

MODELOWANIE TECHNOLOGII PRODUKCJI KUKURYDZY UPRAWIANEJ NA CCM

Jacek Hołaj

Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki, Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Andrzej S. Zaliwski

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Streszczenie. W pracy przedstawiono model służący do wyboru korzystnej technologii produkcji kiszonki z rozdrobnionych kolb kukurydzy (CCM). Pozwala on na tworzenie wariantów technologii przez zmianę zabiegów agrotechnicznych. Zmiany zużycia środków obrotowych dają dodatkową możliwość zwiększenia liczby wariantów. Wybór technologii przeprowadza się na podstawie analizy nakładów pracy i kosztów bezpośrednich produkcji kukurydzy na CCM. Znaczącą pozycją w kosztach bezpośrednich produkcji są koszty materiałów, przede wszystkim nawozów. Baza danych modelu obejmuje m.in. odmiany, technologie produkcji i ceny. Obliczane są nakłady pracy, koszty bezpośrednie produkcji i nadwyżka bezpośrednia produkcji. Model użyto do analizy technologii produkcji CCM w kombinacji trzech powierzchni (1 ha, 5 ha i 25 ha) i czterech sposobów nawożenia. Długotrwały efekt ekonomiczny nawożenia analizowano przy pomocy programu ZeaSoft.

Słowa kluczowe: kukurydza na CCM, odmiana, model, technologia, ocena ekonomiczna

Wykaz oznaczeń

CCM: skrót z ang. (corn-cob-mix) – kiszonka z rozdrobnionych kolb kukurydzy

Wprowadzenie

Kukurydza posiada najwyższą wartość energetyczną wśród zbóż. Kiszonka z rozdrobnionych kolb kukurydzy stanowi podstawową paszę w żywieniu trzody chlewnej. W warunkach klimatycznych Polski uprawiane są odmiany wczesne i średniowczesne kukurydzy przeznaczonej na CCM. Przewidywany wzrost średniej temperatury w Polsce w następnych dziesięcioleciach będzie sprzyjał uprawie odmian późniejszych, wyżej plonujących [Machul i in. 2004b].

W produkcji kukurydzy na CCM ważna jest poprawność i terminowość przeprowadzenia większości zabiegów uprawowych (nawożenie, siew, ochrona, zbiór, zakiszanie śruty). Procesem wymagającym dużej sprawności organizacyjnej jest zbiór kolb i sporządzanie kiszonki [Borowiecki i Machul 1997].

Gospodarstwa rolnicze muszą utrzymać się i przetrwać krytyczne okresy, co jest możliwe tylko przy sprawnym zarządzaniu, pozwalającym obniżyć koszty i podnieść sprawność organizacji prac. Hodowca trzody chlewnej produkujący CCM powinien być zainteresowany obniżeniem nakładów pracy i kosztów produkcji, które zależą w pierwszym rzędzie od zastosowanych w uprawie środków produkcji i organizacji pracy w gospodarstwie.

Celem opracowania jest określenie kosztów bezpośrednich produkcji kukurydzy uprawianej na CCM w różnych technologiach uprawy i zbioru.

Założenia badawcze i metoda

Przyjęto, że kukurydza na CCM będzie uprawiana na trzech powierzchniach: 1, 5 i 25 ha. Powierzchnia uprawy ma decydujący wpływ na technologię (w sensie mechanizacji i organizacji prac) i ponoszone nakłady pracy, dlatego wyznacza ona „szkielet” technologii (podstawowy wariant technologiczny). W oparciu o taki szkielet można różnicować warianty technologiczne zmieniając środki obrotowe (pod względem asortymentu i ilości). W związku z powyższym opracowano modele technologii produkcji kukurydzy na CCM, dobierając zestawy maszyn, narzędzi i urządzeń właściwych dla analizowanych powierzchni, zgodnie z zaleceniami IUNG-PIB [Machul i in. 2004b] i uwzględniając możliwości rynku maszyn. Ponadto założono, że zabiegi agrotechniczne będą wykonywane z wykorzystaniem parku maszynowego gospodarstwa i usługowo w przypadku maszyn specjalistycznych i drogich. Uwzględniono także termin agrotechniczny (podobnie jak w przypadku sporządzania kiszonki z całych roślin) wynoszący cztery dni dla zbioru roślin i sporządzania kiszonki ze śruty (rozdrabnianie kolb, napełnianie silosu śrutą, ugniatanie śruty i przykrycie folią) w obrębie jednego silosu [Machul i in. 2004a].

Różnicowanie technologii polegało na zastosowaniu dwóch grup odmian: wczesnych i średniowczesnych oraz czterech wariantów nawozowych. W zestawie danych do modelu wyboru technologii uwzględniono wysiew nasion zagranicznych z uwagi na to, że stanowią one ok. 70% materiału siewnego w obrocie krajowym. W oparciu o wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych [Heimann i Siódmiak 2006] przyjęto średni plon grupy odmian wczesnych $164,3 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ i średniowczesnych $173,6 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. W dalszej części pracy przyjęto uproszczone nazewnictwo: „odmiany wczesne” – dla grupy odmian wczesnych i „odmiany średniowczesne” – dla grupy odmian średniowczesnych.

Wyznaczenie wariantów nawozowych oparto o zalecenia nawozowe IUNG-PIB Puławy (stosowanie nawozów mineralnych, obornika i wapna). Wapnowanie jest zalecane na glebach bardzo kwaśnych i kwaśnych, których udział wynosi na obszarze Polski ponad 50% [Lipiński 2005; Filipek i in. 2006]. W gospodarstwach uprawiających kukurydzę na CCM i prowadzących hodowlę trzody chlewnej, poza nawożeniem mineralnym [Kruczek i Książak 2004], mogą być wykorzystane jako nawóz organiczny odchody zwierząt (po przetworzeniu na obornik). Nawożenie obornikiem w uprawie kukurydzy powinno się stosować z uzupełniającą dawką nawozów mineralnych: azotowych, fosforowych, potasowych. W związku z powyższym założono cztery sposoby nawożenia:

- nawożenie NPK,
- nawożenie NPK z wapnowaniem,

- nawożenie obornikiem wraz z uzupełniającą dawką nawozów mineralnych,
- nawożenie obornikiem wraz z uzupełniającą dawką nawozów mineralnych i z wapnowaniem.

Przyjęto, że cena obornika stanowiącego produkcję własną gospodarstwa jest równa zero (odchody trzody chlewnej można uznać za odpad produkcyjny).

Planowanie ekonomicznie uzasadnionych zmian technologii wymaga stosowania kryteriów umożliwiających ich ocenę ekonomiczną [Hołaj i Zaliwski 1999; Zaliwski i Hołaj 2001]. W związku z tym opracowane modele technologii produkcji kukurydzy na CCM połączono z bazą danych eksploatacyjnych i cen środków produkcji obowiązujących w 2005 r. Skonstruowane modele mają charakter symulacyjno-analityczny (symulowane są zmiany technologii, natomiast ocena zmian oparta jest o analizę ekonomiczną).

Po dokonaniu wyboru technologii powinna być ona jeszcze oceniona w kategoriach ekonomicznych w dłuższej perspektywie czasowej (kilku sezonów wegetacyjnych), w celu oszacowania bardziej trwałych skutków określonych zabiegów [Norris i in. 2003]. Do analizy kosztów nawożenia w perspektywie wieloletniej wykorzystano program ZeaSoft [Zaliwski i in. 2004]. Analizy przeprowadzono przy założeniu średniej zasobności gleby dla nawożenia mineralnego (bez obornika), nawożenia organicznego i mineralnego z aplikacją obornika co kilka lat (w dawce $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz nawożenia organicznego i mineralnego z coroczną aplikacją obornika (w dawce $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

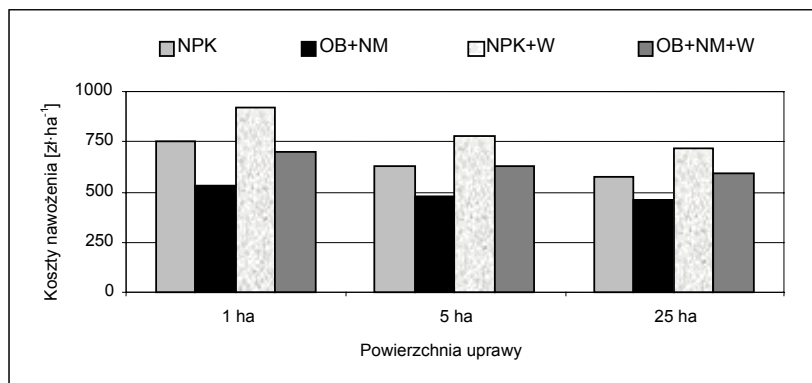
Wyniki i analiza

Analizą objęto koszty bezpośrednie produkcji dla kombinacji trzech powierzchni, czterech sposobów nawożenia i dwóch wariantów odmianowych. W pierwszej kolejności obliczono koszty nawożenia (rys. 1). Z uwagi na zerową cenę nawozu organicznego i dużą dawkę wapna występują duże różnice w kosztach poszczególnych sposobów nawożenia. Jak wynika z symulacji wykonanych w programie ZeaSoft [Zaliwski i in. 2004] nawóz organiczny w dawce $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ aplikowany jesienią pozwala zmniejszyć dawkę P w danym roku dwukrotnie i dawkę K pięciokrotnie. Obornik aplikowany corocznie w dawce $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pozwala zmniejszyć dawkę PK o ok. jedną trzecią.

Na rys. 2 przedstawiono koszty bezpośrednie produkcji odmiany wczesnej. Widoczny jest wpływ powierzchni na koszty bezpośrednie [$\text{zł}\cdot\text{ha}^{-1}$]. Wyniki otrzymane dla poszczególnych powierzchni różnią się kosztem nawożenia (głównie kosztem nawozów). Koszty bezpośrednie produkcji odmiany średniowczesnej w porównaniu z odmianą wczesną różnią się kosztami zbioru. Koszty zbioru obu analizowanych odmian przedstawiono na rys. 3.

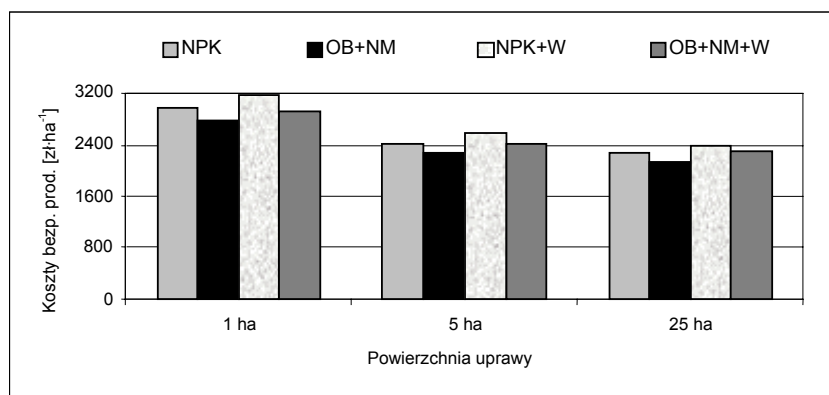
Dyskusja

Znaczącą pozycję w kosztach produkcji kisonki z rozdrobnionych kolb kukurydzy zajmują koszty materiałów, na które składają się koszty nasion, nawozów i środków ochrony roślin. Obniżenie kosztów można osiągnąć zastępując drogie nasiona importowane tańszymi nasionami krajowymi.



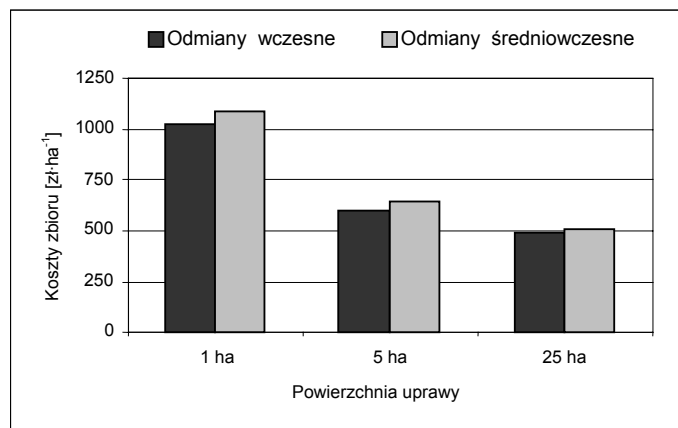
Rys. 1. Koszty nawożenia. Oznaczenia: NPK - nawożenie NPK, OB+NM - nawożenie obornikiem wraz z uzupełniającą dawką nawozów mineralnych, NPK+W - nawożenie NPK z wapnowaniem, OB+NM+W - nawożenie obornikiem wraz z uzupełniającą dawką nawozów mineralnych i z wapnowaniem

Fig. 1. Fertilisation costs. Description: NPK - mineral (NPK) fertilisation, OB+NM - manure fertilisation along with complementary dose of mineral fertilisers, NPK+W - NPK and calcium fertilisation, OB+NM+W - manure fertilisation along with complementary dose of mineral fertilisers and calcium fertilisation



Rys. 2. Koszty bezpośrednie produkcji (odmiany wczesne). Oznaczenia: NPK - nawożenie NPK, OB+NM - nawożenie obornikiem wraz z uzupełniającą dawką nawozów mineralnych, NPK+W - nawożenie NPK z wapnowaniem, OB+NM+W - nawożenie obornikiem wraz z uzupełniającą dawką nawozów mineralnych i z wapnowaniem

Fig. 2. Direct production costs (early varieties). Description: NPK - mineral (NPK) fertilisation, OB+NM - manure fertilisation along with complementary dose of mineral fertilisers, NPK+W - NPK and calcium fertilisation, OB+NM+W - manure fertilisation along with complementary dose of mineral fertilisers and calcium fertilisation



Rys. 3. Koszty zbioru
Fig. 3. Harvest costs

Interesująca jest analiza kosztów nawożenia. Z rys. 1 wynika, że kosztowo najoszczędniejszym sposobem nawożenia jest nawożenie obornikiem wraz z uzupełniającą dawką nawozów azotowych. W porównaniu z nawożeniem NPK pozwala zaoszczędzić na nawozach mineralnych ok. 100 zł·ha⁻¹ w sytuacji corocznej aplikacji obornika (dawka 10 t·ha⁻¹). Przy aplikacji obornika raz na kilka lat (dawka 30 t·ha⁻¹) oszczędność na nawozach mineralnych wynosi ok. 200 zł·ha⁻¹. Oszczędność ta występuje tylko w roku aplikacji nawozów organicznych (średnia oszczędność zależy od długości okresu między aplikacjami obornika, który w praktyce wynosi od 2 do 4 lat). Ponadto stosowanie nawozów organicznych ma wiele zalet gospodarowania zrównoważonego.

Zastosowanie pod kukurydzę wapna znacznie podwyższa koszty nawożenia, ale na glebach zakwaszonych powinno przyczynić się do podwyższenia plonu. Obniżenie kosztów wapnowania należy rozpatrywać w aspekcie wprowadzenia narodowego programu wapnowania gleb w Polsce [Wujec 2006].

Najbardziej pracochłonnym i kosztownym procesem jest zbiór (obejmujący zbiór kolb kukurydzy, ich rozdrabnianie i sporządzanie kiszonki). Nakłady pracy ludzi na zbiór odmian wczesnych stanowią od ok. 25% na pow. 25 ha do ok. 43% na pow. 1 ha nakładów roboczogodzin w uprawie kukurydzy na CCM, a koszty zbioru od ok. 19% na pow. 25 ha do ok. 38% na pow. 1ha w kosztach bezpośrednich produkcji. Proces ten wymaga wykorzystania specjalistycznych maszyn, dlatego część zabiegów powinna być realizowana z wykorzystaniem usług.

Zwiększone plony śruty uzyskane w uprawie odmian średniowczesnych rekompensują wyższe koszty zbioru kolb i sporządzania kiszonki, co pozwala na uzyskanie korzystniejszej nadwyżki bezpośredniej w porównaniu z uprawą odmian wczesnych.

Podsumowanie

Przedstawione wyniki wskazują, że koszty produkcji kukurydzy na CCM są uzależnione od wielu czynników m.in. od wielkości plonów kolb, powierzchni uprawianej kukurydzy, stopnia mechanizacji zabiegów uprawowych, sposobu nawożenia i cen usług w zakresie specjalistycznych i drogich maszyn.

Przeprowadzone obliczenia wskazują na możliwość oszczędności przez stosownie własnych nawozów organicznych, niezależnie od schematu ich aplikacji (corocznej lub wieloletniej).

Usługi z jednej strony mogą zwiększyć koszty, ale z drugiej umożliwić sprawniejsze przeprowadzenie prac. Obniżka cen usług wraz ze wzrostem areálu kukurydzy zachęca do ich stosowania na dużych powierzchniach uprawy. Decyzja w postaci rezygnacji z usług na rzecz zakupu specjalistycznych maszyn może generować znaczne nakłady inwestycyjne. Każda inwestycja musi być jednak poprzedzona przeprowadzeniem analizy ekonomicznej działalności gospodarstwa w perspektywie kilku lat.

Precyzyjne wyznaczenie dawek nawozów i środków ochrony roślin na podstawie modeli rozwoju i ochrony roślin mogłoby się przyczynić do dalszego zmniejszenia kosztów.

Wnioski

1. Zastosowanie w gospodarstwie obornika własnej produkcji obniżyło koszty nawożenia od ok. 29,5% (na pow. 1 ha) do ok. 21,1% (na pow. 25 ha). Obornik w dawce $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ aplikowany jesienią pozwala zmniejszyć dawkę P w danym roku dwukrotnie i dawkę K pięciokrotnie. Obornik aplikowany corocznie w dawce $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ pozwala zmniejszyć dawkę PK o ok. jedną trzecią.
2. Koszty bezpośrednie produkcji kukurydzy odmian średniowczesnych są wyższe od ok. 1,1% (na pow. 25 ha) do ok. 2,5% (na pow. 1 ha) w porównaniu z odmianami wczesnymi, a wartość produkcji jest wyższa o ok. 5,7%, co czyni uprawę odmian średniowczesnych bardziej opłacalną.
3. Wzrost powierzchni uprawy spowodował obniżkę kosztów bezpośrednich produkcji odmian średniowczesnych na powierzchni 5 ha w porównaniu z areąłem 1 ha od ok. 17,1% do ok. 22,5%, a na powierzchni 25 ha w porównaniu z areąłem 5 ha od ok. 0,8% do ok. 6,0% (w zależności od zastosowanego sposobu nawożenia).
4. Wapnowanie gleby wpłynęło na wzrost kosztów materiałów o ok. 11,1% przy nawożeniu NPK i 14,4% przy nawożeniu obornikiem wraz z uzupełniającą dawką nawozów mineralnych, w związku z czym jego stosowanie jest ekonomicznie uzasadnione przy wyższym plonu kukurydzy na CCM powyżej $5,9 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$. W sytuacji dużej kwasowości gleb wapnowanie jest bardzo potrzebne, a jego duży koszt wskazuje na niezbędność wprowadzenia narodowego programu wapnowania.

Bibliografia

- Borowiecki J., Machul M.** 1997. Stan badań nad agrotechniką kukurydzy w Polsce. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Nr 450. s. 55-62.
- Filipek T., Fotyma M., Lipiński W.** 2006. Stan, przyczyny i skutki zakwaszenia gleb ornych w Polsce. Nawozy i nawożenie. IUNG-PIB Puławy 2(27). s. 7-38.
- Heimann H., Siódmiak J.** 2006. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Kukurydza 2005. COBORU, Słupia Wielka, 36.
- Holaj J., Zaliwski A.** 1999. Zastosowanie programu AGROEFEKT do modelowania technologii uprawy chmielu. Inżynieria Rolnicza. Nr 1(7). s. 17-21.
- Kruczek A., Księżak J.** 2004. Potrzeby pokarmowe kukurydzy i zasady nawożenia. W: Technologia produkcji kukurydzy. Pod redakcją A. Dubasa, Warszawa, 40-51.
- Lipiński W.** 2005. Odczyn gleb Polski. Nawozy i nawożenie. IUNG Puławy, 2(23). s. 33-40.
- Machul M., Lipski S., Brzóska F., Kęsik K., Górski T., Hołubowicz-Kliza G., Madej A.** 2004a: Uprawa kukurydzy pastewnej na kiszonkę z całych roślin. Instrukcja upowszechnieniowa. IUNG Puławy, 99.
- Machul M., Lipski S., Brzóska F., Kęsik K., Górski T., Hołubowicz-Kliza G., Madej A.** 2004b: Uprawa kukurydzy pastewnej na ziarno i CCM. Instrukcja upowszechnieniowa. IUNG Puławy. 100.
- Norris R.F., Caswell-Chen E.P., Kogan M.** 2003. Concepts in Integrated Pest Management. Prentice Hall. Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey.
- Wujec M.** 2006. Możliwości wsparcia finansowego narodowego programu wapnowania gleb w Polsce. Nawozy i nawożenie. IUNG-PIB Puławy, 2(27). s. 39-57.
- Zaliwski A., Holaj J.** 2001. Wybrane aspekty wspomaganie decyzji technologicznych w gospodarstwie rolnym. Pam. Puł., 124. s. 421-428.
- Zaliwski A., Pietruch C., Machul M., Holaj J., Górski T.** 2004. ZeaSoft. System wspomaganie decyzji w uprawie kukurydzy. IUNG-PIB, Puławy, www.dss.iung.pulawy.pl/Documents/ftp.html.

Publikacja opracowana w ramach zadania 2.9 programu wieloletniego IUNG-PIB Puławy „Kształtowanie środowiska rolniczego Polski oraz zrównoważony rozwój produkcji rolnej”

MODELLING OF CCM TECHNOLOGY PRODUCTION

Abstract. A model for selecting a profitable production technology of CCM is presented. The model makes it possible to create technology variants through the change of field operations. The change of working assets gives an additional possibility to multiply the number of variants. The selection of technology is conducted on the basis of the analysis of labour layouts and direct costs of CCM production. A significant item in the direct costs of production is the cost of materials, primarily the cost of fertilisers. The database of the model comprises, among others: varieties, production technologies and prices. The outputs of the model are labour layouts, direct production costs and direct income. The model was used to analyse CCM production technology variants - a combination of three areas (1 ha, 5 ha and 25 ha) and four ways of fertilisation. The multiyear economic effect of fertilisation was analysed with the ZeaSoft computer program.

Key words: CCM, variety, model, technology, economic analysis

Adres do korespondencji:

Jacek Hołaj; e-mail jholaj@iung.pulawy.pl
Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy