

## **ZMIENNOŚĆ PLONOWANIA MIESZAŃCÓW KUKURYDZY O RÓŻNEJ WCZESNOŚCI W WARUNKACH KLIMATYCZNYCH ŚRODKOWEJ WIELKOPOLSKI\***

Grażyna Ptaszyńska, Hanna Sulewska

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**Streszczenie.** W Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym w Swadzimiu (52°26' N; 16°45' E), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, w okresie pięciu lat (2002-2006) prowadzono badania polowe, w których oceniano sześć odmian kukurydzy, różniących się długością wegetacji: FAO 200 ('Oleńka' i 'PR39T68'), FAO 240-250 ('Blask' i 'Matilda'), FAO 260-270 ('Clarica' i 'Anjou 258'). Celem badań było poszukiwanie związku między czasem trwania faz rozwojowych oraz sumą temperatur i opadów w wyznaczonych okresach a plonem ziarna wybranych genotypów kukurydzy. Okres prowadzenia badań charakteryzował się niższymi od średniej dla dzielnicy klimatycznej opadami, ze szczególnie dużym ich niedoborem w 2006 roku. Wykazano, że badane odmiany plonowały zgodnie z zaszeregowaniem do grup wczesności. Warunki pogodowe wywoływały większą zmienność plonu ziarna niż pojedynczych elementów struktury plonu. Największy wpływ na plonowanie kukurydzy wywierały warunki pogodowe okresu: ukazanie się wierzchołka – dojrzałość pełna. Plon ziarna wszystkich mieszańców był silnie modyfikowany sumą opadów tego okresu niż sumą temperatur.

**Słowa kluczowe:** kukurydza, mieszańce, pogoda, fazy rozwojowe

### **WSTĘP**

Warunki glebowo-klimatyczne Polski sprzyjają uprawie kukurydzy na wszystkie kierunki użytkowania, tj. ziarno, kiszonkę z rozdrobnionych kolb (CCM) i z całych roślin. Możliwość wszechstronnego wykorzystania i wysoki potencjał plonowania spowodowały, że kukurydza stała się jedną z podstawowych roślin uprawnych w naszym kraju. Niezależnie od kierunku użytkowania, na wysokość i jakość zebranego plonu

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Grażyna Ptaszyńska, Katedra Uprawy Roli i Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, ul. Mazowiecka 45/46, 60-623 Poznań, e-mail: ptasz@up.poznan.pl

\* Badania współfinansowane przez MNiSW nr 3P06R 120 25

kukurydzy wpływają w 40% czynniki agrotechniczne, w 30% – klimatyczne i w 30% – dobór odmiany [Adamczyk 2001].

Kukurydza jest gatunkiem, który w stosunkowo krótkim okresie wegetacji gromadzi dużą ilość suchej masy (około  $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , nie licząc resztek poźniwnych), charakteryzującą się wysoką wartością energetyczną. Produkcyjność tego gatunku, wytwarzającego w okresie wegetacji bardzo duży i sprawny aparat asymilacyjny, sprawia, że jego potrzeby wodne i pokarmowe są wysokie [Aldrich i in. 1982].

Mimo postępu hodowlanego, który wydatnie zmniejszył wymagania cieplne kukurydzy, dzięki czemu można zbierać ziarno na terenie niemal całej Polski, roślina ta nadal ma znaczne wymagania termiczne zarówno w stosunku do gleby, jak i powietrza. Najgorzej znosi duże wahania temperatury, a szczególnym zagrożeniem dla wzrostu i rozwoju roślin są późnowiosenne przymrozki [Sulewska 2007].

Ważnym czynnikiem pogodowym wpływającym również znacząco na wzrost roślin jest dostępność wody. Jak podaje Sulewska [1997], ilość wody z opadów od kwietnia do maja jest w Polsce podstawowym czynnikiem decydującym o wysokości uzyskiwanych plonów, silniej działającym niż średnia temperatura w tym okresie lub suma temperatur. Potrzeby wodne kukurydzy, mimo oszczędnej gospodarki i niskiego współczynnika transpiracji, są wysokie. Sama suma opadów w wieloletnim okresie nie odzwierciedla w pełni zaopatrzenia kukurydzy w wodę, gdyż o wysokości plonów w dużej mierze decyduje ich rozkład w sezonie wegetacyjnym.

Obserwacje przeprowadzone w ostatnich latach potwierdziły tezę, że w warunkach Polski większy wpływ na plonowanie kukurydzy miały sumy opadów niż średnia temperatura powietrza w okresie od maja do września. Wykazano też, że zbyt duże opady, wynoszące w sezonie wegetacyjnym powyżej 350-400 mm, powodują obniżenie plonu ziarna kukurydzy, szczególnie, gdy łączą się z niskimi temperaturami powietrza [Sulewska 2004].

Celem badań było poszukiwanie związku między czasem trwania faz rozwojowych kukurydzy oraz sumą temperatur i opadów w wyznaczonych okresach a plonem ziarna wybranych genotypów kukurydzy. Skwantyfikowano ponadto zakres zmienności analizowanych parametrów według długości okresów wegetacji badanych mieszańców.

W hipotezie założono, że czas trwania faz rozwojowych kukurydzy oraz suma temperatur i opadów w wyznaczonych okresach dla wybranych genotypów kukurydzy wpływają na poziom plonów ziarna.

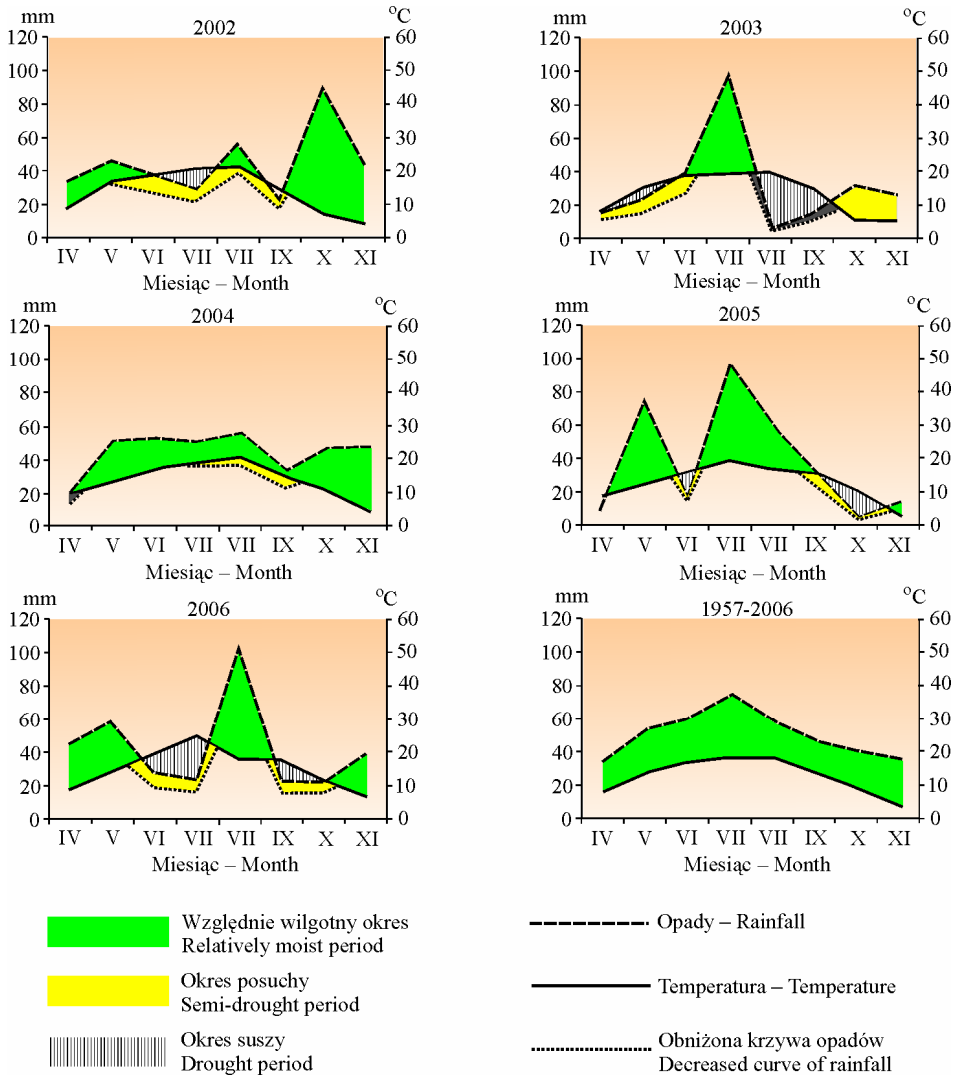
## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzono w okresie pięciu lat (2002-2006) w układzie losowanych bloków, w 4 powtórzeniach. Badania wykonano w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym w Swadzimiu ( $52^{\circ}26' \text{ N}$ ;  $16^{\circ}45' \text{ E}$ ), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Oceniono sześć odmian kukurydzy, różniących się długością wegetacji oraz typem ziarna: FAO 200 ('Oleńka' i 'PR39T68'), FAO 240-250 ('Blask' i 'Matilda'), FAO 260-270 ('Anjou 258' i 'Clarica'). Gleba pól doświadczalnych należy – według klasyfikacji PTG [Mocek i in. 1997] – do gleb pływowych typowych, wytworzonych z piasków gliniastych lekkich, płytko zalegających na glinie lekkiej. Zalicza się ją do klasy IVa i b oraz kompleksu 4 (żytniego bardzo dobrego) i 5 (żytniego dobrego). Przedplonem w każdym roku prowadzenia doświadczenia była pszenica ozima. Wszystkie zabiegi uprawowe wykonywano zgodnie z zasadami popraw-

nej agrotechniki kukurydzy uprawianej na ziarno. Wielkość poletek wynosiła 30,8 m<sup>2</sup>, z czego do zbioru przeznaczono 15,4 m<sup>2</sup> – dwa środkowe rzędy. W latach 2002-2003 siew wykonano w III dekadzie kwietnia, natomiast w latach 2004-2006 – w II dekadzie kwietnia. Zbiór kombajnem poletkowym Wintersteiger w dwóch pierwszych latach badań przeprowadzono w I dekadzie września, natomiast w pozostałych – w II dekadzie września. W czasie prowadzenia doświadczeń co 3 dni notowano wystąpienie faz rozwojowych roślin poszczególnych odmian według skali BBCH [Adamczewski i Matysiak 2002]. Za pełnię standardowo wydzielanych faz uznawano czas, kiedy 70% roślin na polu osiągnęło daną fazę rozwojową. Plony ziarna podano przy 15% wilgotności.

W analizie zebranych wyników posłużono się charakterystykami statystycznymi oraz rachunkiem korelacji, a istotność współczynników korelacji oceniono na poziomie ufności  $\alpha_{0,05}$  (\* różnica istotna) i  $\alpha_{0,01}$  (\*\* różnica wysoce istotna).

Dane meteorologiczne przyjęto z zapisów stacji Katedry Uprawy Roli i Roślin mieszczącej się w Swadzimiu. Rozkład opadów i temperatury w latach 2002-2006 przedstawiono w formie diagramów klimatycznych według Waltera [1976] (rys. 1). Przebieg warunków pogodowych w sezonach wegetacyjnych 2002-2006 był bardzo zróżnicowany, zwłaszcza pod względem opadów atmosferycznych. Okres wegetacji w 2002 roku rozpoczął się w bardzo korzystnych warunkach wilgotnościowych. Wilgotny i ciepły maj sprzyjał rozwojowi wegetatywnemu roślin, jednak w okresie największego zapotrzebowania kukurydzy na wodę (przełom lipca i sierpnia) wystąpił jej deficyt. W okresie wegetacyjnym 2003 r. odnotowano korzystny układ przebiegu temperatury podczas wzrostu kukurydzy. Jednak sezon ten okazał się niekorzystny pod względem ilości i rozkładu opadów atmosferycznych; rozpoczął się po prawie bezopadowych dwóch miesiącach (kwietniu i maju). Lipiec był względnie wilgotny, natomiast sierpień bardzo suchy. Warunki termiczne w 2004 roku były niekorzystne w czasie początkowego rozwoju roślin. Kukurydza dość długo pozostawała w fazie 2-3 liści ze względu na chłodną wiosnę. Warunków wilgotnościowych również nie można zaliczyć do zadowalających; mimo że ilość opadów od kwietnia do listopada wyniosła 347,4 mm, to ich rozkład był niekorzystny i w czasie najwyższego zapotrzebowania kukurydzy na wodę odnotowano posuchę, co mogło wpłynąć ujemnie na plon ziarna. W 2005 roku maj był bardzo trudnym okresem dla kukurydzy; częste i duże ilości opadów w tym miesiącu zasklepiły glebę, co utrudniło wschody. Z uwagi na nierównomierny rozkład opadów również czerwiec nie sprzyjał rozwojowi roślin. W okresie krytycznym dla rozwoju kukurydzy (w lipcu), gdy zaczęło się pylenie, warunki termiczne oraz wodne były sprzyjające. Podsumowując, zimna i mokra wiosna zahamowała wzrost kukurydzy, a panująca latem (poza okresem pylenia) i jesienią susza dodatkowo wpłynęła na obniżenie plonów. Rok 2006 również nie należał do udanych ze względu na niekorzystne warunki termiczne oraz rozkład opadów w okresie wegetacji. Po późnej i zimnej wiosnie nastąpiło upalne i bardzo suche lato. Skrajna susza w czerwcu i lipcu, a ponadto obfite opady deszczu w sierpniu na podwiędnięte rośliny nie sprzyjały rozwojowi kukurydzy i znacznie obniżyły plony ziarna.



Rys. 1. Warunki meteorologiczne w ZDD Swadzim od kwietnia do listopada 2002-2006

Fig. 1. Weather conditions at the Agriculture Experimental Station in Swadzim from April to November 2002-2006

## WYNIKI

Długość okresu wegetacji od siewu do dojrzałości pełnej odmian wynosiła średnio 142-143 dni u mieszańców wczesnych i średnio wczesnych – z amplitudą od 132 do 158 dni – oraz 151 dni u mieszańców średnio późnych – z zakresem od 136 do 164 dni.

Analiza danych dotyczących czasu trwania poszczególnych okresów rozwoju mieszańców kukurydzy (tab. 1) wskazuje na ich dużą zmienność u wszystkich porównywanych odmian. Największą zmiennością w latach, niezależnie od mieszańca, charaktery-

zowały się dwa okresy ontogenezy: od siewu do 6 liści (współczynniki zmienności CV  $\geq 20$ ) oraz od dojrzałości mleczej do pełnej (CV = 8,5-13,0). Nie wykazano zależności pomiędzy długością wegetacji odmiany a długością trwania okresu: siew – 6 liści. Średnia długość tego okresu u odmiany najwcześniejszej – PR39T68 była taka sama jak dla średnio wczesnej Blask – 33,2 dni. Druga z odmian wczesnych – Oleńka – charakteryzowała się identyczną długością tej fazy jak odmiany średnio późne.

Tabela 1. Charakterystyki statystyczne długości okresów rozwojowych mieszańców kukurydzy w latach 2002-2006

Table 1. Statistical characterizations of developing period lengths of maize hybrids in 2002-2006

Okres rozwoju Developing period	Odmiana Cultivar	Wartość – Value Dni – Days			SD	CV %
		średnia mean	min.	max maks.		
Siew – 6 liści Sowing – 6 leaves	Oleńka	34	23	42	8,0	23,9
	PR39T68	33	23	41	7,6	22,8
	Blask	33	23	40	7,0	21,0
BBCH 00 – 16	Matilda	35	25	42	6,9	19,9
	Anjou 258	34	24	40	6,9	20,3
	Clarica	34	24	41	7,0	20,5
6 liści – ukazanie wiech 6 leaves – tasseling	Oleńka	47	43	49	2,5	5,3
	PR39T68	46	44	50	2,3	5,0
	Blask	49	44	54	3,8	7,8
BBCH 16 – 59	Matilda	45	43	49	2,5	5,5
	Anjou 258	50	46	54	2,9	5,7
	Clarica	52	49	60	4,6	8,7
6 liści – ukazywanie się znamion 6 leaves – silking	Oleńka	52	47	56	3,3	6,4
	PR39T68	52	48	56	3,0	5,9
	Blask	54	49	60	4,0	7,4
BBCH 16 – 65	Matilda	52	47	54	3,0	5,8
	Anjou 258	56	50	59	3,7	6,6
	Clarica	59	57	64	3,1	5,2
Ukazanie wiech – dojrzałość mlecza Tasseling – milk maturity	Oleńka	26	23	28	1,9	7,5
	PR39T68	27	25	28	1,1	4,3
	Blask	24	22	27	2,3	9,4
BBCH 59 – 79	Matilda	27	25	28	1,3	5,0
	Anjou 258	28	20	34	5,5	19,8
	Clarica	27	22	32	3,6	13,4
Dojrzałość mlecza – dojrzałość pełna Milk maturity – full maturity	Oleńka	38	33	43	4,3	11,5
	PR39T68	37	33	43	4,6	12,2
	Blask	37	32	41	4,3	11,6
BBCH 79 – 89	Matilda	37	32	43	4,8	12,9
	Anjou 258	38	34	46	4,9	13,0
	Clarica	37	34	41	3,1	8,5
Ukazanie wiech – dojrzałość pełna Tasseling – full maturity	Oleńka	62	60	66	2,5	4,0
	PR39T68	63	60	68	3,6	5,6
	Blask	61	54	68	5,1	8,4
BBCH 59 – 89	Matilda	63	60	67	3,2	5,1
	Anjou 258	67	60	73	5,6	8,4
	Clarica	64	56	71	6,0	9,4

Długość okresów od 6 liści do wyrzucania wiech oraz do wyrzucania znamion wiązała się z długością wegetacji odmian: u mieszańców wczesnych były one krótsze niż u średnio wczesnego Blask i odmian średnio późnych. Zależności tej nie potwierdzono dla odmiany Matilda.

Rozwój generatywny (od ukazywania wiech do dojrzałości mleczej) u odmian średnio późnych (Anjou 258 i Clarica) trwał dłużej niż wczesnych i średnio wczesnych. Z kolei okres od dojrzałości mleczej do pełnej był najdłuższy u średnio późnej odmiany Anjou 258, a najkrótszy u drugiej z badanych odmian średnio późnych. Wskazuje to na szybsze dojrzewanie – oddawanie wody przez ziarno odmiany Clarica, co wynika z osobniczych cech genotypów.

Niezależnie od wczesności mieszańca wysokość plonu, liczba kolb oraz liczba ziaren w kolbie silniej związane były z sumą opadów niż z sumą temperatur analizowanego okresu (tab. 2). Natomiast na masę tysiąca ziaren mieszańców średnio wczesnych i średnio późnych silniejszy wpływ miała suma temperatur.

Tabela 2. Współczynniki korelacji pomiędzy sumą temperatur, opadów oraz długością okresu od ukazania się wiech do dojrzałości pełnej a elementami struktury plonu i plonem ziarna dla mieszańców kukurydzy (2002-2006)

Table 2. Correlation coefficients between accumulated temperature, total precipitation, length of the period from tasseling to full grain maturity, and yield components and grain yield of maize hybrids (2002-2006)

Wyszczególnienie Specification	∑ opadów ∑ of precipitation mm	∑ temp. °C	Długość okresu Length of period	Liczba kolb szt.·m <sup>2</sup> Number of cobs	Liczba ziaren w kolbie, szt. Number of grains per cob	MTZ TKW g
1	2	3	4	5	6	7
Oleńka						
∑ temp., °C	0,45					
Długość okresu Length of period	0,80	-0,11				
Liczba kolb, szt.·m <sup>2</sup> Number of cobs	0,66	-0,36	0,96*			
Liczba ziaren w kolbie, szt. Number of grains per cob	0,96*	0,20	0,88	0,80		
MTZ – TKW, g	-0,19	-0,29	0,23	0,22	-0,22	
Plon ziarna, t·ha <sup>-1</sup> Grain yield	0,95*	0,33	0,74	0,65	0,97*	-0,43
PR39T68						
∑ temp., °C	0,45					
Długość okresu Length of period	0,80	-0,11				
Liczba kolb, szt.·m <sup>2</sup> Number of cobs	0,99**	0,39	0,83			
Liczba ziaren w kolbie, szt. Number of grains per cob	0,88	0,28	0,65	0,89		
MTZ – TKW, g	-0,03	0,20	0,11	-0,05	-0,50	
Plon ziarna, t·ha <sup>-1</sup> Grain yield	0,95*	0,33	0,74	0,96*	0,98*	-0,34

cd tabeli 2 – Table 2 continue

1	2	3	4	5	6	7
Blask						
∑ temp., °C	0,72					
Długość okresu Length of period	0,93	0,62				
Liczba kolb, szt. $\cdot$ m <sup>-2</sup> Number of cobs	0,89	0,91	0,89			
Liczba ziaren w kolbie, szt. Number of grains per cob	0,89	0,51	0,99**	0,82		
MTZ – TKW, g	-0,31	-0,83	-0,36	-0,70	-0,25	
Plon ziarna, t $\cdot$ ha <sup>-1</sup> Grain yield	0,94	0,53	0,98*	0,82	0,98*	-0,19
Matilda						
∑ temp., °C	0,45					
Długość okresu Length of period	0,80	-0,11				
Liczba kolb, szt. $\cdot$ m <sup>-2</sup> Number of cobs	0,85	0,37	0,55			
Liczba ziaren w kolbie, szt. Number of grains per cob	0,50	-0,03	0,33	0,86		
MTZ – TKW, g	-0,54	0,98*	0,04	0,37	-0,09	
Plon ziarna, t $\cdot$ ha <sup>-1</sup> Grain yield	0,98*	0,35	0,83	0,89	0,60	0,43
Anjou 258						
∑ temp., °C	0,56					
Długość okresu Length of period	0,78	-0,06				
Liczba kolb, szt. $\cdot$ m <sup>-2</sup> Number of cobs	0,93	0,80	0,54			
Liczba ziaren w kolbie, szt. Number of grains per cob	0,82	0,92	0,33	0,97*		
MTZ – TKW, g	-0,54	-0,92	-0,02	-0,81	-0,91	
Plon ziarna, t $\cdot$ ha <sup>-1</sup> Grain yield	0,90	0,65	0,65	0,94	0,89	-0,77
Clarica						
∑ temp., °C	0,45					
Długość okresu Length of period	0,74	0,47				
Liczba kolb, szt. $\cdot$ m <sup>-2</sup> Number of cobs	0,85	0,11	0,30			
Liczba ziaren w kolbie, szt. Number of grains per cob	0,83	0,59	0,98*	0,42		
MTZ – TKW, g	-0,51	-0,98*	-0,38	-0,26	-0,53	
Plon ziarna, t $\cdot$ ha <sup>-1</sup> Grain yield	0,97*	0,41	0,86	0,74	0,91	-0,42

\* różnica istotna przy  $P \leq 0,05$  – significant difference at  $P \leq 0,05$ \*\* różnica wysoce istotna przy  $P \leq 0,01$  – highly significant difference at  $P \leq 0,01$

Odmiany średnio późne fazę dojrzałości pełnej osiągnęły o 4 do 10 dni później niż wczesne i średnio wczesne, a ich dojrzewanie przebiegało zwykle przy niższych średnich temperaturach dobowych. Poszukiwanie związku pomiędzy czasem trwania poszczególnych okresów rozwoju roślin kukurydzy a plonem ziarna wykazało silną dodatnią korelację z długością fazy od ukazania wiech do dojrzałości pełnej. Zależności pomiędzy długością tej fazy a liczbą kolb na jednostce powierzchni dla mieszańców wczesnych oraz średnio wczesnego (Blask) charakteryzowały się wysokimi współczynnikami korelacji; dla pozostałych mieszańców wyliczono na ogół niewielkie wartości tego współczynnika. Z kolei dla mieszańców Oleńka, Blask i Clarica stwierdzono silną korelację pomiędzy długością trwania tej fazy a liczbą ziaren w kolbie. Dla ostatniego z podstawowych elementów struktury plonu, czyli masy tysiąca ziaren, nie udowodniono statystycznie związku z długością trwania tej fazy dla żadnego z badanych mieszańców kukurydzy. Wykazano również, że liczba dni od ukazania się wiech do dojrzałości pełnej była dodatnio skorelowana z sumą opadów.

Spośród elementów struktury plonu względnie stabilne w latach okazały się liczba ziaren w kolbie oraz masa tysiąca ziaren (tab. 3).

Tabela 3. Charakterystyki statystyczne elementów struktury plonu i plonu ziarna mieszańców kukurydzy w latach 2002-2006, t·ha<sup>-1</sup>  
Table 3. Statistical characterizations of yield components and grain yield of maize hybrids in 2002-2006, t·ha<sup>-1</sup>

Cecha – Character	Odmiana Cultivar	Wartość – Value			SD	CV %
		średnia mean	min.	max		
Liczba kolb, szt·m <sup>-2</sup> Number of cobs	Oleńka	6,2	0,8	7,7	2,4	39,5
	PR39T68	6,6	0,8	8,4	2,4	35,9
	Blask	5,8	0,9	7,5	2,2	38,1
	Matilda	6,9	1,7	8,4	2,0	29,1
	Anjou 258	6,9	2,4	8,4	1,6	23,2
	Clarica	6,9	1,7	8,6	1,9	27,9
Liczba ziaren w kolbie, szt. Number of grains per cob	Oleńka	447	396	509	31,7	7,1
	PR39T68	453	354	585	62,4	13,8
	Blask	501	392	573	44,5	8,9
	Matilda	492	422	568	40,1	8,1
	Anjou 258	468	411	538	35,4	7,6
	Clarica	497	417	588	56,1	11,3
Masa 1000 ziaren, g 1000 kernel weight	Oleńka	281,8	233,0	312,0	19,3	6,8
	PR39T68	282,1	210,6	327,4	26,8	9,5
	Blask	332,3	268,2	366,9	19,6	5,9
	Matilda	302,5	237,0	360,6	34,0	11,2
	Anjou 258	318,3	271,2	350,9	21,3	6,7
	Clarica	292,2	247,0	327,4	20,9	7,2
Plon ziarna, t·ha <sup>-1</sup> Grain yield	Oleńka	5,76	1,12	8,18	2,06	3,58
	PR39T68	7,06	2,52	11,6	2,59	3,66
	Blask	7,41	2,58	10,8	2,22	2,99
	Matilda	8,19	3,55	11,3	2,10	2,57
	Anjou 258	8,26	2,94	11,2	2,34	2,86
	Clarica	9,19	4,82	12,4	2,15	2,34



Współczynniki zmienności oraz wartości minimalne i maksymalne liczby kolb na jednostce powierzchni oraz liczby ziaren w kolbie wskazują, że cechy te nie zależały od długości okresu wegetacji poszczególnych odmian, natomiast związane były wyraźniej z warunkami pogodowymi. W odniesieniu do liczby ziarna w kolbie współczynniki zmienności przekraczające 10% uzyskano dla wczesnej odmiany PR39T68 oraz dla średnio późnej odmiany Clarica, a względem MTZ – tylko dla średnio wczesnej odmiany Matilda. Wartości minimalne elementów struktury plonu układały się zgodnie z oczekiwaniami i na ogół wzrastały wraz ze zwiększaniem długości okresu wegetacji mieszańca. Plony ziarna wyróżniały się dużą wartością współczynników zmienności, co wynikało ze zróżnicowania warunków pogodowych w okresie prowadzenia badań. Wartości minimalne i maksymalne plonu ziarna wzrastały zgodnie z wydłużaniem okresu wegetacji. Największą zmienność plonowania stwierdzono u odmian wczesnych.

## DYSKUSJA

Istotną grupę czynników zewnętrznych decydujących o wzroście i rozwoju roślin stanowią warunki pogodowe. W strefie klimatu umiarkowanego temperatura powietrza i opady wykazują dużą zmienność w poszczególnych latach prowadzenia obserwacji. Kukurydza należy do roślin, których wzrost i rozwój zależy od warunków pogodowych, zwłaszcza termicznych [Kruczek 1997]. Na duży wpływ warunków środowiskowych na wzrost, rozwój i plonowanie kukurydzy wskazują między innymi Aldrich i in. [1982], Michalski i in. [1996] oraz Sulewska i Koziara [2005]. W badaniach własnych, przy optymalnym terminie siewu rośliny kukurydzy potrzebowały różnej liczby dni do osiągnięcia poszczególnych faz rozwojowych. Odmiany średnio późne fazę dojrzwania osiągnęły około 8 dni później niż wczesne i średnio wczesne. Badania przeprowadzone przez Kruczka [1997] dowodzą, że czas trwania poszczególnych faz rozwojowych był w różnym stopniu modyfikowany przez warunki pogodowe i w większości wypadków dość silnie skorelowany z temperaturą powietrza. W badaniach własnych na długość fazy od ukazania się wiech do dojrzałości pełnej silniej niż temperatura wpływała suma opadów. Zdaniem Kruczka [1997] kukurydza jest zdolna rekompensować niekorzystny efekt warunków panujących w jednej z faz rozwojowych w następnych fazach. Tak więc o długości okresu wegetacji nie decyduje przebieg warunków pogodowych w konkretnej fazie rozwojowej, lecz kumulujący się wpływ warunków całego okresu wzrostu i rozwoju. Znalazło to potwierdzenie w badaniach własnych, w których większe współczynniki zmienności uzyskano dzieląc okres wegetacji na poszczególne fazy rozwojowe.

Poziom plonu, poza uwarunkowaniami genetycznymi, zależy od czasu trwania oraz intensywności wzrostu i rozwoju roślin. Liczne obserwacje wskazują na silny związek plonowania roślin ze środowiskiem, w którym przebiega wegetacja. W związku z tym ważne jest nie tylko poznanie samego procesu rozwoju roślin, ale właśnie zależności pomiędzy rozwojem danego gatunku czy odmiany a warunkami zewnętrznymi [Koziara 1996]. Zróżnicowanie warunków meteorologicznych w latach prowadzenia badań własnych znalazło odzwierciedlenie w poziomie plonów oraz elementów struktury plonu. Największym wahaniom podlegał plon ziarna, natomiast najmniejszym – masa tysiąca ziaren. Również zdaniem Borowieckiego i Machula [1997] plon ziarna w dużej mierze zależy od warunków siedliskowych, jednak należy pamiętać, że jest on w znacznym stopniu warunkowany genetycznie [Troyer i Brown 1976]. W badaniach własnych wy-

kazano zróżnicowanie plonowania porównywanych mieszańców: odmiany wczesne charakteryzowały się niższym plonowaniem i większą zmiennością plonu powodowaną warunkami pogodowymi niż odmiany późniejsze. Była to reakcja odmienna od zaobserwowanej w badaniach Michalskiego i in. [1996], w których większą zależność plonowania od przebiegu warunków pogodowych wykazano u odmian późniejszych. Doświadczenia własne potwierdzają istnienie ścisłej zależności pomiędzy długością okresu wegetacji mieszańców a ich plonowaniem. Taką zależność dla kukurydzy stwierdził również Waligóra [1990], podając, iż odmiany o najkrótszym okresie wegetacji należą do najniżej plonujących.

## WNIOSKI

1. Pięcioletni okres prowadzenia badań charakteryzował się niższymi lub znacznie niższymi od średniej dla dzielnicy klimatycznej opadami. Testowane w tych warunkach odmiany kukurydzy plonowały zgodnie z zaszerewaniem do grup wczesności.

2. Warunki pogodowe wywoływały większą zmienność plonu ziarna niż poszczególnych elementów struktury plonu.

3. Największy wpływ na plonowanie kukurydzy wywierały warunki pogodowe okresu: ukazanie się wiech – dojrzałość pełna. Plon ziarna wszystkich mieszańców był silniej modyfikowany sumą opadów tego okresu niż sumą temperatur.

## PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Matysiak K., 2002. Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH. Inst. Ochr. Roślin Poznań.
- Adamczyk J., 2001. Rola nowych mieszańców w podnoszeniu efektywności różnych kierunków użytkowania kukurydzy. Dodatek pisma Agro Serwis, Biznes-Press Warszawa.
- Aldrich S.R., Scott O.W., Leng E.R., 1982. Modern corn production. Illinois 61820, 1-378.
- Borowiecki J., Machul M., 1997. Stan badań nad agrotechniką kukurydzy w Polsce. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 450, 55-62.
- Koziara W., 1996. Wzrost, rozwój oraz plonowanie pszenżyta jarego i ozimego w zależności od czynników meteorologicznych i agrotechnicznych. Roczn. AR w Poznaniu, Rozp. Nauk. 269.
- Kruczek A., 1997. Wpływ warunków pogodowych i nawożenia azotowego na rozwój i niektóre cechy morfologiczne kukurydzy (*Zea mays* L.). Roczn. AR w Poznaniu, Rolnictwo 50, 55-61.
- Michalski T., Sulewska H., Waligóra H., Dubas A., 1996. Reakcja odmian kukurydzy uprawianej na ziarno na zmienne warunki pogodowe. Roczn. Nauk Rol. A 112(1-2), 103-111.
- Mocek A., Drzymała S., Maszner P., 1997. Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR Poznań.
- Sulewska H., 1997. Środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania uprawy i kierunków użytkowania kukurydzy w Polsce. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 450, 15-29.
- Sulewska H., 2004. Wymagania środowiskowe kukurydzy i możliwości jej uprawy w Polsce. [W:] Technologie produkcji kukurydzy, pod red. A. Dubasa, Wyd. Wieś Jutra Warszawa, 16-23.
- Sulewska H., Koziara W., 2005. Influence of weather conditions on yielding and plant development of different maturity maize hybrids. Sci. Pap. Agric. Univ. Poznań, Agriculture 5, 35-41.
- Sulewska H., 2007. Wymagania środowiskowe kukurydzy. [W:] Integrowana produkcja kukurydzy, pod red. Z. Kaniuczak i S. Pruszyńskiego, Wyd. IOR Poznań, 6-9.
- Troyer A.F., Brown W.L., 1976. Selection for early flowering in corn: seven late synthetics. Crop Sci. 16(6), 767-772.

- Waligóra H., 1990. Wpływ sposobów i terminów zbioru na ocenę plonowania odmian kukurydzy o różnej wczesności uprawianych na ziarno. PTPN Poznań, Prace Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś. LXIX, 177-190.
- Walter H., 1976. Strefy roślinności a klimat. PWRiL Warszawa.

## **YIELD VARIATION OF MAIZE HYBRIDS WITH DIFFERENT GROWING PERIOD IN CLIMATIC CONDITIONS OF CENTRAL WIELKOPOLSKA REGION**

**Abstract.** Field trials have been carried out in a five-year period (2002-2006) at the Experimental Station in Swadzim (52°26' N; 16°45' E), of the University of Life Sciences in Poznań. Six maize hybrids from different maturity groups: FAO 200 (Oleńka and PR39T68), FAO 240–250 (Blask and Matilda), FAO 260–270 (Clarica and Anjou 258) have been tested to find relations between the length of developing periods, as well as the accumulated temperature and total precipitation, and the grain yield of selected maize genotypes. During the trial period, lower precipitation was observed compared with the mean value for the region, and a particularly high deficiency was noted in 2006. The hybrids yielded according to maturity groups, i.e. grain yields increased with elongation of the vegetation period. Weather conditions caused higher variability of grain yield compared with single yield components. The highest influence on maize yield was caused by weather conditions during the period from tasseling to full maturity. Grain yield of all hybrids was more strongly modified by total precipitation than by accumulated temperature during this period.

**Key words:** maize, hybrids, weather conditions, development stages

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.09.2008