathology*, 46: 147-154.
- Calderon C., Ward E., Freeman J., Foster S.J., McCartney H.A. 2002. Detection of airborne inoculum of *Leptosphaeria maculans* and *Pyrenopeziza brassicae* in oilseed rape crops by polymerase chain reaction (PCR) assays. *Plant Pathology*, 51: 303-310.
- Dakowska S., Jędryczka M. 2001. Pseudothecia maturation – a simple way of forecasting of *Leptosphaeria maculans* ascospore release. *Proceedings of GCIRC Technical Meeting*, 5-7.06.2001, Poznań: 37-38.
- Development and Implementation of an Internet based Decision Support System for Cereal Diseases and Potato Late Blight in Poland, 2001-2002. www.ior.poznan.pl.
- Development and Implementation of an Internet based Decision Support System for Integrated Pest Management in Poland, 2000-2002. www.ior.poznan.pl.
- Dextrase E. 2001. Canadian Canola Growers Update. *Integrated Pest Management in your canola*. <http://www.canola-council.org>.
- Evans N., Steed J.M., Welham S.J., Antoniw J., Turner J.A., Gladders P., Fitt B.D.L. 2002. Interactive forecasting of light leaf spot (*Pyrenopeziza brassicae*) risk of winter oilseed rape on the Internet. In: V.H. Paul, I. Foller, eds, *Integrated Control in Oilseed Crops*, Vol 25, IOBC/WPRS, Soest, Germany: 103-107.

- Huang Y-J., Fitt B.D.L., Jędrzycka M., Dakowska S., West J.S., Gladders P., Steed J.M., Li Z-Q. 2004. Patterns of ascospore release in relation to phoma stem canker epidemiology in England (*Leptosphaeria maculans*) and Poland (*L. biglobosa*). *European Journal of Plant Pathology* (ref. 2221, w druku).
- Jessani R. 2003. Creating an effective data-driven decision support system. DSSResources. COM, 12/05/2003 html file.
- Jędrzycka M., Fitt B.D.L., Kachlicki P., Lewartowska E., Balesdent M.H., Rouxel T. 1999. Comparison between Polish and United Kingdom populations of *Leptosphaeria maculans*, cause of stem canker of winter oilseed rape. *Journal of Plant Pathology and Plant Protection*, 106: 608–617.
- Jędrzycka M., Rouxel T., Balesdent M.H., Mendes-Pereira E., Bertrand J. 1997. Charakterystyka molekularna polskich szczepów grzyba *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (2): 305-314.
- Johnen A., Meier H. 2000. A weather based decision support system for managing oilseed rape pests. *British Crop Protection Conference: Pests & Diseases 2000*, Brighton, UK: 793-800.
- Karolewski Z., Kosiada T., Hylak-Nowosad B., Nowacka K. 2002. Changes in population structure of *Leptosphaeria maculans* in Poland. *Phytopathologia Polonica*, 25: 27–34.
- Mahaman B.D., Passam H.C., Sideridis A.B., Yialouris C.P. 2003. DIARES-IPM: a diagnostic advisory rule-based expert system for integrated pest management in *Solanaceous* crop systems. *Agricultural Systems*, 76 (3): 1119-1135.
- Power D.J. 1997. What is a Decision Support System? The on-line Executive Journal for Data-Intensive Decision Support, vol. 1 (3): gif file.
- Power D.J. 1998. Web-based decision support systems. The on-line Executive Journal for Data-Intensive Decision Support, vol. 2 (33-34): <http://dssresources.com/papers/webdss>.
- Salam M.U., Khangura R.K., Diggle A.J., Barbeti M.J. 2003. Blackleg Sporacle: A model for predicting onset of pseudothecia maturity and seasonal ascospore showers in relation to blackleg of canola. *Phytopathology*, 93: 1073–1081.
- Shoemaker R.A., Brun H. 2001. The teleomorph of the weakly aggressive segregate of *Leptosphaeria maculans*. *Canadian Journal of Botany*, 79: 412-419.
- Spradlin T. 2004. A lexicon of decision making. DSS Resources. COM, 03/05/2004 html file.
- Toscana-Underwood C., West J.S., Fitt B.D.L., Todd A.D., Jędrzycka M. 2000. Development of phoma lesions on oilseed rape leaves inoculated with ascospores of A-group or B-group *Leptosphaeria maculans* (stem canker) at different temperatures and wetness durations. *Plant Pathology*, 49: 1-15.
- Ward J.G.D., Mwangi J.G. 2001. Integrated Pest Management of the Leucaena Psyllid. What is Involved? Eastern Arc Mountains Information Source. www.easternarc.org.
- West J.S., Jędrzycka M., Leech P.K., Dakowska S., Huang Y-J., Fitt B.D.L. 2002. Biology of *Leptosphaeria maculans* (stem canker) ascospore release in England and Poland. *IOBC Bulletin*, 25 (2): 21-30.
- Williams I., Büchs W., Hokkanen H., Klukowski Z., Luik A., Menzler-Hokkanen I., Nillson C., Ulber B. 2004. Review of progress of the EU-funded project MASTER – Management Strategies for European Rape pests. IOBC Working Group "Integrated protection in oilseed crops". Biannual meeting: 30-31 March 2004. Abstract booklet: G-01.
- Wójtowicz A. 2002. Rola nowoczesnej technologii w prognozowaniu występowania zarazy ziemniaka. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 42 (1): 314-316.
- Wójtowicz A., Wójtowicz M. 2003. Zastosowanie systemów wspierających podejmowanie decyzji do optymalizacji ochrony rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV: 167-171.