

# **Komputerowe systemy wspomagania decyzji ochrony roślin w uprawach pod osłonami**

***Danuta Kropczyńska-Linkiewicz, Zbigniew T. Dąbrowski i Anna Piłko***

*Katedra Entomologii Stosowanej  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
02-787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166*

**Słowa kluczowe:** komputerowe systemy doradcze, warzywa szklarniowe,  
integrowana ochrona roślin

## **Systemy wspierania decyzji a integrowana ochrona roślin pod osłonami**

---

W ostatnich latach dokonał się istotny postęp w wykorzystaniu integrowanych metod w ochronie upraw szklarniowych przed chorobami i szkodnikami w wielu krajach. Polega on przede wszystkim na zastępowaniu chemicznych środków ochrony roślin przez czynniki biologicznego zwalczania. Obecnie istnieje możliwość wprowadzenia drapieżnych stawonogów i parazytoidów (a także środków mikrobiologicznych), które są zdolne do efektywnego i ekonomicznie uzasadnionego ograniczania wszystkich potencjalnych szkodników upraw warzyw pod osłonami [1]. Ogranicza się również stosowanie fungycydów tylko do preparatów, które są mało szkodliwe dla wprowadzanych wrogów naturalnych. Poprzez zapewnienie roślinom odpowiednich warunków rozwojowych, wprowadzenie technologii uprawy bezglebowej, sterowanie klimatem szklarni oraz uprawianie odmian odpornych zmniejsza się niebezpieczeństwo wystąpienia chorób.

Uprawa roślin pod osłonami stała się więc wysoko rozwiniętą pod względem technologicznym gałęzią ogrodnictwa i wymaga wszechstronnego przygotowania producentów. Jest powszechnie wiadome, że wprowadzenie do produkcji integrowanych systemów uprawy i ochrony jest trudniejsze, niż konwencjonalne metody produkcji [2]. Skomputeryzowanie procesu regulacji klimatu szklarni, nawadniania i nawożenia roślin oraz uprawa roślin w podłożach bezglebowych ułatwiają opracowanie komputerowych systemów doradczych i czynią je bardziej niezawodnymi w porównaniu z systemami opracowanymi dla upraw polowych.

Równocześnie producenci roślin szklarniowych, a szczególnie warzyw, jako ci, którzy w przeszłości intensywnie stosowali chemiczne środki ochrony roślin, znajdują

się pod silną presją opinii publicznej i zmuszani są do wyraźnego ograniczenia użycia pestycydów i nawozów mineralnych. W wielu krajach warzywa i owoce pochodzące ze szklarni mogą być konkurencyjne jedynie wówczas, gdy były chronione przez zastosowanie biologicznej metody walki ze szkodnikami oraz uprawiane w zamkniętym systemie odżywiania mineralnego. Dużą uwagę zwraca się również na zmniejszenie zużycia energii.

Większość producentów ma trudności ze sprostaniem takim wymaganiom. Zarzucani są ogromną liczbą informacji przez firmy sprzedające podłoża, nawozy, środki ochrony roślin, entomofagi itp. Na przykład liczba oferowanych przez różne firmy wrogów naturalnych szkodników może przekraczać 20 gatunków do ochrony jednego rodzaju uprawy [7]. W takiej sytuacji komputerowy system doradczy jest bardzo pomocny.

Komputerowe doradztwo dla upraw pod osłonami w ostatnim dziesięcioleciu przechodzi szybki rozwój. Początkowo było to doradztwo ograniczone do określonej dziedziny, np. ochrony roślin, nawożenia i nawadniania. W drugim etapie powstawały programy doradcze obejmujące coraz więcej elementów produkcji roślinnej. Obecnie działające systemy umożliwiają podejmowanie decyzji w każdej dziedzinie związanej z produkcją szklarniową, tworząc komputerowy system wspierania decyzji. W krajach anglojęzycznych określany jest jako „decision support system” w skrócie DSS, w Polsce jako system wspierania decyzji – SWD. Systemy doradcze przygotowane są najczęściej dla integrowanej produkcji roślin szklarniowych, której założeniem jest wyprodukowanie wysokiej jakości plonu przy równoczesnym zmniejszeniu zużycia energii oraz ograniczeniu stosowania pestycydów dzięki zastosowaniu niechemicznych metod ochrony roślin. System umożliwia określenie gatunku agrofaga i wybranie właściwej metody jego zwalczania, zapobieganie ponownemu wystąpieniu, czy też określenie przyczyn wystąpienia objawów chorób pochodzenia niezakaźnego. W tych wypadkach oprócz prostego klucza do określenia sprawców objawów chorób czy uszkodzeń roślin dołączony jest materiał ilustracyjny, dzięki któremu producent może się przekonać o trafności postawionej diagnozy. Za pomocą programu możliwa jest regulacja klimatu szklarni, zaprogramowanie i dobór odpowiednich praktyk uprawowych oraz ocena poniesionych kosztów. Systemy SWD są opracowane dla większości gatunków warzyw uprawianych pod osłonami. Zasady ich tworzenia i działania są podobne. W krajach produkujących warzywa przeznaczone do sprzedaży na terenie Unii Europejskiej do systemu wprowadzony jest moduł określający wymagania tego rynku związane z jakością produktów, sposobami ich pakowania i sprzedaży [6].

Niewątpliwą zaletą systemów doradczych jest ich dostępność. Użytkownik może w każdej chwili otrzymać diagnozę i równocześnie wybrać odpowiadające mu rozwiązanie problemu. Mając dostęp do danych klimatycznych może sam prognozować wystąpienie chorób czy szkodników, jak i również jemu zapobiegać. W obiektach szklarniowych, w których stosuje się komputerowy system doradczy zwiększa się efektywność produkcji.

## Metodyka opracowania SWD dla upraw pod osłonami

Opracowanie komputerowego systemu wspierania decyzji jest przedsięwzięciem trudnym, wymagającym współpracy specjalistów z różnych dziedzin oraz odbiorców systemu – producentów. Z doświadczeń pracowników wiodącego na świecie ośrodka opracowywania i wdrażania systemów – Harrow Research Centre w Kanadzie wynika, że nad sprawnym ich działaniem powinien czuwać komitet sterujący. Sprawnie działający komitet uważany jest za najważniejszy element SWD. W skład takich komitetów w Harrow Research Centre wchodzi czterech naukowców: entomolog, fitopatolog, agrotechnik i programista, dwóch przedstawicieli terenowej służby doradczej i grupy producentów (nie mniej niż sześciu uprawiających określony gatunek warzywa), u których dokonuje się weryfikacji wiarygodności działania systemu. Rolą naukowców jest dostarczanie danych niezbędnych do działania systemu, przedstawiciele służby doradczej mają za zadanie sprawdzić na ile informacje zawarte w systemie są zrozumiałe i użyteczne dla producentów. Ci ostatni oceniają czy system odpowiada ich potrzebom oraz czy jest łatwy w stosowaniu. Komitet spotyka się co 3–4 miesiące celem oceny postępu prac i wprowadzenia do programu niezbędnych zmian [9]. Brak przekonania niektórych producentów do celowości stosowania systemów wspierania decyzji jest poważnym ograniczeniem w ich rozpowszechnieniu. Konieczne jest stałe upowszechnianie wiedzy o SWD drogą prowadzenia szkoleń, publikowania artykułów, organizacji spotkań w szklarniach, których właściciele z nich korzystają.

Systemy SWD nie tylko są wykorzystywane do podejmowania określonych działań mających na celu usprawnienie produkcji i usuwanie powstałych nieprawidłowości we wzroście i rozwoju roślin, są równocześnie swoista bazą danych. Aby system działał prawidłowo producent musi wprowadzać dane o obiekcie, w którym prowadzona jest uprawa, uprawianej roślinie, wszelkich zabiegach uprawowych i poniesionych nakładach. Ułatwia to znacznie pracę samemu producentowi, ponieważ w każdej chwili ma dostęp do wszystkich danych. W ten sposób przechowywane dane umożliwiają mu wystąpienie o nadanie certyfikatu na jego produkty. Ułatwia to zawarcie kontraktu na sprzedaż produktu i jego eksport.

Użytkownicy systemów SWD muszą posiadać komputer 200 MHz z oprogramowaniem Windows 95 lub nowszym, kolorowy monitor z rozdzielczością  $800 \times 600$  pixeli i dostępnością przynajmniej 256 kolorów, pamięć RAM przynajmniej 32 MB, drukarkę, dostęp do wolnego portu COM, modem dla elektronicznej wymiany danych i dostęp do internetu.

Wystąpienie nowej groźnej choroby czy gatunku szkodnika stawia dodatkowe wymagania co do przygotowania programu uwzględniającego nowe wyzwania. Masowe pojawienie się szkodnika kwarantannowego – wciornastka zachodniego *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE) zmusiło biologów, specjalistów od uprawy i programistów do wprowadzenia szeregu zmian w programie ochrony papryki. W Holandii



**Tabela 1.** Wykorzystanie progów szkodliwości w systemie wspierania decyzji [7]

Szkodnik		Wrogowie naturalni			
Wciornastki		dziubałek <i>Orius</i> sp.		dobroczynnik <i>Amblyseius cucumeris</i>	
Liczba dorosłych/kwiat	ocena	liczba osobników/kwiat	ocena	występowanie (% liści)	ocena
0	brak	0	brak	0	brak
<1	niskie	<0,1	zbyt niskie	<30	niskie
1–3	średnie	0,1–0,5	obietujące	30–75	odpowiednie
3–10	alarmujące	0,5–1,0	dobre	>75	dobre
10–30	wysokie	>1	doskonałe	>2/liść	doskonałe
>30	ekstremalne				

opracowano system integrowanej ochrony tej rośliny „CAPPA”. Korzystający z systemu użytkownik musi prowadzić regularne obserwacje roślin w szklarni i wprowadzać do programu poziomy zagęszczenia populacji występujących szkodników i ich wrogów naturalnych; zaleca się liczenie owadów na 25 kwiatach i 50 liściach w bloku szklarni (tab. 1) [7].

W wyjątkowych wypadkach (np. przy wysokiej populacji roztoczy drapieżnych, ale nadal wysokiej populacji wciornastków i niskim zagęszczeniu drapieżnych pluskwiaków), system może sugerować określenie stosunku larw/osobników dorosłych w populacji wciornastka zachodniego w szklarni. Ponieważ straty plonu (owoców) są spowodowane przez żerowanie larw, dlatego też niski stosunek larw/imagines uzasadniania opóźnienie zabiegu chemicznym środkiem ochrony roślin.

Program nie wymaga określenia zagęszczenia mszyc na roślinach papryki, przyjmując je za bezcelowe ze względu na wybitne grupowo-skupiskowe rozmieszczenie przestrzenne mszyc zasiedlających uprawy papryki w szklarniach. Większość gatunków mszyc najpierw kolonizuje starzejące się liście, których brakuje na młodych roślinach, a dopiero później wierzchołki pędów i na koniec w pełni rozwinięte liście. Wystąpienie mszyc na wierzchołkach pędów przyjmuje się za stan zagrożenia. W takim momencie zamiast liczyć mszyce, zaznacza się zaatakowane rośliny i nanosi kilkakrotnie dużą dawkę wrogów naturalnych i regularnie obserwuje zaznaczone rośliny. Pojawienie się 10% spasożytowanych mszyc (mumii) określa moment, w którym można zaprzestać nanoszenia parazytoidea.

Na uprawach papryki pod osłonami występuje kilka gatunków mszyc, które nie są atakowane w równym stopniu przez te same gatunki parazytoidea. Jednocześnie ich wrażliwość na zalecane insektycydy jest różna. Jeżeli producent poprawnie określi gatunek mszycy, to program „CAPPA” dostarczy odpowiednie zalecenie. W wypadku polecenia stosowania nawet selektywnych preparatów, jak pirymikarbu czy imidachlopridu należy pamiętać, że nie są one obojętne dla drapieżnych roztoczy i pluskwiaków. Dlatego, po zabiegu chemicznym, system zaleca określenie stosunku wciornastka zachodniego do drapieżców, nawet jeżeli poprzednio populacja wciornastków utrzymywała się poniżej progu ekonomicznej szkodliwości.



## Charakterystyka wybranych SWD dla upraw pod osłonami

Jeden z pierwszych systemów wspierania decyzji (DDS) opracowano w Kanadzie dla integrowanej produkcji i ochrony ogórków w szklarniach [8]. Szczegółowy opis kanadyjskiego systemu doradczego dla integrowanej uprawy ogórka szklarniowego i zasady jego działania zostały omówione w artykule Kropczyńskiej [4].

Wspomniany wyżej program wspierania decyzji dla integrowanej ochrony papryki opracowany w Holandii o nazwie „CAPPA” nie dostarcza prognoz długoterminowych, ponieważ decyzje w uprawach papryki pod osłonami podejmuje się cotygodniowo, a w wypadkach pilnych, nawet i codziennie. Zalecenia zawierają następujące instrukcje: „rozważ introdukcję wroga naturalnego X”; „kontynuuj uprawę bez interwencji”; „próbuj zwiększyć wilgotność powietrza”; „wykonaj zabieg preparatem Y”; „zwiększ częstotliwość obserwacji (monitoringu) do cotygodniowych” itp. [7].

Wyżej opisane systemy komputerowego doradztwa wprowadzane są w krajach, w których w produkcji szklarniowej wykorzystuje się najnowocześniejsze technologie. Aby poszerzyć zakres użytkowników, podejmowane są próby dostosowania systemów do potrzeb szklarni prowadzących produkcję tradycyjnymi metodami. Takie programy są prostsze i nie wymagają skomplikowanego oprzyrządowania. Obejmują wyłącznie doradztwo w zakresie diagnozowania przyczyn zaburzeń we wzroście i rozwoju roślin oraz metod zapobiegania. Pozwala to na obniżenie kosztów związanych z korzystaniem z systemu.

Program „IMIS” przygotowany przez Uniwersytet Ateński (Grecja) zawiera następujące moduły:

1. System doradczy dotyczący diagnostyki (Diagnostic Expert System – DES) chorób, szkodników i zaburzeń fizjologicznych związanych z nawożeniem sześciu głównych warzyw uprawianych w niskich tunelach foliowych: papryki, fasoli szparagowej, ogórka, sałaty, oberżyny i pomidorów. Program podaje też zalecenia co do metod zwalczania głównych agrofagów i wyeliminowania zaburzeń fizjologicznych.
2. Kontrolny system doradczy (Control Expert System – CES) dostarczający zaleceń co do nawadniania, nawożenia mineralnego i wentylacji upraw pomidorów oparty na znajomości wymagań roślin i lokalnych warunków klimatycznych.
3. System informacyjny pozwalający producentom na podjęcie decyzji odnośnie sterylizacji gleby; przygotowania rozsady; wysadzania rozsady dla uzyskania plonu w planowanym okresie itp.
4. Moduł związany z marketingiem dostarczający informacji o wymaganiach co do jakości produktów stawianych przez Unię Europejską oraz zasadach i organizacji pakowania i prezentacji produktów na rynku [6].

W tym stosunkowo prostym systemie doradczym wprowadzono dodatkowo moduł umożliwiający tłumaczenie zaleceń na różne języki, a nawet dialekty. Ze

względu na podobieństwo warunków uprawy podstawowych warzyw, takich jak ogórek, pomidor, papryka, sałata, oberżyna i fasola w basenie Morza Śródziemnego, ten typ doradztwa jest wykorzystywany przez producentów z południowej Europy i północnej Afryki [10]. Uprawy te zajmują 90% powierzchni upraw pod osłonami w Grecji, a ponad 50% w Hiszpanii.

W Polsce dotychczas nikt nie opracował komputerowego systemu wspierania decyzji dla roślin uprawianych w szklarniach. W roku 1997 zakończono pierwszy etap prac nad komputerowym systemem doradczym dla integrowanej produkcji pomidora szklarniowego. Opracował go zespół pracowników SGGW (entomolog, fitopatolog i programista) i Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach (entomolog i agrotechnik). System został opracowany zgodnie z powszechnie stosowanym schematem (m.in. opartym na CAPP) i zawiera komplet danych o metodach uprawy pomidora w podłożach tradycyjnych i bezglebowych. Umożliwia identyfikację przyczyn zaburzeń we wzroście i rozwoju pomidora spowodowanych przez szkodniki, wywołanych przez czynniki chorobotwórcze oraz choroby i zaburzenia fizjologiczne. Podane są metody zapobiegania i bezpośredniego zwalczania sprawców zaburzeń [5]. Obecnie program jest weryfikowany i uzupełniany. Po poprawkach będzie dostępny na stronie internetowej Instytutu Warzywnictwa.

Podstawową trudnością przy wdrażaniu systemu w Polsce jest ograniczona liczba potencjalnych odbiorców. W zachodniej Europie grupy producentów, takie jak Rainbow, Red Pearl, Gartenfrish czy Prominent przyzwyczały się do korzystania z programów i współpracy z ich twórcami. Ich doświadczenia są wykorzystywane przy wprowadzaniu zmian w programie. Brak w Polsce odpowiedników takich grup producentów oraz mechanizmów rynkowych wymuszających na producentach korzystanie z tej formy doradztwa może spowodować znacznie wolniejszy rozwój doradztwa komputerowego w zakresie integrowanej uprawy i ochrony roślin pod osłonami. Niemniej, analizując postęp we wprowadzaniu komputerowych systemów kierujących wentylacją, dokarmianiem określonymi dawkami nawozów mineralnych w pożywkach w wielu szklarniach w Polsce jesteśmy pewni, że i programy doradcze w zakresie ochrony roślin znajdą swoich odbiorców.

Nasze wstępne badania ankietowe wśród małych i średnich wyspecjalizowanych gospodarstwach szklarniowych w Polsce centralnej wykazały, że większość producentów ma trudności w poprawnym oznaczaniu występujących gatunków szkodników i chorób. Programy SWD w języku polskim, zawierające opisy i barwne zdjęcia wszystkich stadiów rozwojowych szkodników i objawy chorobowe, włącznie z zalecanymi proekologicznymi metodami ich zwalczania, mogą znacznie przyczynić się do dalszej poprawy jakości warzyw uprawianych pod osłonami.

## **Korzyści i ograniczenia w wykorzystaniu systemów doradczych**

---

Obecne doświadczenia z wykorzystaniem systemów doradczych dla integrowanej uprawy i ochrony roślin ogrodnich pod osłonami przez producentów wskazują na następujące korzyści:

1. Pełna wiedza o produkcji szklarniowej jest zebrana w jednym miejscu i dostęp do niej jest możliwy w każdej chwili.
2. Użytkownik może uzyskać odpowiedź na każdy problem i jest ona podawana jako jedna z opcji do wykorzystania.
3. Informacje są przedstawiane w formie tekstu, zdjęć, wykresów i tabel.
4. Zastosowanie systemu poprawia efektywność zarządzania produkcją poprzez wyeliminowanie sprzecznych zaleceń i poprawę efektywności różnych zabiegów uprawowych.
5. Pozwala na przewidywanie potencjalnych zagrożeń związanych z chorobami (pochodzenia organicznego i fizjologicznego) i szkodnikami, daje możliwość natychmiastowego wprowadzenia metod zapobiegawczych poprzez zmianę warunków klimatycznych w szklarni, program nawożenia itp.
6. System pomaga w zbieraniu i organizacji informacji dotyczących wszystkich aspektów produkcji szklarniowej.

Systemy te posiadają też swoje ograniczenia jak:

1. Nowe programy wymagają dokładnego poznania sekwencji operacyjnych pozwalających na ich pełne wykorzystanie w praktyce.
2. Brak jest osobistego kontaktu z doradcą w wypadkach, gdy użytkownikowi potrzebne są dodatkowe informacje lub ma więcej pytań odnośnie danego problemu.
3. Systemy wspierania decyzji muszą być okresowo unowocześniane najnowszymi zaleceniami i informacjami (np. podatności/odporności na agrofagi nowo wprowadzanych odmian).
4. Użytkownik musi być przygotowanym na to, że korzystanie z systemu wymaga dodatkowego czasu dla wprowadzania niezbędnych informacji wejściowych, aby można było uzyskać odpowiednie zalecenia [9].

## **Dostępność programów DSS w internecie**

---

Pomimo że internet jest doskonałym źródłem zapewniającym dostarczanie szybko zmieniających się informacji, które muszą być wykorzystywane przy podejmowaniu decyzji w produkcji roślin pod osłonami nie znajdujemy w nim wielu systemów WSD. Większość tego typu programów jest, bowiem dostępna na nośnikach CD i jest instalowana bezpośrednio u odbiorcy wraz z danymi o całej infrastrukturze szklarni.



Programy te są zwykle zintegrowane z systemami komputerowego sterowania nawadnianiem oraz klimatem w szklarni. Publikowane w internecie strony należy więc traktować tylko jako uzupełnienie i unowocześnienie wiedzy dotyczącej produkcji roślin pod osłonami. Właściwie jedynym mogącym nosić miano internetowego systemu doradczego jest przygotowany przez Uniwersytet Ohio program „Hydroponic Tomato Growth: An Interactive Decision Support System” (<http://www.oardc.ohiostate.edu/hydroponics/DecisionAnalysis/decisionsupport.htm>). Jest on oparty na skrypcie Java programem, pozwalającym użytkownikowi na określenie optymalnych warunków do rozwoju uprawianych hydroponicznie pomidorów. Użytkownik może symulować wpływ wilgotności względnej na wzrost roślin w określonych warunkach klimatycznych, jak również ustalać optymalne wartości pH i zasolenia stosowanej pożywki. Zastosowanie znanego dla upraw pomidora algorytmu wzrostu w warunkach optymalnych umożliwia określenie, który z czynników uprawy musi ulec korekcie, aby osiągnąć plon wysokiej jakości. Program ten wymaga jednak integracji z modułami opisującymi pozostałe elementy produkcji pomidorów, takimi jak ochrona roślin czy też ekonomika produkcji. Ciekawym uzupełnieniem dla tego programu jest strona Uniwersytetu Arizona poświęcona w całości uprawie hydroponicznej pomidorów (<http://ag.arizona.edu/hydroponictomatoes>). Na stronie tej możemy znaleźć wyczerpujące, dla początkującego ogrodnika, informacje dotyczące planowania szklarni, doboru odpowiednich podłoży pod uprawę pomidorów, jak również nawożenia i ochrony roślin. Dla bardziej doświadczonych producentów warzyw pod osłonami godne polecenia są strony jednostek zajmujących się doradztwem ogrodniczym, jak np. strona Uniwersytetu Stanowego Nowego Meksyku ([http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/\\_circulars/circ556.html](http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/_circulars/circ556.html)) czy też wręcz wzorowo przygotowana publikacja on-line: „Guide to Commercial Greenhouse Sweet Bell Pepper Production in Alberta” ([http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/opp2873](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/opp2873)). Interaktywna strona kanadyjskiej prowincji Alberta zawiera niezbędne w uprawie papryki pod osłonami informacje dotyczące wszystkich aspektów nowoczesnej produkcji warzyw. Na stronie tej znajdziemy wyczerpujące, niezwykle aktualne opisy nowych technik uprawy oraz ochrony roślin. Duży nacisk autorzy tego opracowania położyli na komponenty klimatu szklarni oraz techniki ich modyfikacji zmierzające do uzyskania plonu wysokiej jakości. Przyjmując założenie, że każda szklarnia stanowi odmienny obiekt należy zalecenia podawane przez twórców tych stron traktować jako wskazówki, a nie wytyczne dotyczące produkcji. Dla takiego zastosowania programów konieczne by było dołączenie do nich specyficznych kalkulatorów oraz modeli symulacyjnych, które pozwoliłyby na podjęcie właściwej decyzji w określonych warunkach produkcji.

Podsumowując możemy stwierdzić, że dostępna w obecnej chwili oferta programów opartych na technologii internet jest niewystarczająca i wymaga licznych prac, zarówno badawczych, jak i wdrożeniowych.

## Literatura

- [1] Bednarek A., Goszczyński W. 1997. Stan aktualny i perspektywy integrowanych i biologicznych metod ochrony roślin w uprawach pod osłonami. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 37(1): 122–130.
- [2] Dąbrowski Z.T. 1999. Znaczenie partnerskich powiązań przy opracowywaniu i wdrażaniu integrowanych programów ochrony roślin. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 39(1): 190–200.
- [3] Dąbrowski Z.T., Kropczyńska-Linkiewicz D., Piłko A. 2003. Komputerowe systemy wspierania decyzji ochrony roślin w ogrodniczych uprawach polowych. *Post. Nauk Rol.* 3: 45–59.
- [4] Kropczyńska D. 1993. Prospects for biological protection of glasshouse crops. Proc. Conf. „Actual and potential use of biological pest control on plants” Skierniewice: 22–23.
- [5] Nawrocka B., Kropczyńska D., Owczarek-Wysocka M., Derda M. 2000. Komputerowy system doradczy w ochronie i uprawie pomidorów pod szkłem. *Progr. Plant Protection/Post. Ochrony Roślin* 40(2): 973–976.
- [6] Passam H.C., Sideridis A.B., Yialouris C.P., Kure H., Thysen I., Kristensen A.R. 1997. An IMIS-DSS for vegetable production in plastic-covered greenhouses. Proc. First European Conf. for Information Technology in Agricult. Copenhagen, Denmark, 15–18 June: 295–288.
- [7] Ramakers P.M.J., van der Maas A.A. 1996. Decision support system ‘CAPPA’ for IPM in sweet pepper. *IOBC/wprs Bulletin/Bulletin OILB/ srop.*, 1): 123–126.
- [8] Shipp J.L., Clarke N.D., Jarvis W.R., Papadopoulos A.P. 1993. Expert system for integrated crop management of greenhouse cucumber. *IOBC wprs Bulletin/Bulletin OILB srop.* 16(2): 149–152.
- [9] Shipp J.L., Clarke N.D., Papadopoulos A.P., Jarvis W.R., Jewett T.J., Khosla S.K. 1996. Harrow Greenhouse Crop Manager: a decision-support system for integrated management of greenhouse cucumber and tomato. *IOBC wprs Bulletin/Bulletin OILB srop.* 19(1): 155–158.
- [10] Yialouris C.P., Passam H.C., Sideridis A.B., Metin C. 1997. VEGES – A multilingual expert system for the diagnosis of pests, diseases and nutritional disorders of six greenhouse vegetables. *Computers and electronics in agriculture* 19: 55–67.
- [11] <http://www.oardc.ohiostate.edu/hydroponics/DecisionAnalysis/decisionsupport.htm> Hydroponic Tomato Growth: An Interactive Decision Support System.
- [12] <http://ag.arizona.edu/hydroponictomatoes> Growing Hydroponic Tomatoes. UA CEAC-Controlled Environment Agriculture Center.
- [13] [http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/\\_circulars/circ556.html](http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/_circulars/circ556.html) Greenhouse Vegetable Production. College of Agriculture and Home Economics New Mexico State University.
- [14] [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/opp2873](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/opp2873) Guide to Commercial Greenhouse Sweet Bell Pepper Production in Alberta.

## **Decision support systems in plant protection of crops grown under covers**

---

**Key words:** computer expert systems, glasshouse vegetable production, integrated plant protection

### **Summary**

Crop protection at growing under covers is very technically advanced, often with computerized environment control, fertigation systems and release of biological control agents. Substantial expertise is required first to finding information, understanding what it means, and then to integrating this information into farmer's own commercial operation and that is where the DSS are useful. The paper presents existing computer supporting systems for various production and protection programmes for horticultural crops grown under protection. The first decision expert system for integrated production and protection of tomato grown under covers developed by the inter-institutional and inter-disciplinary team of researchers in Poland was also included.