

NARZĘDZIA INFORMATYCZNE W PRODUKCJI ROŚLINNEJ

Andrzej S. Zaliwski, Czesław Pietruch

Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Streszczenie. W IUNG-PIB od wielu lat konstruowane są narzędzia informatyczne dostarczające informacji pomocnych producentom rolnym przy podejmowaniu decyzji produkcyjnych. Do modelowania technologii produkcji roślinnej i kalkulacji kosztów służy m.in. program Agroefekt. Wykonane analizy technologiczno-ekonomiczne mogą być wykorzystane do planowania przyszłych działań i zarządzania produkcją roślinną. Niewłaściwie prowadzone nawożenie, szczególnie niewłaściwa gospodarka azotem może powodować niekorzystne zmiany w środowisku. Prawo polskie zaleca bilans azotu "na powierzchni pola" jako metodę monitorowania wpływu nawożenia azotem na jakość wód gruntowych. Do wykonania bilansu przydatny jest program MacroBil. Zalecenia dla wielu roślin uprawnych dotyczące nawożenia można uzyskać stosując program doradczy NawSald. Dobór odmian kukurydzy dla różnych rejonów Polski z uwzględnieniem wymagań termicznych można przeprowadzić posługując się aplikacją internetową "Fenologia kukurydzy". System wspomaganie decyzji ZeaSoft ułatwia wybór odmiany na podstawie lokalnych warunków klimatycznych, charakterystyki odmian i rachunku ekonomicznego.

Słowa kluczowe: produkcja roślinna, zasoby informacji, narzędzia informatyczne, wspomaganie decyzji, doradztwo komputerowe

Wprowadzenie

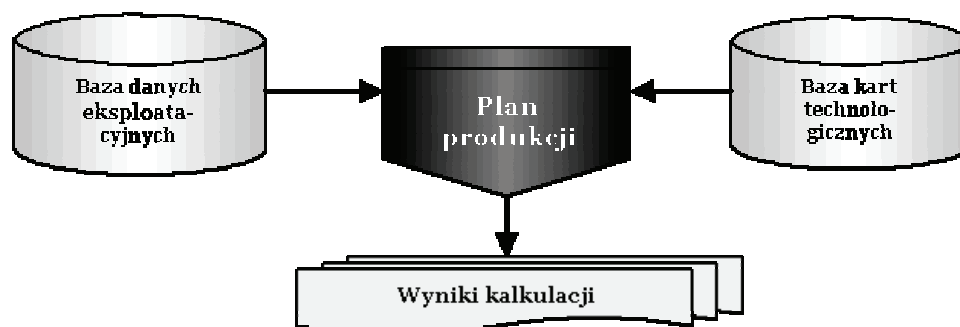
Istnieje powszechna zgodność, że decyzje produkcyjne podejmowane przez zarządzających organizacjami nie mogą być trafne, jeśli nie są oparte o rzetelną wiedzę i aktualne informacje [Ziętara 2001]. Dotyczy to także procesu zarządzania gospodarstwami i przedsiębiorstwami rolnymi. Najczęściej podejmowane decyzje należą do poziomu operacyjnego [Zaliwski i Hołaj 2001]. Ich trafność wynika z wiedzy i doświadczenia osoby zarządzającej, ale w wielu przypadkach może być zwiększona przez bardziej dokładne i szczegółowe informacje [Bernacki 2004]. Granicę określa tu czas i koszt pozyskania dokładniejszych danych. Niektóre informacje pojawiają się dopiero w wyniku przetworzenia dużych zbiorów danych. Samo przetworzenie nie trwa długo, barierą efektywności narzędzi informatycznych (systemów wspomaganie decyzji) jest czas potrzebny na wprowadzenie danych do systemu. Automatyzacja procesów pozyskiwania danych pozwala tę barierę obniżyć, ale często natrafia na trudności wynikające z przyczyn spoza dziedziny techniki [Zawolek 2001; Ziętara 2001].

Program Agroefekt i wspomaganie decyzji technologicznych

Najprostsze systemy wspomagania decyzji dla gospodarstw rolnych są zwykle dedykowane pojedynczym tematom, tzn. obejmują jedną kategorię problemów o wąskim zakresie przedmiotowym (np. nawożenie, ochrona roślin itp.). Można jednak wyróżnić aspekty wspólne dla wielu kategorii problemów, np. aspekt technologiczny, organizacyjny czy ekonomiczny [Zaliwski i Hołaj 2001].

Aspekty te mogą mieć różną skalę, np. aspekt technologiczny może dotyczyć nawożenia kukurydzy, produkcji kukurydzy, produkcji roślinnej w gospodarstwie, działalności produkcyjnej gospodarstwa itd. Decyzje technologiczne wynikają z realizowanych (decyzje podejmowane rutynowo) lub planowanych sposobów produkcji (decyzje wymagające analizy sytuacji). Np. decyzje związane z nakładami inwestycyjnymi na nowe technologie wymagają dokładnego planowania, co wiąże się z pozyskaniem licznych danych wewnętrznych i zewnętrznych, ich przetworzeniem i analizą. Dysponowanie dokładniejszymi informacjami może także podnieść trafność niektórych rutynowych decyzji.

Do uzyskiwania informacji ekonomicznych i organizacyjnych o technologiach, dotyczących rocznego wykorzystania i kosztów jednostkowych eksploatacji urządzeń, maszyn i ciągników, kosztów bezpośrednich produkcji, nakładów pracy ludzi i ciągników, przychodu, nadwyżki bezpośredniej itp. opracowano w IUNG-PIB w latach 1988-1995 program Agroefekt (rys. 1).



Rys. 1. Główne komponenty programu Agroefekt
 Fig. 1. Main components of the Agroefekt program

Program stanowi narzędzie do modelowania technologii w gospodarstwie, wyposażone w interfejsy do konstrukcji modeli i prowadzenia analiz. Pełne wykorzystanie jego możliwości wiąże się z aktualizacją bazy danych dotyczących sposobu realizacji działalności produkcyjnej (modele technologii), cen zastosowanych materiałów oraz cen i danych eksploatacyjnych maszyn, ciągników itd. (rys. 1). W oparciu o utworzone modele technologii możliwa jest analiza działalności produkcyjnej na różnych poziomach (dla całego gospodarstwa, dla jednego pola lub dla wybranych pól). Analiza nie musi ograniczać się do gospodarstw rzeczywistych - może koncentrować się np. na symulacjach w gospodarstwie hipotetycznym w celu obliczenia kosztów różnych upraw, technologii itp. Program

Agroefekt wykorzystano np. do generowania danych dla potrzeb różnych opracowań, m.in. do kalkulacji kosztów produkcji chmielu [Hołaj i Zaliwski 1999], do przeprowadzenia analiz opłacalności produkcji kukurydzy [Zaliwski i in. 1999], a także do konstrukcji modeli technologicznych produkcji różnych kierunków użytkowania kukurydzy dla różnych arealów i plonów w celu zasilenia danymi systemu ZeaSoft. Program ten nie jest znany szerszemu ogółowi użytkowników, ponieważ nie był, poza jednym wyjątkiem, stosowany w warunkach produkcyjnych, przede wszystkim ze względu na pracochłonność zbierania i aktualizacji niezbędnych do jego pracy danych.

Doradztwo nawozowe

Komputerowe doradztwo nawozowe ma w Polsce prawie 30-letnią tradycję. Początkowo stosowano systemy funkcjonujące w trybie korespondencyjnym (PDN). Użytkownik przysyłał drogą pocztową niezbędne dane do obliczeń. W ośrodku obliczeniowym na komputerze stacjonarnym z zainstalowanym programem doradczym wykonywano obliczenia i odsyłało wyniki do adresata.

Pojawienie się komputerów klasy PC umożliwiło konstrukcję programów doradczych przeznaczonych do bezpośredniego korzystania przez użytkownika. Pierwszym takim programem opracowanym w IUNG-PIB pod koniec lat 80-tych był NAW-1. Rozwój wiedzy w dziedzinie chemii rolnej oraz konieczność uwzględnienia zmieniających się warunków ekonomicznych rolnictwa spowodowały powstanie kolejnych, udoskonalonych programów doradczych NAW-2, NAW-3 oraz NawSald [Jadczyzyn 2001].

Aktualne podejście do zagadnień doradztwa nawozowego ukształtowało się pod wpływem następujących czynników [Jadczyzyn i Pietruch 2003]:

- przyjęcia przez Polskę koncepcji zrównoważonego rozwoju, której elementem jest zrównoważona produkcja rolnicza,
- prawnego uregulowania zagadnień związanych z nawożeniem w przyjętej ustawie o nawozach i nawożeniu,
- opracowania Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej.

Program NawSald ma charakter systemu wspomagania decyzji. Powstał on jako narzędzie służące do sporządzania planów nawożenia zgodnie z zasadami zrównoważonego gospodarowania składnikami mineralnymi. Podstawą algorytmu obliczania dawek nawozów mineralnych jest bilans składników mineralnych na powierzchni pola uwzględniający następujące założenia:

- nawozy mineralne są uzupełnieniem nawozów naturalnych w gospodarstwach prowadzących produkcję roślinną i zwierzęcą,
- celem gospodarki azotem jest zaspokajanie potrzeb pokarmowych roślin przy minimum pozostałości tego składnika w glebie po zbiorach,
- zrównoważona gospodarka fosforem i potasem oprócz pobrania składników przez rośliny uwzględnia także konieczność zwiększenia i utrzymania zasobności gleb na optymalnym poziomie.

Na podstawie obsady zwierząt w gospodarstwie oraz zużycia słomy przeznaczonej na ściółkę program określa wielkość produkcji nawozów naturalnych w gospodarstwie i ich skład chemiczny. Ustalając bilans składników program uwzględnia składniki pokarmowe pozostawione na polu w przyoranych produktach ubocznych przedplonów. Dodatkowymi

źródłami azotu uwzględnianymi w bilansie są: azot zawarty w opadach atmosferycznych oraz ilość składników w resztkach poźniwnych roślin motylkowych. Ostateczną dawkę brakujących składników (do uzupełnienia za pomocą nawozów mineralnych) program przedstawia na ekranie w oknie wynikowym.

Wprowadzone informacje o gospodarstwie wraz z wynikami obliczeń są przechowywane w bazie danych programu i są wykorzystywane do tworzenia planów nawozowych na następne lata. Generowane zalecenia są prezentowane na ekranie oraz w postaci dokumentów drukowanych.

Rolnik lub doradca może korygować wielkość dawek nawozów mineralnych wyliczonych przez program. Skutki tych zmian są bezpośrednio uwidaczniane w wielkości salda składników na polu.

Fenologia kukurydzy

Wspomaganie decyzji na poziomie operacyjnym może polegać na dostarczaniu informacji redukującej ryzyko. Kukurydza, jako roślina ciepłolubna, wymaga do dojrzwania stosunkowo długiego okresu z odpowiednio wysoką temperaturą. W naszym kraju jej uprawa jest więc związana z pewnym ryzykiem, polegającym na obniżeniu ilości i jakości plonów na skutek niskiego udziału kolb lub ziarna [Zaliwski i Górski 1999].

Aplikacja internetowa „Fenologia kukurydzy” pozwala obliczyć dla wybranego punktu Polski prawdopodobieństwo osiągnięcia dojrzałości kukurydzy o określonym kierunku użytkowania (z przeznaczeniem na ziarno, CCM lub kiszonkę) i o określonej wczesności. Uzyskane informacje ułatwiają wybór odpowiednich rejonów do uprawy i dobór odmian w tych rejonach. Do budowy aplikacji wykorzystano algorytmy rozkładów statystycznych temperatury, opadów i długości dnia skonstruowane w IUNG-PIB [Górski i Górka 1998; Górski i Zaliwski 2002]. Opisują one rozkłady przestrzenne tych charakterystyk, umożliwiając określenie ich wartości w dowolnym punkcie kraju i w dowolnym okresie. Podstawowymi danymi aplikacji są zawarte w bazie danych atrybuty punktów (długość i szerokość geograficzna, wysokość n.p.m.) w siatce 10x10km. Użyta metoda sum temperatur [Górski i Jakubczak 1965; Górski 2004; Wikipedia 2006] umożliwia ilościowe określenie prawdopodobieństwa osiągnięcia dojrzałości przez przeprowadzenie porównania wymagań termicznych kukurydzy z warunkami klimatycznymi danego miejsca. Obsługa aplikacji polega na podaniu przybliżonego położenia geograficznego pola (przez wybór punktu z mapy), wyborze kierunku użytkowania kukurydzy oraz podaniu charakteru otoczenia pola (teren płaski, poblizie akwenu, dużego miasta, itp.). Do pracy z aplikacją potrzebny jest komputer z przeglądarką i dostępem do Internetu.

ZeaSoft

System ZeaSoft jest programem doradczym wspomagającym podejmowanie decyzji w integrowanej uprawie kukurydzy. Został opracowany w IUNG-PIB w latach 2002-2004. Posiada część interaktywną i opisową. W części interaktywnej generowane są zalecenia i informacje uprawowe na podstawie wprowadzonych przez użytkownika danych. Do części opisowej należy instrukcja obsługi programu i podręcznik dotyczący uprawy kukurydzy, opracowany na podstawie zaleceń uprawowych IUNG-PIB. Program można pobrać z portalu www.dss.iung.pulawy.pl.

W skład interaktywnej części programu wchodzi następujące moduły:

- fenologia kukurydzy,
- parametry technologiczne,
- nawożenie,
- analiza ekonomiczna.

Praca z programem ma charakter sekwencyjny, tzn. polega na przechodzeniu do kolejnego modułu po zatwierdzeniu danych wprowadzonych do poprzedniego. Celem takiego rozwiązania jest zachowanie integralności danych, bowiem wyniki generowane we wcześniejszym module stanowią dane do obliczeń wykonywanych w module następnym.

Po wystartowaniu programu aktywny jest więc tylko pierwszy moduł FENOLOGIA. W module tym określa się datę siewu, datę dojrzewania, prawdopodobieństwo osiągnięcia dojrzałości i przybliżony plon wybranej odmiany kukurydzy.

Moduł PARAMETRY TECHNOLOGICZNE służy do wyboru technologii uprawy i bardziej precyzyjnego określenia powierzchni pola, plonu (zielonki, kolb lub ziarna) i kosztów środków ochrony roślin.

W module NAWOŻENIE określa się dokładnie potrzeby pokarmowe kukurydzy oraz ustala dawki NPK, Ca i Mg. Moduł ten jest zgodny metodycznie z programami NAW3 i NawSald. Pomaga on także dokonać doboru nawozów mineralnych na podstawie ustalonych dawek NPK, Ca i Mg.

Moduł ANALIZA EKONOMICZNA służy do przedstawienia oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej dla wybranej odmiany na tle kilku typów wczesności kukurydzy (określonych liczbą FAO) oraz kosztów bezpośrednich produkcji i wyniku ekonomicznego. Do porównania wyniku ekonomicznego dla różnych typów wczesności kukurydzy posłużono się metodą analizy oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej [Zaliwski i in. 1999]. Nadwyżka bezpośrednia stanowi różnicę między wartością produkcji (iloczyn ceny i plonu) a kosztami bezpośrednimi produkcji razem. Przybliżony plon wybranej odmiany o określonym typie wczesności (liczbie FAO) jest ustalany wstępnie przez program w oparciu o równania regresyjne zależności między liczbą FAO a plonem, ale użytkownik może wprowadzić własne dane. Na podstawie plonu wybranej odmiany program oblicza wartość plonu dla pozostałych porównywanych typów wczesności. Następnie obliczana jest wartość produkcji i interpolowane są koszty bezpośrednie zbioru. Wartości oczekiwane nadwyżki bezpośredniej dla różnych kierunków użytkowania otrzymuje się przez serię obliczeń przeprowadzonych dla wszystkich porównywanych typów wczesności.

System ZeaSoft umożliwia w razie potrzeby powrót do dowolnego poprzedniego modułu i powtórzenie obliczeń aż do uzyskania zadawalającego rezultatu. Wyniki obliczeń przedstawiane są w formie tekstowej i graficznej.

Podsumowanie

W latach 1995-2004 opracowano w IUNG-PIB grę narzędzi informatycznych (programów, aplikacji i systemów wspomagania decyzji) dla produkcji roślinnej. Niektóre z nich mają charakter bardziej ogólny (Agroefekt, NawSald), inne mogą być wykorzystane tylko do generowania informacji niezbędnych przy podejmowaniu decyzji produkcyjnych w uprawie jednej rośliny, np. kukurydzy.

Na szczególną uwagę zasługuje system wspomagania decyzji w integrowanej uprawie kukurydzy ZeaSoft. Integruje on wyniki badań realizowanych w IUNG-PIB w okresie ostatnich 15 lat w zakresie uprawy, nawożenia, ochrony, modelowania technologii i modelowania klimatu oraz twórczy dorobek specjalistów IUNG-PIB w zakresie informatyki i geoinformatyki. W części interaktywnej systemu generowane są zalecenia i informacje uprawowe na podstawie wprowadzonych przez użytkownika danych. Tutaj użytkownik może dokonać wyboru odmian, technologii, ustalić potrzebne dawki składników nawozowych, dobrać nawozy i przeprowadzić analizę ekonomiczną proponowanej technologii.

Bibliografia

- Bernacki A.** 2004. Informatyka w gospodarstwie rolniczym. Materiały konferencyjne „Nowoczesne techniki informacyjne w nauce, edukacji i doradztwie dla wsi i rolnictwa”. 16-18.09.2004. Brwinów – Warszawa [online]. [dostęp 15.11.2004]. Dostępny w Internecie http://demeter.cbr.edu.pl/informatyka_w_gospodarstwie/inf_w_gosp.doc
- Górski T.** 2004. Fenologia kukurydzy [online]. IUNG Puławy. [dostęp 5.11.2004]. Dostępny w Internecie http://www.ipm.iung.pulawy.pl/Text/Mais_probtxt.asp?lang=1
- Górski T., Górską K.** 1998. An algorithm for evaluating the temperature sums in Poland. Proc. 2-nd European Congress on Applied Climatology ECAC98. 19-23 Oct. 1998 (CD ROM). ZAMG. Wien.
- Górski T., Jakubczak Z.** 1965. W sprawie metody sum temperatur w agrometeorologii. Roczniki Nauk Rolniczych. Ser. A. Nr 90 (2). s. 215-231.
- Górski T., Zaliwski A.** 2002. Model Agroklimatu Polski. Pamiętnik Puławski. Nr 130 (1). s. 251-260.
- Hołaj J., Zaliwski A.** 1999. Zastosowanie programu "Agroefekt" do modelowania technologii uprawy chmielu. Inżynieria Rolnicza. Nr 1. s. 17-22.
- Jadczyzyn T.** 2001. Model for calculation the amount of nutrients in manure "SFOM". Nawozy i Nawożenie. Nr 1 (6). s. 40-50.
- Jadczyzyn T., Pietruch C.** 2003. System doradztwa nawozowego NawSald. Wieś Jutra. Nr 10. s. 21-22.
- Wikipedia 2006. Growing degree day [online]. [dostęp 30.12.2006]. Dostępny w Internecie http://en.wikipedia.org/wiki/Growing_degree_day
- Zaliwski A., Górski T.** 1999. Wykorzystanie przestrzennego modelu agroklimatu do określenia opłacalności uprawy kukurydzy na ziarno. Materiały konferencyjne „Zarządzanie Informacją Przestrzenną w Nowym Tysiącleciu”. 15-17.11.1999. Kraków. Wydział Techniki Uniwersytetu Śląskiego. Stowarzyszenie SILGIS Centre. Katowice. s. 198-204.
- Zaliwski A., Górski T., Lipski S., Winiarski R., Wróblewska E.** 1999. Numerical Maps of Profit Probability for Maize Production in Poland. Proc. EFITA/99 conference. 27-30 Sept. 1999. University of Bonn. Department of Agricultural Economics. vol. A. pp. 217-224.
- Zaliwski A., Hołaj J.** 2001. Wybrane aspekty wspomagania decyzji technologicznych w gospodarstwie rolnym. Pamiętnik Puławski. Nr 124. s. 421-428.
- Zawolek W.** 2001. System doradztwa rolniczego i nadzoru upraw GrowSoft. Pamiętnik Puławski. Nr 124. s. 457-464.
- Ziętara W.** 2001. Zasób informacji niezbędnych do podejmowania decyzji w gospodarstwach i przedsiębiorstwach rolniczych. Pamiętnik Puławski. Nr 124. s. 465-477.

Artykuł opracowano w ramach zadania nr 2.9 w programie wieloletnim IUNG-PIB

IT TOOLS IN PLANT PRODUCTION

Summary. At the Institute of Soil Science and Plant Cultivation - National Research Institute IT tools that provide the information essential for decision-making to farmers have been built for a number of years. Technology modelling and cost calculation can be conducted with the aid of the Agroefekt program. The technological and economic analyses obtained may be used in planning of future activities and farm production management. Fertilisation and nitrogen management have a strong effect on the environment and it is important to conduct them in a proper way. The Polish law recommends nitrogen balance at the scale of the field as a method of monitoring the impact of nitrogen fertilisation on the quality of ground water. The balance can be calculated with the MacroBil program. The information on fertilisation for a number of crops can be obtained with the aid of the NawSald program. The selection of varieties based on the thermal requirements of maize and climatic conditions in various regions in Poland can be carried out with the Maize Phenology Internet application. The ZeaSoft system supports decision making in the selection of maize variety based on local climatic conditions, variety characteristics and economic analysis.

Key words: plant production, information resources, IT tools, decision support, computer advisory services

Adres do korespondencji:

Andrzej Zaliwski; e-mail Andrzej.Zaliwski@iung.pulawy.pl

Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

ul. Czartoryskich 8

24-100 Puławy