

## **WEB-BASED DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PROTECTION OF SUGAR BEET PLANTATIONS**

### *Summary*

*The paper presents designed and developed a web-based expert decision support system for assist in the protection of sugar beet plantations. The task of the system is to provide information on pests, diseases and other factors that cause significant losses in yield or decrease of quality. The implemented decision module allows identifying of the pest and helps in proper planning of the protection program.*

## **DORADCZA APLIKACJA INTERNETOWA WSPOMAGAJĄCA OCHRONĘ PLANTACJI BURAKA CUKROWEGO**

### *Streszczenie*

*W artykule przedstawiono zaprojektowany i wytworzony internetowy system ekspertowy wspomagający doradztwo rolnicze w zakresie ochrony plantacji buraka cukrowego. Zadaniem systemu jest udostępnienie informacji dotyczących szkodników, chorób oraz innych czynników powodujących znaczące straty w plonie bądź powodujących spadek jego jakości. Moduł doradczy zaimplementowany w systemie pomaga w ocenie występującego na plantacji zagrożenia i wspomaga właściwe zaplanowanie programu ochrony plantacji.*

### **1. Wstęp i cel pracy**

Burak cukrowy jest podstawowym surowcem dla przemysłu cukrowniczego. Jego znaczenie gospodarcze w Polsce i Europie jest bardzo duże, a jego uprawa wywiera znaczący wpływ na produkcję roślinną i zwierzęcą oraz na organizację i mechanizację gospodarstwa. Burak cukrowy jest rośliną przynoszącą wysokie dochody wymaga jednak znaczących nakładów pracy i środków oraz dużej wiedzy rolnika [1].

Plantacje buraczane wymagają wysokiej troski, ponieważ narażone są na niebezpieczeństwa związane ze szkodnikami i chorobami [7]. Ich niekontrolowane działania mogą doprowadzić do zmniejszenia uzyskiwanego plonu i pogorszenia jego jakości. Do szkodników wyrządzających największe zniszczenia w początkowej fazie wzrostu buraka zaliczamy mątwika buraczanego, drobnicę burakową, skoczki, drutowce, pędraki oraz chrząszcze z rodziny ryjkowcowatych. W późniejszych fazach rozwoju roślina narażona jest na uszkodzenia szczególnie przez rolnice, które mogą miejscowo doprowadzić do całkowitego zniszczenia uprawy. Dodatkowym zagrożeniem są występujące na buraku cukrowym choroby. Najniebezpieczniejszymi z nich są choroby atakujące korzeń rośliny. Ich przyczyną są najczęściej bakterie i grzyby, niekiedy wirusy lub zaburzenia rozwojowe wywołane innymi czynnikami, np. kwaśnym odczynem gleby, suszą czy nadmiarem wody, niedoborem składników pokarmowych. Typowymi chorobami korzenia buraka cukrowego są: rizomania, parch, zgnilizna brunatna, fuzarioza, guzowatość korzeni, bakteryjna zgnilizna śluzowa, wercilioza, zgnilizna fioletowa, sucha zgnilizna korzenia, jamistość korzenia, przewężenie korzenia oraz widlastość i selerowatość korzeni. Z chorób uszkadzających pozostałe części rośliny należy także wymienić te, które występują we wczesnych fazach rozwoju buraka i atakują młode rośliny, zmniejszając liczbę roślin na plantacji oraz zwiększając nieregularność ich rozmieszczenia. Są nimi:

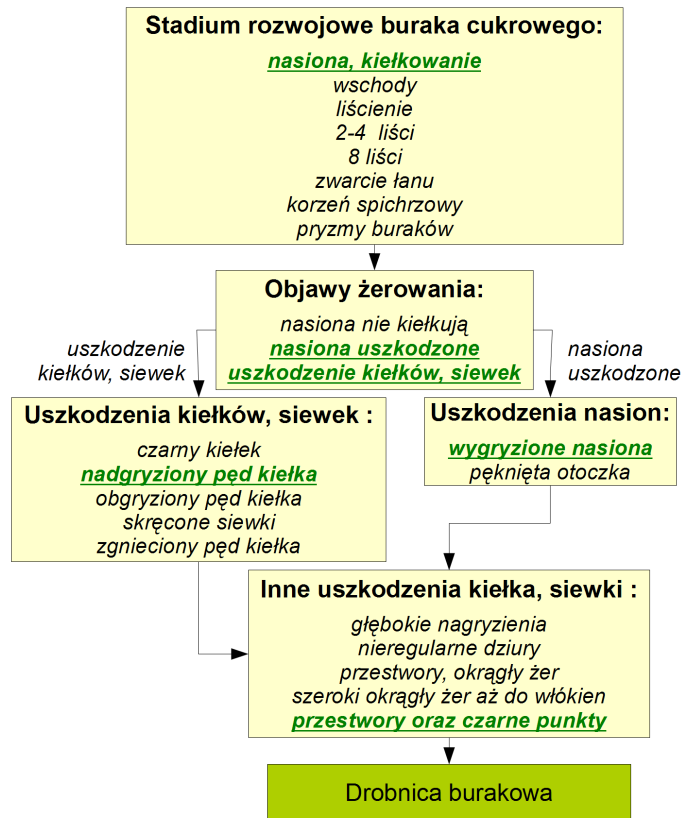
zgorzel siewek buraka, mączniak rzekomy buraka, chwościk buraka oraz grupa chorób wirusowych, do której należą kędzierzawka płaszczynkowa, mozaika i żółtaczka wirusowa.

Prowadzenie skutecznej ochrony plantacji buraka cukrowego gwarantuje uzyskanie wysokiego oraz dobrej jakości plonu. W procesie tym obok wiedzy czysto praktycznej zdobywanej wraz z doświadczeniem istotna jest także informacja o najniebezpieczniejszych szkodnikach i chorobach i ich występowaniu, o najnowszych technologiach ochrony i dostępnych na rynku środkach ochrony roślin wraz z informacją o terminach ich stosowania. Najnowszą wiedzą w tym zakresie dysponują eksperci z Ośrodków Doradztwa Rolniczego. Dotarcie z tą wiedzą do zainteresowanych przedsiębiorców rolnych jest często trudne i kosztowne. Zastosowanie nowoczesnych technologii informatycznych wraz z wspomagającymi doradztwo systemami ekspertowymi dostępnymi w internecie mogłoby w znacznym stopniu polepszyć przepływ informacji w tym zakresie. Dlatego ważnym jest wytworzenie systemu doradczego służącego do identyfikacji chorób i szkodników oraz planowania ochrony tej jakże ważnej rośliny [8].

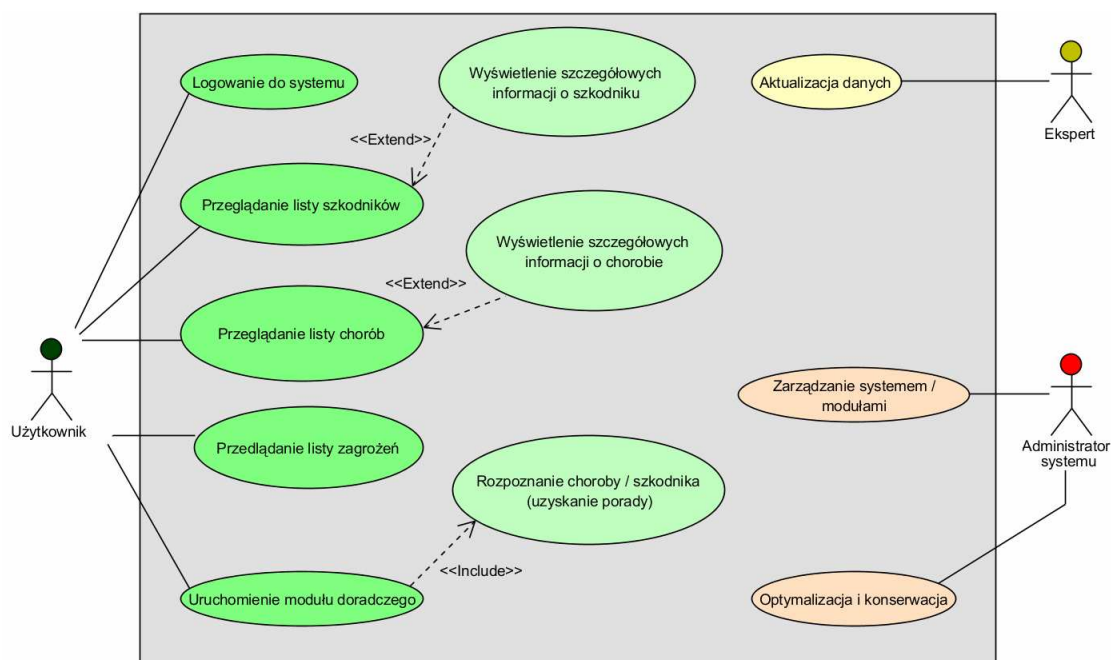
Celem pracy było wytworzenie internetowej aplikacji doradczej wyposażonej w bazę wiedzy oraz interaktywny moduł doradczy wspomagający podejmowanie decyzji w zakresie ochrony plantacji buraka cukrowego. W ramach pracy dokonano klasyfikacji charakterystycznych uszkodzeń buraków cukrowych z uwzględnieniem zmian chorobowych, zniszczeń powodowanych przez szkodniki oraz działania czynników atmosferycznych.

### **2. Zastosowane metody i implementacja**

Opracowana aplikacja internetowa jest systemem ekspertowym wyposażonym w rozbudowaną bazę wiedzy z zakresu ochrony plantacji buraków cukrowych [2, 6]. Dane, które pozwalają na uzyskanie kompetentnej ekspertyzy



Rys. 1. Fragment drzewa decyzyjnego dla Drobnicy burakowej  
 Fig. 1. Fragment of a decision tree for Pigmy Mangold Beetle



Rys. 2. Funkcje aplikacji – diagram przypadków użycia  
 Fig. 2. Application features - use case diagram

pozyskano od ekspertów dysponujących wieloletnim doświadczeniem oraz z ogólnodostępnych źródeł w postaci publikacji naukowych, książek branżowych itp. Dane te obejmują informacje dotyczące szkodników, chorób oraz innych zagrożeń powodujących znaczące uszkodzenia w plantacjach buraka. Podstawowe informacje charakteryzujące budowę morfologiczną, szkodliwość, objawy oraz do-

łączone zdjęcia pozwalają na wstępną selekcję potencjalnych zagrożeń występujących na plantacji. Zaimplementowany moduł doradczy korzysta z udostępnionych w postaci reguł danych decyzyjnych. Dane te przyjmują w aplikacji postać tablic, które charakteryzują się układem elementów zgodnym z wygenerowanymi drzewami decyzyjnymi.

Zastosowana w module doradczym metoda drzew decy-

zyjnych jest jedną z najczęściej wykorzystywanych technik analizy danych [3, 4, 5]. Wykorzystuje się je do wyznaczenia przynależności przypadków lub obiektów do klas jakościowej zmiennej zależnej na podstawie pomiarów jednej lub więcej zmiennych objaśniających. Na rys. 1 przedstawiono fragment drzewa decyzyjnego zawierający poszczególne atrybuty decyzyjne, wskazujące na występowanie na plantacji szkodnika - drobnicy burakowej (*Atomaria linearis*) (ang. *Pigmy Mangold Beetle*).

Proces budowy aplikacji poprzedzony został wnikliwą analizą dostępnych na rynku internetowych aplikacji doradczy oraz analizą wymagań zrealizowaną we współpracy z doradcami zajmującymi się badanymi zagadnieniami. Na tym etapie opracowano, niezbędne z punktu widzenia optymalnego przeprowadzenia procesu implementacji, modele w postaci graficznych diagramów w standardzie UML (ang. *Unified Modeling Language*). Opracowane diagramy przedstawiają zarówno aspekt statyczny, jak i dynamiczny pracy aplikacji. Szczegółowa budowa baz wiedzy stanowiących podstawowy element systemu doradczego zwizualizowana została w postaci diagramów związków między encjami natomiast struktura całej aplikacji, przedstawiająca jej elementy składowe oraz relację między nimi, przedstawiona jest w postaci diagramu klas. Aspekt dynamiczny, dzięki któremu możliwa jest łatwa interpretacja dostępnych funkcjonalności przedstawia przejrzysty diagram przypadków użycia (rys. 2).

Właściwie przeprowadzona analiza wymagań, opracowane wytyczne oraz poprawnie przeprowadzony proces projektowania były gwarancją uzyskania kompetentnej oraz skalowalnej aplikacji doradczej, która pozwoli na uzyskanie fachowych ekspertyz bez konieczności kontaktowania się z ekspertami z danej dziedziny.

Implementację aplikacji przeprowadzono z wykorzystaniem nowoczesnych technologii. Na platformę implementacyjną wybrano proponowane przez firmę Microsoft środowisko programistyczne Visual Studio 2010 wraz z udostępnionym na niej językiem do budowy interfejsów ASP .NET oraz językiem wysokiego poziomu C#. Do zarządzania danymi umieszczonymi w bazach wykorzystano SQL Server 2008. Podstawowy układ strony opierał się na dostępnym w wykorzystywanym środowisku szablonie, który wzbogacono o dodatkowe elementy zwiększające

przejrzystość i przyjazność interfejsu aplikacji. Wprowadzono system logowania dzielący aplikację na trzy warstwy dostępu, różnicujące dostęp dla poszczególnych użytkowników do udostępnianych funkcjonalności.

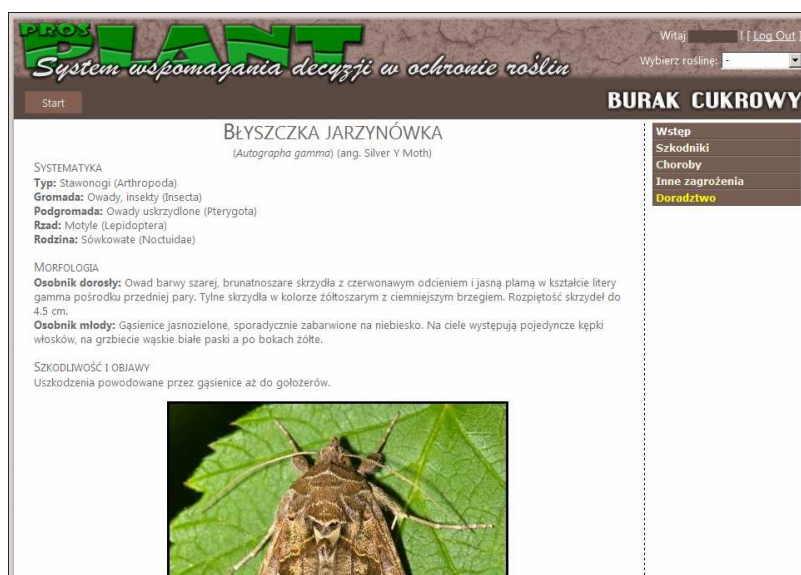
### 3. Opis funkcjonowania aplikacji

Wytworzony system ekspertowy składa się z wielu modułów wyposażonych w metody wspomagające proces przepływu danych oraz podejmowanie decyzji. Dostęp użytkownika do informacji zawartych w bazach danych jest możliwy poprzez opracowany interfejs, pracujący pod kontrolą dowolnej przeglądarki internetowej. W celu zachowania cech otwartości systemu wprowadzono podział na użytkowników standardowych (tzw. gości) i zaawansowanych, mających dostęp do wszystkich elementów systemu.

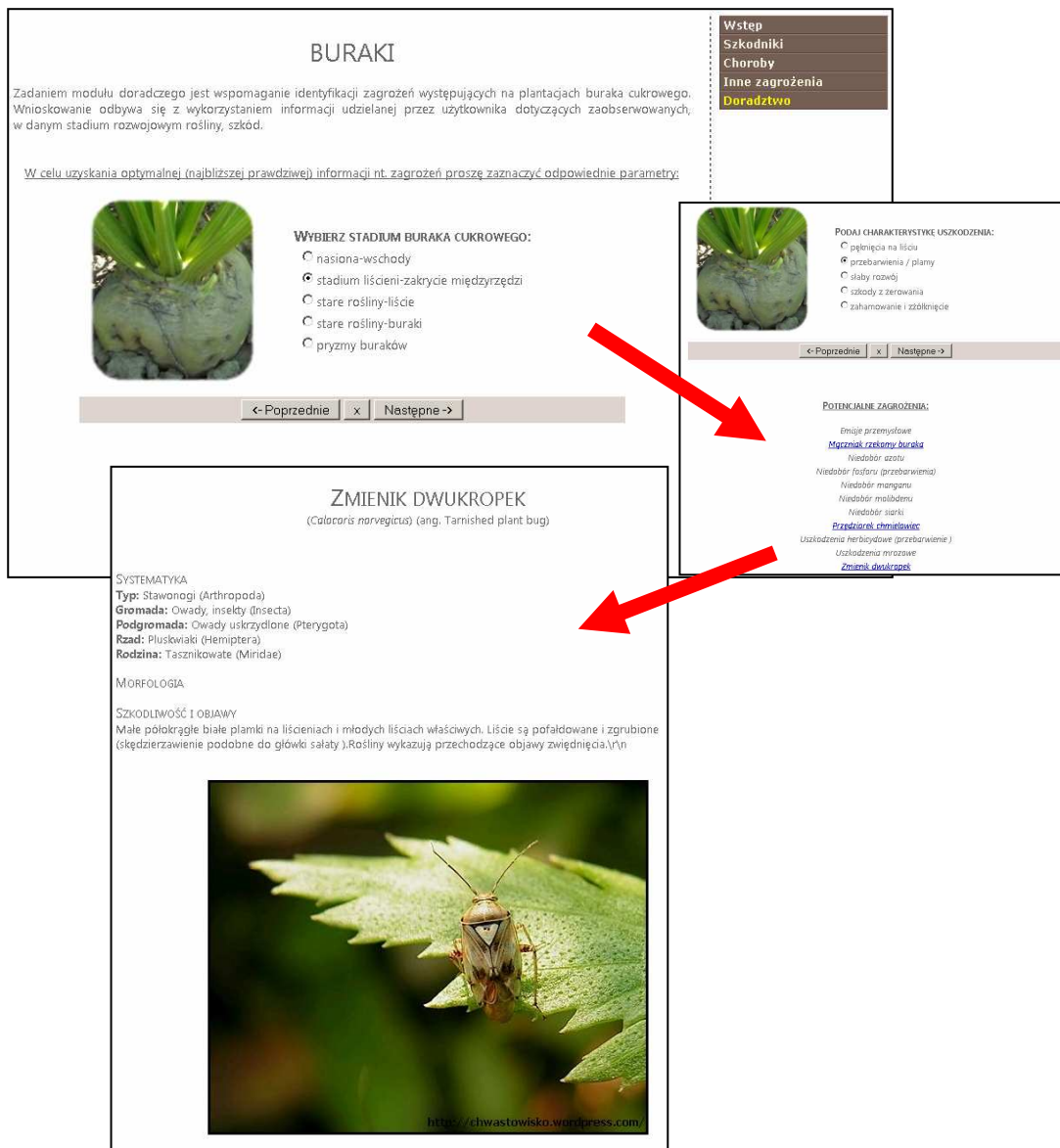
Aplikacja udostępnia szczegółowe informacje na temat szkodników, chorób oraz innych zagrożeń występujących na plantacji buraków cukrowych. Informacje te obejmują obok budowy morfologicznej szkodników także dane na temat ich szkodliwości oraz objawów i terminów żerowania a także zdjęcia wspomagające ich identyfikację. Dla chorób oraz pozostałych zagrożeń użytkownik może zapoznać się z terminami ich występowania oraz objawami (rys. 3).

Podstawowym modułem wytworzonej aplikacji jest moduł doradczy przeprowadzający automatyczną identyfikację występującego na polu szkodnika, choroby bądź innego czynnika wyrządzającego szkody w plantacji. Zadaniem tego modułu jest udostępnienie użytkownikowi ekspertyz wspomagających podejmowanie decyzji w zakresie zastosowania odpowiednich metod ochrony.

Proces doradczy (rys. 4) rozpoczyna się od przeprowadzenia wniosku mającego na celu identyfikację szkodnika bądź choroby występującej na badanej plantacji. Użytkownik rozpoczyna pracę z modułem od wyboru stadium rozwojowego buraka cukrowego, którego ma dotyczyć ekspertyza. Na dalszym etapie identyfikacji wskazuje on na występujące uszkodzenia na roślinie. Aplikacja, korzystając z wbudowanego algorytmu, dokonuje eliminacji zagrożeń, których właściwości (atrybuty warunkowe) zapisane w drzewie decyzyjnym nie odpowiadają wskazywanym przez użytkownika.



Rys. 3. Karta z informacjami na temat wybranego szkodnika  
Fig. 3. A card with information about the selected pest



Rys. 4. Idea działania interaktywnego modułu doradczego  
 Fig. 4. The idea of an interactive decision support module

Długość procesu wnioskowania zależy od pozycji danego szkodnika bądź choroby w zaprojektowanym drzewie decyzyjnym. Złożoność procesu decyzyjnego (czas decyzyjny) jest ograniczony liniowo przez liczbę atrybutów warunkowych.

#### 4. Podsumowanie

Efektem użytecznym pracy jest internetowy rozproszony system doradczy wspomagający podejmowanie decyzji związanych z ochroną plantacji buraka cukrowego. System dedykowany jest dla rolników indywidualnych, producentów rolnych, doradców rolniczych z Ośrodków Doradztwa Rolniczego oraz firm zajmujących się szeroko pojętym doradztwem rolniczym.

Opracowana aplikacja została wdrożona na dedykowanej do celów doradczych platformie „prosPlant”. Platforma ta została opracowywana w Instytucie Inżynierii Rolniczej UP w Poznaniu. Jej zadaniem jest zgrupowanie w jednym miejscu wszystkich internetowych aplikacji doradczych wytworzonych w ramach prac naukowych opracowywanych w Instytucie.

#### 5. Literatura

- [1] Bartnik G., Bieganski A., Bzowska-Bakalarz M., Malec J., Nowakowski M., Szymczak-Nowak J.: Kodeks dobrych praktyk w produkcji buraków cukrowych. Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, Lublin, 2008.
- [2] Cholewa W., Czogała E.: Podstawy systemów ekspertowych. Inst. Biocybernetyki i Inż. Biomedycznej PAN. Warszawa, 1989.
- [3] Thomson R.: Decision support systems, <http://www.open-clinical.org/dss.html>. OpenClinical. London, (ed.) 2010.
- [4] Fisher D.L.: Data, Documentation and Decision Tables. Comm ACM, 1966, 9(1):26–31.
- [5] Haastera F., Kleynhans T. E.: Decision tree modelling to support investment decisions on flower production for the northern hemisphere. Agrekon, 2002, 41(1):75-96.
- [6] Mulawka J.: Systemy ekspertowe. Warszawa: WNT, 1996.
- [7] Tyburski J., Szymczak-Nowak J., Łada M., Nowakowski M.: Uprawa buraka cukrowego w gospodarstwach ekologicznych. GP RCDRRiOW. Radom, 2004.
- [8] Wu J., Olesnikova A., Song C., Lee W. D.: The Development and Application of Decision Tree for Agriculture Data. Proceedings of the 2009 Second International Symposium on Intelligent Information Technology and Security Informatics. ss. 16-20, 2009.