

**Andrzej Zaliwski, Tadeusz Górski**

## **„Wykorzystanie przestrzennego modelu agroklimatu do określenia opłacalności uprawy kukurydzy na ziarno”**

### **Wstęp**

Warunki klimatyczne w Polsce są różnicowane przestrzennie i obszary korzystne dla uprawy kukurydzy można dość wyraźnie wyodrębnić stosując kryterium sumy temperatur efektywnych. Kukurydza uprawiana na ziarno wymaga odpowiednio wysokich sum temperatur efektywnych [2] i nawet na obszarach najkorzystniejszych jej uprawa związana jest z pewnym ryzykiem, zależnym także od wczesności odmiany. Stopień ryzyka uwarunkowany jest stratą plonu jaka może powstać przy zbiorze niedojrzałego ziarna, czyli z prawdopodobieństwem dojrzenia kukurydzy. Stopień ryzyka zależy także od przezorności rolnika i jego umiejętności właściwego zagospodarowania niedojrzałego plonu. Przykładowo, jeśli ziarno kukurydzy nie osiągnie wymaganej do zbioru dojrzałości, ale możliwy jest jej zbiór na kiszonkę, może to zmniejszyć wielkość poniesionej straty. W wielu wypadkach ryzyko daje się zminimalizować poprzez właściwe decyzje we wczesnych etapach produkcji, tzn. na etapie siewu poprzez wybór najkorzystniejszych odmian. Jednak znajomość samego prawdopodobieństwa dojrzenia kukurydzy poszczególnych odmian nie jest wystarczająca do wyboru właściwej odmiany, ponieważ różne odmiany różnie plonują. Konieczne jest więc porównanie wartości oczekiwanych zysków i strat [1].

### **Cel pracy**

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie metody doboru odmian kukurydzy dla różnych rejonów Polski pozwalających osiągnąć opłacalność jej produkcji.

### **Założenia badawcze**

W pracy wykorzystano model agroklimatu i program do modelowania działalności produkcyjnej w gospodarstwach rolnych, które zostały opracowane w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach.

#### *Model agroklimatu*

Istotnym elementem modelu agroklimatu są procedury wyznaczania charakterystyk meteorologicznych (np. temperatury powietrza) w punktach o znanym położeniu geograficznym.

1. Edwards, B.R.: Understanding maths and statistics in business. Unwin Hyman Ltd., London, 1988.
2. Nawrocki S. i inni: Zalecenia Agrotechniczne. Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa. Puławy, 1975.

Andrzej Zaliwski, Tadeusz Górski

## WYKORZYSTANIE PRZESTRZENNEGO MODELU AGROKLIMATU DO OKREŚLENIA OPŁACALNOŚCI UPRAWY KUKURYDZY NA ZIARNO

Podstawowe dane modelu są zawarte w warstwie punktowej [5], której punkty pokrywają Polskę w dość regularnej siatce 2 x 2 km. Atrybutami punktów są ich współrzędne geograficzne (długość, szerokość i wysokość n.p.m.). Podstawowe charakterystyki klimatu (temperatura, opady i usłonecznienie) są wyznaczone w dowolnym punkcie Polski dla dowolnego okresu na podstawie algorytmów zastosowanych w programach komputerowych przetwarzających dane. W algorytmach tych połączono opis cyklu rocznego elementów meteorologicznych, wykorzystujący analizę harmoniczną, z ich obrazem przestrzennym w funkcji współrzędnych geograficznych [3]. Model agroklimatu pozwala na wyliczenie średnich wartości elementów agroklimatu jak również ich zmienności (prawdopodobieństwa, ryzyka itp.). Wyniki obliczeń są przechowywane w oddzielnych tabelach tematycznych i mogą być wykorzystane np. do tworzenia map numerycznych rozkładu elementów agroklimatu.

### *Program Agroefekt*

Program ten [4] wykorzystano do analizy ekonomicznej produkcji kukurydzy. Dane do obliczeń (czas pracy maszyn, ciągników i wykorzystania budynków, daty zabiegów technologicznych, dawki materiałów itp.) są zawarte w kartach technologicznych, stanowiących podstawę plan produkcji gospodarstwa. Obliczenia są dokonywane z wykorzystaniem planu produkcji, kart technologicznych i baz danych zawierających ceny i dane eksploatacyjne środków produkcji. Program pozwala na obliczenie m.in. kosztów bezpośrednich produkcji, wartości produkcji, nakładów pracy własnej rolnika (przy założonej długości dnia roboczego) oraz dochodu rolnika na godzinę jego pracy własnej. Zastosowane w programie procedury analizy ekonomicznej zostały opracowane na podstawie dostępnej literatury [6, 7].

Założenia dotyczące technologii produkcji kukurydzy na ziarno przedstawiono w tab. 1 (plon ziarna podano przy 15% wilgotności).

Tabela 1.

Nr	Typ wczesności kukurydzy	Kompleks glebowy	Zawartość P i K	Dawka P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [kg/ha]	Dawka K <sub>2</sub> O [kg/ha]	Dawka N [kg/ha]	Obsada roślin [szt/ha]	Plon [dt/ha]
1	FAO 210	żytni	średnia	65	150	149	80000	74.40
2	FAO 240	żytni	średnia	65	150	164	80000	82.20
3	FAO 270	żytni	średnia	65	150	180	80000	90.00

Założenia dotyczące technologii produkcji kukurydzy na ziarno.

Assumptions for the production technology of maize for grain.

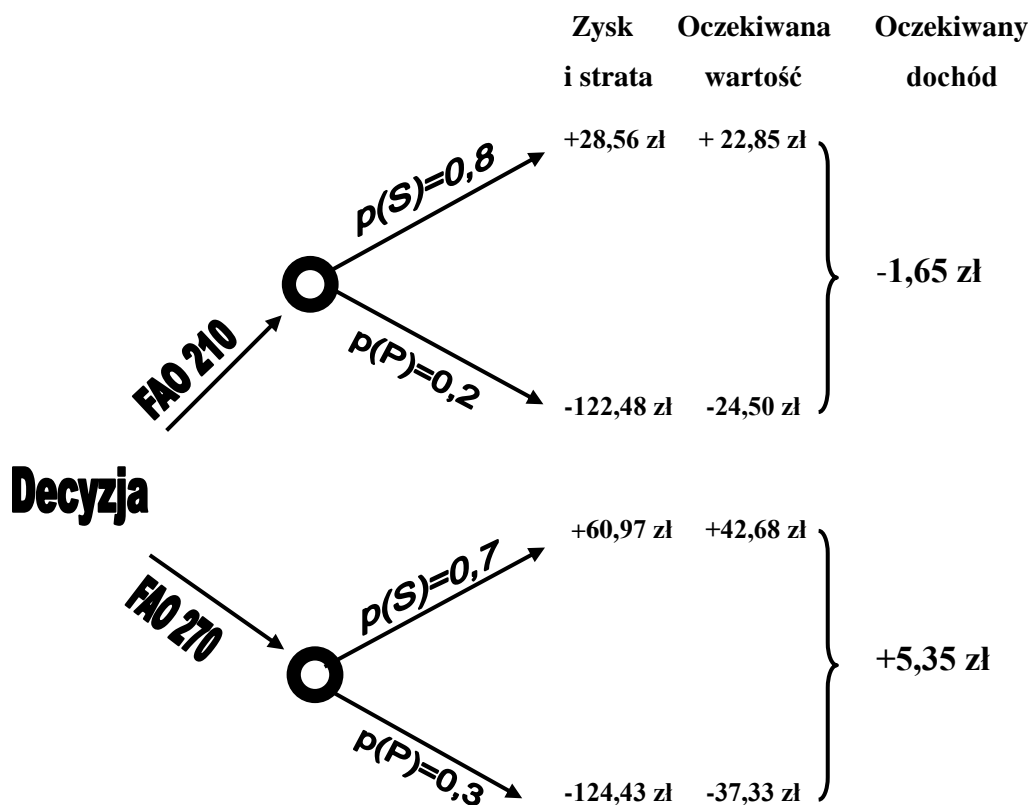
- Górski T., Górski K.: An algorithm for evaluating the temperature sums in Poland. Proceedings ECAC98, Central Institute for Meteorology and Geodynamics. Vienna, (1998).
- Hołaj J., Zaliwski A.: Zastosowanie programu "Agroefekt" do modelowania technologii uprawy chmielu. Inżynieria Rolnicza 1 (7), pp. 17-22, 1999.
- Kreveld M. i inni: Algorithmic foundations of Geographic Information Systems. Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- Lorencowicz E.: Określanie kosztów użytkowania maszyn rolniczych w zależności od powierzchni gospodarstwa. Roczniki Nauk Rolniczych, 77-C-2, 1987.
- Witney B.: Choosing and Using Farm Machines. Longman Scientific & Technical. Harlow, Essex, 1984.

WYKORZYSTANIE PRZESTRZENNEGO MODELU AGROKLIMATU DO OKREŚLENIA OPŁACALNOŚCI UPRAWY KUKURYDZY NA ZIARNO

Przyjęto powierzchnię uprawy kukurydzy 20 ha oraz 3 warianty uprawy (tab. 1). Różnice w plonie ziarna kukurydzy w zależności od typu wczesności określono przy pomocy analizy regresji, którą przeprowadzono dla wyników badań polowych z lat 1971-1975 [8]. Ustalono, iż plon rósł o 13% ze wzrostem liczby FAO o 50, zakładając całkowite jego dojrzewanie. Analizę ekonomiczną przeprowadzono w cenach z roku 1998, a obliczenia oparto na wartości dochodu brutto rolnika na godzinę jego pracy własnej (bez uwzględnienia kosztów pośrednich). Wprowadzono próg minimalnych dochodów rolnika na godzinę jego pracy własnej 5 zł/h dla wszystkich typów wczesności kukurydzy.

*Obliczenie oczekiwanego dochodu*

Sposób obliczenia wartości oczekiwanego dochodu zapożyczono z literatury [1]. Na rys. 1 przedstawiono procedurę obliczeń. Jako zysk przyjęto dochód rolnika na godzinę jego pracy własnej, a jako stratę - koszty bezpośrednie produkcji bez kosztów zbioru ("porażka" oznacza utratę całego plonu ziarna).



Rys. 1. Możliwe warianty przy podejmowaniu decyzji. P(S) - prawdopodobieństwo sukcesu, p(P) - prawdopodobieństwo porażki.

Fig. 1. Possible choices in a decision. P(S) - probability of success, p(P) - probability of failure.

8. Martyniak I. Kukurydza na ziarno. Wyniki doświadczeń odmianowych. COBORU, z. 254, 1976.

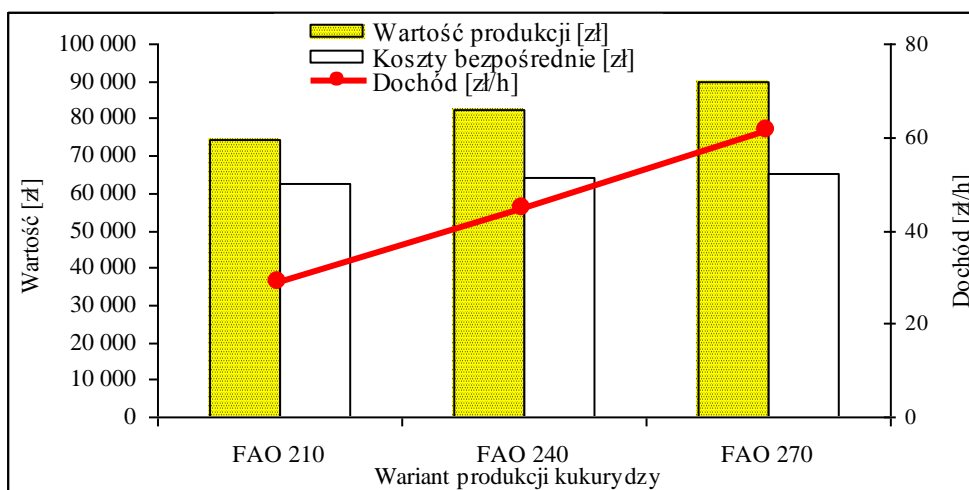
Andrzej Zaliwski, Tadeusz Górski

## WYKORZYSTANIE PRZESTRZENNEGO MODELU AGROKLIMATU DO OKREŚLENIA OPŁACALNOŚCI UPRAWY KUKURYDZY NA ZIARNO

Wartości prawdopodobieństwa dojrzewania (oraz nie dojrzenia) zostały obliczone dla każdego punktu modelu agroklimatu na podstawie sumy temperatur efektywnych (suma temperatur powyżej poziomu 6°C, poczynając od dnia, w którym temperatura normalna przekracza 11°C do dnia, kiedy spadnie poniżej 10°C).

### Wyniki i analiza

Wyniki analizy ekonomicznej przedstawiono na rys. 2 (obliczenia biorą pod uwagę przypadek pełnego dojrzewania plonu). Kukurydza FAO 270 ma największą wartość produkcji a kukurydza FAO 210 najmniejszą, co wynika z wysokości plonów. Dochód na godzinę pracy własnej rolnika jest dosyć wysoki, ponieważ jednak nie zawiera on kosztów pośrednich, dochód netto będzie oczywiście znacznie mniejszy.



Rys. 2. Wartość produkcji, bezpośrednie koszty produkcji i dochód brutto na godzinę pracy własnej rolnika (powierzchnia 20 ha). Założono pełne dojrzewanie plonu.

Fig. 2. Value of production, direct costs of production and gross income per hour of the farmer's own labour (area of 20 hectares). Full ripeness of crop is assumed.

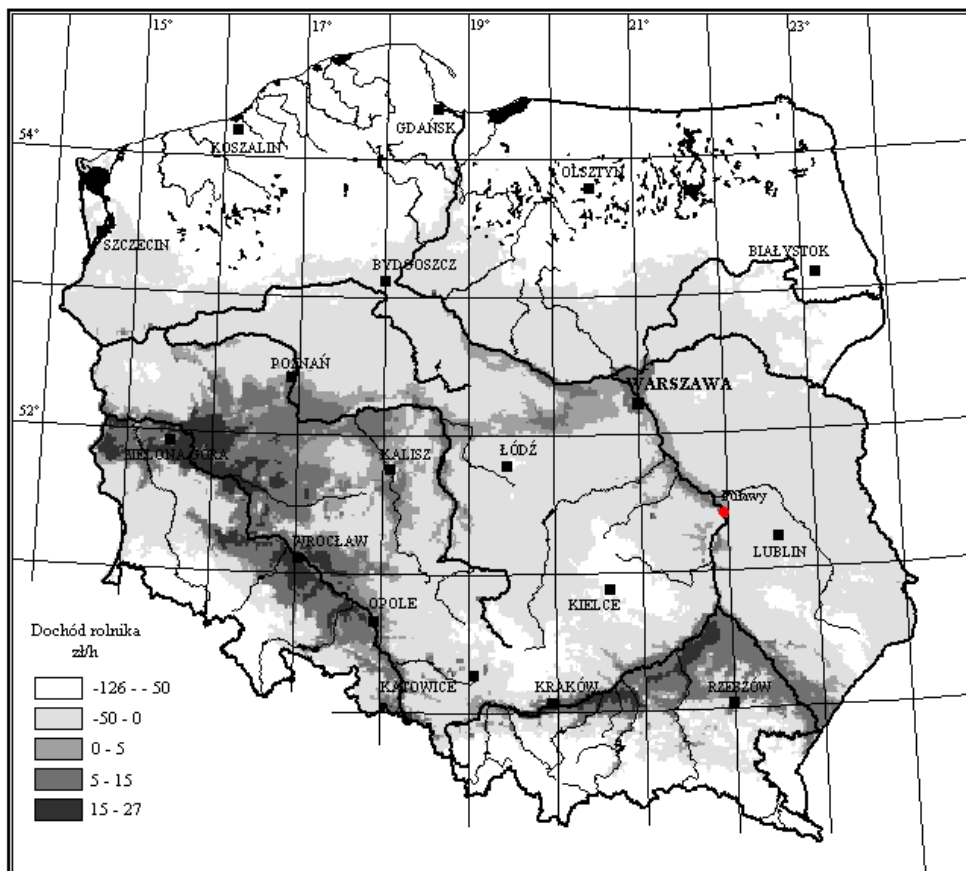
Bezpośrednie koszty produkcji dla wszystkich trzech wariantów produkcji (powierzchnia 20 ha) są bardzo podobne (65.000 zł dla FAO 270 w porównaniu z 62.700 zł dla FAO 210). Nakłady pracy własnej rolnika są takie same we wszystkich trzech wariantach (408 rbh). Spowodowane to jest podobieństwem technologii; główna różnica zachodzi w dawkach nawozu (N) i kosztach zbioru.

Na podstawie wyników obliczeń oczekiwanego dochodu przeprowadzonych dla każdego punktu w modelu agroklimatu opracowano mapy numeryczne oczekiwanego dochodu z produkcji kukurydzy na ziarno dla rozpatrywanych trzech wariantów. Mapy dla dwóch "skrajnych" wariantów (kukurydza FAO 210 i FAO 270) zamieszczono na rys. 3 i 4. Opracowano również mapę (rys. 5) będącą połączeniem wyników dla wszystkich trzech wariantów, przedstawiającą najkorzystniejszy

Andrzej Zaliwski, Tadeusz Górski

## WYKORZYSTANIE PRZESTRZENNEGO MODELU AGROKLIMATU DO OKREŚLENIA OPŁACALNOŚCI UPRAWY KUKURYDZY NA ZIARNO

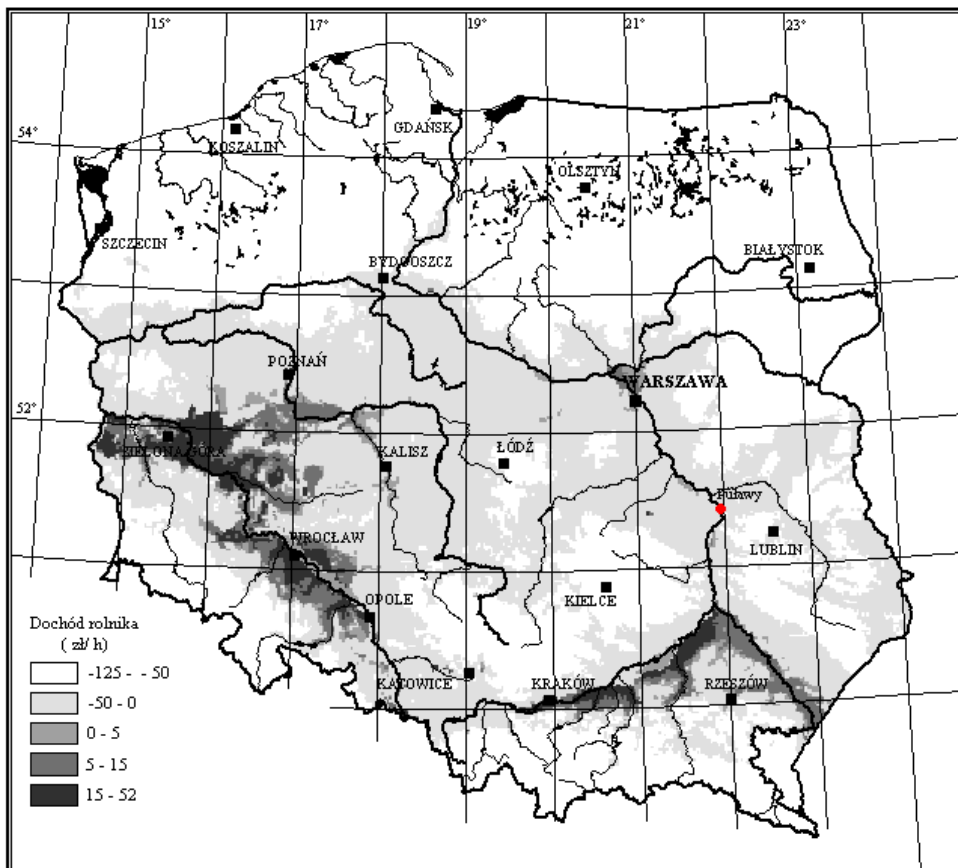
typ wczesności kukurydzy (tzn. typ dający najwyższy oczekiwany dochód) dla danego miejsca.



Rys. 3. Oczekiwany dochód brutto na godzinę pracy własnej rolnika z produkcji kukurydzy FAO 210 na ziarno paszowe (powierzchnia 20 ha).

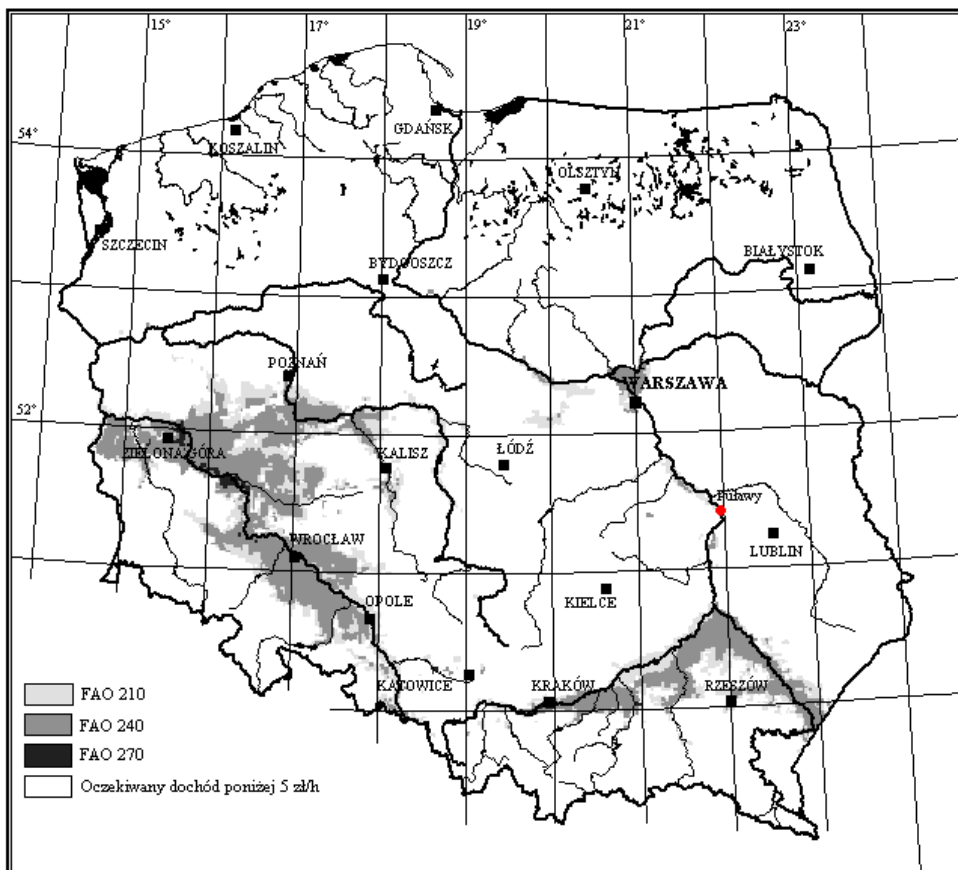
Fig. 3. Expected gross income per one hour of the farmer's own labour from the production of the FAO 210 maize for forage grain (area of 20 hectares).

WYKORZYSTANIE PRZESTRZENNEGO MODELU AGROKLIMATU DO  
OKREŚLENIA OPŁACALNOŚCI UPRAWY KUKURYDZY NA ZIARNO



Rys. 4. Oczekiwany dochód brutto na godzinę pracy własnej rolnika z produkcji kukurydzy  
FAO 270 na ziarno paszowe (powierzchnia 20 ha).

Fig. 4. Expected gross income per one hour of the farmer's own labour from the production  
of the FAO 270 maize grown for forage grain (area of 20 hectares).



Rys. 5. Najkorzystniejszy typ wczesności kukurydzy, dający najwyższy oczekiwany dochód brutto na godzinę pracy własnej rolnika (powierzchnia 20 ha).

Fig. 5. The preferred maturity type of maize which gives the highest expected gross income per one hour of the farmer's own labour (area of 20 hectares).

## Dyskusja

Praca przedstawia metodę doboru typu wczesności kukurydzy do uprawy na ziarno paszowe w różnych rejonach Polski na podstawie kryterium opłacalności produkcji kukurydzy. Opracowane zostały trzy modele technologiczne produkcji odpowiadające trzem typom wczesności kukurydzy (FAO 210, 240 i 270). Posługując się modelem agroklimatu utworzono mapy numeryczne rozkładu przestrzennego opłacalności produkcji kukurydzy. Na osobnej mapie numerycznej przedstawiono najkorzystniejszy typ kukurydzy (o największej opłacalności) w danych rejonach.

W analizie ekonomicznej (dochód rolnika na godzinę jego pracy własnej) nie uwzględniono kosztów pośrednich. Może to stwarzać wrażenie, iż produkcja kukurydzy na ziarno paszowe jest opłacalna, mimo iż w istocie tak nie jest (doty-

Andrzej Zaliwski, Tadeusz Górski

#### WYKORZYSTANIE PRZESTRZENNEGO MODELU AGROKLIMATU DO OKREŚLENIA OPŁACALNOŚCI UPRAWY KUKURYDZY NA ZIARNO

czy to cen 1998 roku). Takie uproszczenie nie zmienia jednak postaci rozkładu przestrzennego dochodu (rys. 3 i 4, zwłaszcza zaś rys. 5). Przedstawione wyniki mogą wobec tego stanowić wytyczne w zakresie uprawy kukurydzy dla rolników prowadzących produkcję zwierzęcą.

#### **Wnioski**

1. Powiązanie rozkładu przestrzennego prawdopodobieństwa dojrzewania kukurydzy dla jej różnych typów wczesności generowanego przez model agroklimatu z wynikami analizy ekonomicznej pozwoliło na opracowanie dokładnej go mapy, która może być pomocna przy wyborze odmian do siewu.
2. Jednoznaczność informacji na mapie ułatwia korzystanie z niej przy podejmowaniu decyzji i pozwala oczekiwać, że zaprezentowana metoda znajdzie zastosowanie praktyczne.