

Andrzej S. Zaliwski, Jacek Hołaj
Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

MODELOWANIE TECHNOLOGII PRODUKCJI KUKURYDZY NA ZIARNO W ASPEKTCIE EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ

Streszczenie

Uprawa kukurydzy na ziarno w warunkach klimatycznych naszego kraju wiąże się z ryzykiem straty plonu, miarą którego jest prawdopodobieństwo dojrzwania kukurydzy. Ryzyko jest mniejsze dla odmian wcześniej dojrzewających i w regionach kraju o wyższej średniej temperaturze w okresie wegetacji. W pracy przedstawiono metodę modelowania technologii produkcji kukurydzy na ziarno przez generowanie różnych wariantów technologicznych produkcji kukurydzy o różnych typach wczesności i ich porównanie pod względem oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej. Modelowanie technologii obejmuje dobór odmiany, określenie nakładów na środki obrotowe i dopasowanie technologii do określonych warunków siedliskowych. Metodę zastosowano w systemie wspomagania decyzji w integrowanej uprawie kukurydzy Zeasoft. Zaprezentowano wyniki kilku eksperymentów symulacyjnych przeprowadzonych przy pomocy systemu ZeaSoft.

Słowa kluczowe: kukurydza, technologia, odmiana, analiza ekonomiczna, system wspomagania decyzji

Wprowadzenie

Od 1996 roku areał uprawy kukurydzy zbieranej na ziarno w Polsce zwiększa się systematycznie, wzrastają również plony ziarna i zielonki [Lipski 2004]. Z uwagi na panujący w naszym kraju klimat wskazana jest uprawa odmian kukurydzy wcześniej dojrzewających i lokalizacja upraw w regionach kraju o wyższej średniej temperaturze w okresie wegetacji [Górski 2004]. Jednakże nawet na obszarach o korzystnych warunkach termicznych jej uprawa związana jest z pewnym ryzykiem straty plonu, którego miarą jest prawdopodobieństwo dojrzwania kukurydzy.

Celem pracy jest przedstawienie metody modelowania technologii produkcji kukurydzy na ziarno przez konstruowanie wariantów technologicznych produkcji kukurydzy o różnych typach wczesności i ocenę ich efektywności. Modelowanie technologii obejmuje dobór odmiany, określenie nakładów na środki obrotowe, dopasowanie technologii do określonych warunków siedliskowych i ocenę wariantów pod względem oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej.

Przedstawiona metoda znalazła zastosowanie w systemie wspomagania decyzji w integrowanej uprawie kukurydzy Zeasoft [Zaliwski 2004]. System służy do doboru odmiany kukurydzy i wykorzystuje modele technologii produkcji kukurydzy i model prawdopodobieństwa dojrzenia kukurydzy.

Metoda

Najkorzystniejsze decyzje w rozumieniu rachunku ekonomicznego są to decyzje prowadzące do maksymalnego efektu przy możliwie najlepszym wykorzystaniu posiadanych zasobów rzeczowych, finansowych i kapitału ludzkiego [Bernacki 2004]. Prawidłowy rachunek ekonomiczny musi uwzględniać możliwości produkcyjne (np. warunki środowiska, ceny) i ograniczenia produkcyjne (koszt stosowanych technologii, ryzyko, wymagany poziom jakości itd.).

Działania bezpośrednio związane z produkcją są określone metodą wytwarzania, tzn. technologią produkcji. Najtańszymi, i w związku z tym najczęściej stosowanymi, są zmiany technologii polegające na zastosowaniu nowoczesnych środków obrotowych np. wysokoplennych i odpornych odmian, skuteczniejszych środków ochrony roślin, oraz zmiany dostosowujące efekty produkcyjne do warunków środowiskowych tj. dobór odmian, precyzyjne dawki nawozów sztucznych [Manteuffel 1984]. Na wysoką efektywność zmian w tej kategorii środków wskazują także wyniki analiz przeprowadzonych w systemie Zeasoft, z których wynika, że ok. 50% bezpośrednich kosztów produkcji kukurydzy na ziarno stanowią koszty środków obrotowych.

Dobór odmian kukurydzy w warunkach klimatycznych naszego kraju jest zagadnieniem ważnym, pozwalającym zminimalizować ryzyko straty plonu. Wskazany jest siew odmian kukurydzy wcześniej dojrzewających (o najwyższym prawdopodobieństwie dojrzenia ziarna). Prawdopodobieństwo osiągnięcia dojrzałości kukurydzy dla różnych typów wczesności można dość dokładnie ustalić stosując kryterium sumy temperatur efektywnych [Górski 2004].

Ponieważ odmiany różnie plonują, znajomość samego prawdopodobieństwa dojrzenia kukurydzy poszczególnych odmian nie pozwala na ustalenie właściwej

odmiany z wystarczającą dokładnością [Zaliwski, Górski 1999]. Konieczne jest porównanie wartości oczekiwanych zysków i strat kilku odmian o różnych typach wczesności (określonych liczbą FAO), biorąc pod uwagę prawdopodobieństwo dojrzewania, wysokość plonu i koszty bezpośrednie produkcji. W pracy wykorzystano oczekiwaną nadwyżkę bezpośrednią ze względu na to, że umożliwia ona sprowadzenie wymienionych wielkości do jednej liczby, co znacznie upraszcza porównanie odmian. Sposób obliczenia wartości oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej oparto o dostępną literaturę [Edwards 1988].

Zastosowane narzędzia

Planowanie ekonomicznie uzasadnionych zmian technologii wymaga porównania wielu wariantów dopuszczalnych na podstawie szczegółowych kalkulacji [Zaliwski, Hołaj 2001]. Wygodnie jest posłużyć się w tym celu modelem gospodarstwa i metodą eksperymentu symulacyjnego.

W pracy wykorzystano modele technologii produkcji kukurydzy na ziarno, opracowane w programie Agroefekt [Zaliwski, Hołaj 2001] w różnych wariantach (areal 2 ha, 10 ha i 50 ha oraz dwa poziomy plonu). Modele zawierają zestawienie zabiegów oraz środków produkcji (materiałów) i nakładów pracy ludzi, ciągników i maszyn. Program Agroefekt umożliwia kalkulację składników kosztów bezpośrednich wg podstawowych zabiegów uprawowych (koszt zabiegów ochrony, nawożenia, koszt zbioru itd.) a także wartości produkcji i nadwyżki bezpośredniej. Wyniki kalkulacji w formie tabelarycznej mogą być przenoszone jako zestawy danych wejściowych do systemu wspomagania decyzji w integrowanej uprawie kukurydzy Zeasoft [Zaliwski 2004] i wykorzystane do prowadzenia eksperymentów symulacyjnych.

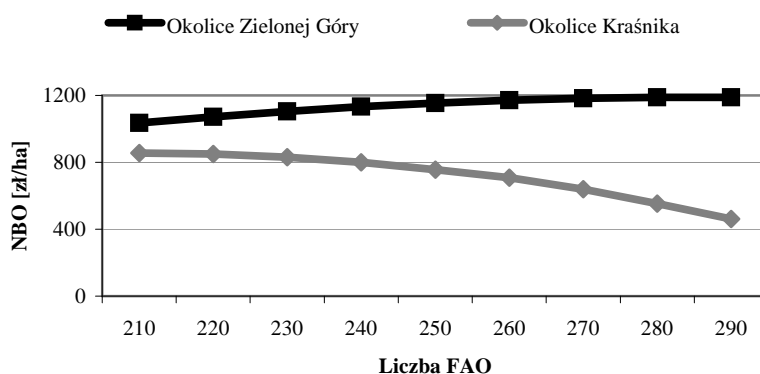
Prowadzenie symulacji zmian w technologii produkcji kukurydzy w programie Zeasoft polega na podaniu na wejściu systemu parametrów: położenie geograficzne gospodarstwa, powierzchnia uprawy, cena kukurydzy, technologia, odmiana, itd. Program wykorzystuje model prawdopodobieństwa dojrzewania kukurydzy [Górski 2004], który umożliwia wstępne wyznaczenie najkorzystniejszej odmiany w podanym przez użytkownika punkcie Polski na podstawie prawdopodobieństwa, średniej daty siewu i daty osiągnięcia dojrzałości. Inne procedury obliczeniowe dotyczą określenia wielkości koniecznych do porównania analizowanych wariantów technologicznych (np. potencjalnego plonu kukurydzy, składników kosztów produkcji itd.). Koszt środków ochrony roślin i koszt nawozów umożliwiają symulowanie tych zmian technologii, które najczęściej mogą być dokonywane przez producentów (zastosowanie innych środków obrotowych). Wyboru najbardziej efektywnej technologii dokonuje się na podstawie porównania oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej produkcji kukurydzy o różnych typach wczesności.

Wyniki i analiza

Przeprowadzono dwa eksperymenty symulacyjne polegające na określeniu lokalizacji gospodarstwa, wyborze odmiany i wykonaniu obliczeń. W pierwszym eksperymencie wybrano lokalizację w pobliżu Kraśnika (województwo lubelskie) przy następujących parametrach: areał uprawy 10 ha, plon ziarna $9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, cena ziarna $500 \text{ zł} \cdot \text{t}^{-1}$. Drugi eksperyment dotyczył lokalizacji na zachód od Zielonej Góry (województwo lubuskie) przy tych samych parametrach. W pobliżu Kraśnika zlokalizowanych jest wiele plantacji kukurydzy, natomiast w drugim rejonie występują bardzo korzystne warunki klimatyczne.

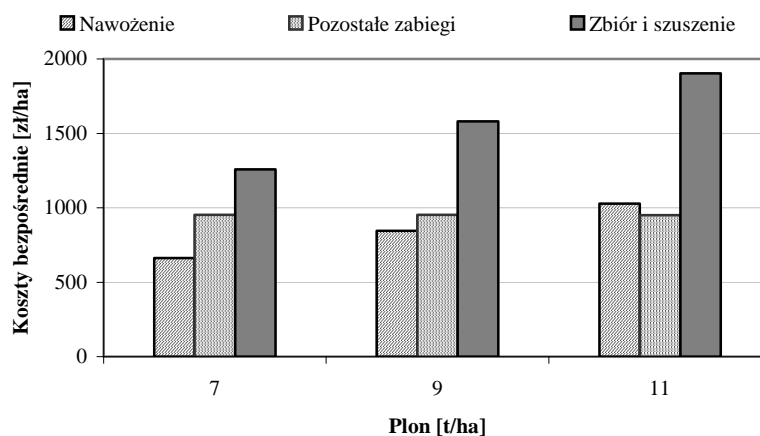
Wyniki analizy ekonomicznej obu eksperymentów przedstawiono na rysunkach 1-4. Na rysunku 1 przedstawiono zależność pomiędzy oczekiwaną nadwyżką bezpośrednią a liczbą FAO w obydwu rozpatrywanych lokalizacjach. Oczekiwana nadwyżka bezpośrednia ma tendencję zwykłą wraz ze wzrostem liczby FAO dla okolic Zielonej Góry, w przeciwieństwie do okolic Kraśnika. Wielkość oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej zależy od uzyskanego plonu, kosztów (wzrastających wraz z plonem) i prawdopodobieństwa dojrzenia kukurydzy. W okolicach Zielonej Góry różnice prawdopodobieństwa są niewielkie (99,7% dla FAO 210 i 96,8% dla FAO 290, rys. 4), dlatego oczekiwana nadwyżka bezpośrednia zależy głównie od plonu. Dopiero u odmian o liczbie FAO powyżej 280 wzrasta ryzyko niedojrzaenia (powyżej 3%) powodując spadek oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej. W okolicach Kraśnika różnice w prawdopodobieństwie dojrzenia kukurydzy na ziarno są znaczne (93% dla FAO 210 i 74% dla FAO 290). Pomimo wyższego plonu odmian później dojrzewających zmniejszenie prawdopodobieństwa dojrzenia kukurydzy wraz ze wzrostem liczby FAO ma decydujący wpływ na efektywność ekonomiczną.

Z rysunku 2 wynika, że w uprawie kukurydzy główną kategorię kosztów stanowią koszty nawożenia (przede wszystkim nawozów) oraz zbioru i suszenia i zależą one w znacznym stopniu od plonu. Na rysunku 3 zestawiono wartości produkcji, koszty bezpośrednie i nadwyżkę bezpośrednią dla trzech wartości plonu ziarna kukurydzy. Nadwyżka bezpośrednia rośnie wraz ze wzrostem plonu, ale przy niskiej cenie rynkowej ziarna koszty bezpośrednie mogą przewyższyć wartość produkcji (wartość produkcji zależy od ceny i plonu ziarna kukurydzy). Rysunek 4 przedstawia wartości prawdopodobieństwa dojrzenia kukurydzy w zależności od liczby FAO, które są miarą ryzyka w uprawie kukurydzy powodowanego warunkami klimatycznymi. Z przeprowadzonych symulacji wynika, że nawet niewielkie zmiany wartości ryzyka niedojrzaenia mogą mieć istotny wpływ na efektywność produkcji ziarna kukurydzy.



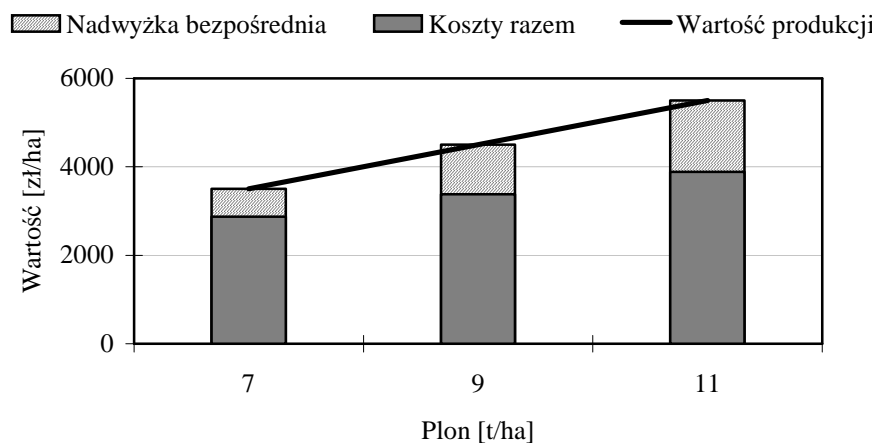
Rys. 1. Wartość oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej (ONB) w zależności od wczesności dojrzewania kukurydzy (liczby FAO) w dwóch lokalizacjach (okolice Kraśnika i okolice Zielonej Góry). Parametry symulacji: areal 10 ha, cena ziarna 500 zł/t, plon ziarna 9 t/ha

Fig. 1. Value of the expected direct surplus (ONB) as influenced maize earliness (FAO number) in two localizations (neighbourhood of Kraśnik and neighbourhood of Zielona Góra). Parameters of the simulation: area 10 ha, maize grain price 500 zł/t, the yield of grain 9 t/ha



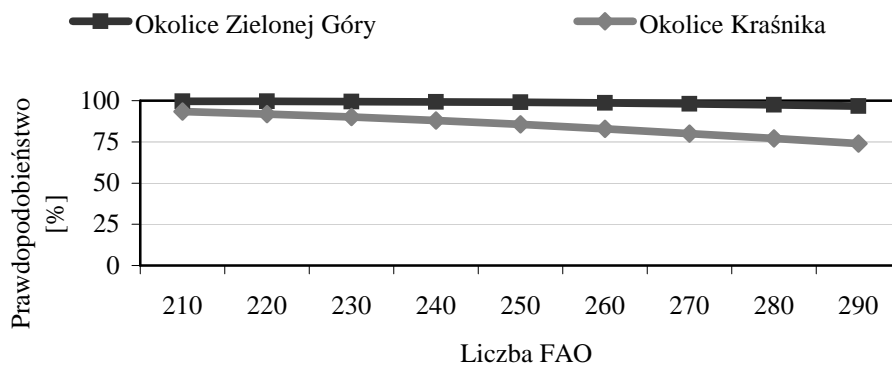
Rys. 2. Koszty bezpośrednie w rozbiciu na koszty nawożenia, zbioru i suszenia oraz pozostałe koszty bezpośrednie w zależności od plonu ziarna kukurydzy. Parametry symulacji: areal 10 ha

Fig. 2. Direct costs as broken into costs of fertilization, harvest and drying and the remaining costs as influenced by the yield of grain. Parameters of the simulation: area 10 ha



Rys. 3. Zestawienie wartości produkcji, kosztów bezpośrednich i nadwyżki bezpośredniej w zależności od plonu ziarna kukurydzy. Parametry symulacji: areał 10 ha, cena ziarna 500 zł/t

Fig. 3. Juxtaposition of the value of production, direct costs of production and direct surplus as influenced by the yield of grain. Parameters of the simulation: area 10 ha, grain price 500 zł/t



Rys. 4. Prawdopodobieństwo dojrzewania kukurydzy uprawianej na ziarno w zależności od wczesności dojrzewania (wyrażonej liczbą FAO)

Fig. 4. Probability of ripening of maize grown for grain as influenced by the earliness (expressed as the FAO number)

Wnioski

1. Uzyskanie najkorzystniejszego wyniku ekonomicznego uprawy kukurydzy na ziarno zależy od prawidłowego zrównoważenia wartości produkcji i kosztów, co jest uwarunkowane następującymi czynnikami: właściwym doбором odmiany (plon, ryzyko niedojrzałości), nawożenie kukurydzy (koszty nawozów), zbioru i suszenia ziarna (koszty energii).
2. W celu uzyskania wysokiej efektywności (m.in. wysokiej oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej) wskazana jest lokalizacja uprawy kukurydzy na ziarno na terenach o korzystnych warunkach termicznych, natomiast w przypadku upraw już prowadzonych duże znaczenie ma precyzyjny dobór odmiany do istniejących warunków termicznych.
3. System wspomagania decyzji w uprawie kukurydzy Zeasoft może ułatwić precyzyjniejsze określenie nakładów produkcyjnych, prowadząc do bardziej zrównoważonej produkcji.

Bibliografia

Bernacki A. 2004. Informatyka w gospodarstwie rolniczym. Materiały konferencyjne „Nowoczesne techniki informacyjne w nauce, edukacji i doradztwie dla wsi i rolnictwa”, Brwinów - Warszawa, 16-18.09.2004,

http://demeter.cbr.edu.pl/informatyka_w_gospodarstwie/inf_w_gosp.doc.

Edwards B.R. 1988. Understanding maths and statistics in business. Unwin Hyman Ltd, London.

Górski T. 2004. Fenologia kukurydzy. IUNG-PIB, Puławy, www.ipm.iung.pulawy.pl/Text/Mais_probtxt.asp?lang=1.

Lipski S. 2004. Kukurydza w Polsce - statystyka. Cz. I. Powierzchnia uprawy i plony kukurydzy. Polski Związek Producentów Kukurydzy, www.kukurydza.org.pl.

Manteuffel R. 1984. Ekonomia i organizacja gospodarstwa rolniczego. PWRiL, Warszawa.

Zaliwski A., Górski T. 1999. Wykorzystanie przestrzennego modelu agroklimatu do określenia opłacalności uprawy kukurydzy na ziarno. Materiały konferencyjne „Zarządzanie Informacją Przestrzenną w Nowym Tysiącleciu”, Kraków, 15-17.11.1999, s. 198-204. Wydział Techniki Uniwersytetu Śląskiego, Stowarzyszenie SILGIS Centre, Katowice.

Zaliwski A.S. 2004. Program Zeasoft. IUNG-PIB, Puławy,
<http://www.zazi.iung.pulawy.pl/Documents/ProgramZeasoft.htm>.

Zaliwski A., Hołaj J. 2001. Wybrane aspekty wspomaganie decyzji technologicznych w gospodarstwie rolnym. Pam. Puł. 124: 421-428, Puławy.

Ziętara W. 2001. Zasób informacji niezbędnych do podejmowania decyzji w gospodarstwach i przedsiębiorstwach rolniczych. Pam. Puł. 124: 465-477, Puławy.

MODELLING OF GRAIN MAIZE PRODUCTION TECHNOLOGY IN THE ASPECT OF ECONOMIC EFFECTIVENESS

Summary

Cultivation of maize for grain under the climatic conditions of our country coincides with a certain risk of the loss of yield, the measure of which is the probability of maize ripening. The risk is lower with earlier ripening varieties and in the regions with the higher mean temperature during the vegetation period. In the article a method of selection of the maize grain production technology is presented. The selection is achieved through generation of different technology variants and their rating by the comparison of the expected direct surplus from the production of maize of different earliness types. The selection comprises the choosing of variety, the estimation of the material inputs and the evaluation of the appropriateness of the technology for the particular habitat conditions. The method was adopted in the Zeasoft DSS for integrated maize cultivation. The results of a few simulation experiments conducted with the Zeasoft system are presented.

Key words: maize, technology, variety, economic analysis, decision support system