



pozycję w ogólnych nakładach ponoszonych na uprawę kukurydzy, tak więc każdy ubytek zawartości wody w ziarnie w okresie jesieni zmniejsza koszty produkcji. Opóźnianie zbioru ziarna kukurydzy, szczególnie w warunkach ciepłej jesieni, jest powszechnie spotykaną praktyką. Niestety warunki pogodowe polskiej jesieni, nawet gdy jest ona ciepła i sucha, nie sprzyjają wysychaniu ziarna, gdyż oddawanie przez nie wody może następować jedynie w krótkim okresie doby.

Rosnące koszty energii oraz konieczność lepszego wykorzystywania parku maszynowego do obsługi coraz większej powierzchni skłaniają rolników do opóźniania zbioru, co w zamierzeniu ma potać produkcję. Opóźnianie zbioru stwarza jednak zagrożenie dla jakości ziarna oraz generuje straty plonu (4). Należy zatem poszukiwać terminu pozwalającego jednocześnie na ograniczenie kosztów produkcji oraz strat w wielkości i jakości plonu ziarna w danych warunkach agroekologicznych.

Celem podjętych badań było określenie zmian zachodzących w plonowaniu roślin na skutek opóźniania zbioru kukurydzy oraz wykazanie związków pomiędzy plonem i jego komponentami dla mieszańców różniących się typem ziarna i należących do różnych grup wczesności.

W hipotezie roboczej założono, że opóźnianie zbioru prowadzi do spadku plonu ziarna, zależnego od cech osobniczych mieszańca.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Swadzim należącym do AR w Poznaniu w latach 2002–2004. Zostało założone w układzie bloków losowanych (split-plot), w 4 powtórzeniach.

Czynnik 1. rzędu – termin zbioru:

I termin – stadium czarnej plamki w dojrzewających ziarniakach

II–VI – kolejne terminy zbioru – co 2 tygodnie.

Czynnik 2. rzędu – odmiana:

PR39T68 – FAO 200, Oleńka – FAO 200, Matilda – FAO 240, Blask – FAO 240-250, Clarica – FAO 270, Anjou 258 – FAO 260-270.

Gleba pól doświadczalnych wg klasyfikacji PTG należy do gleb płowych typowych, wytworzonych z utworów polodowcowych – piasków gliniastych lekkich płytko zalegających na glinie lekkiej (12). Według klasyfikacji bonitacyjnej zaliczono ją do klasy IVa i IVb. Kukurydzę wysiewano po pszenicy ozimej, wykonując zabiegi uprawowe zgodnie z zasadami poprawnej agrotechniki dla tego gatunku i kierunku użytkowania.

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej stosując analizę wariancji w układzie split-plot oraz analizę regresji liniowej i wielokrotnej.

Wielkość poletek wynosiła 30,8 m<sup>2</sup>, do zbioru przeznaczano 15,4 m<sup>2</sup> – dwa środkowe rzędy roślin. Obsada roślin we wszystkich latach badań była podobna i wahała się od 7,9 do 8,4 szt./m<sup>2</sup>. Dojrzałość fizjologiczną ziarna określano na 10 kolejnych roślinach w rzędach brzeżnych poletka, na podstawie obecności czarnej plam-

ki u nasady ziarniaka widocznej po przełamaniu kolby. Produkcyjność rośliny kukurydzy wyliczono jako średnią z 25 roślin z poletka.

## WYNIKI

Przebieg warunków pogodowych w latach 2002 i 2003 był podobny. W obu latach czarna plamka pojawiła się w tych samych dniach dla mieszańców wczesnych i średnio wczesnych – odpowiednio 31.08 i 04.09. Natomiast mieszańce średnio późne fazę tę osiągnęły 09.09.2002 roku, a w 2003 o jeden dzień później. Rok 2004 był mniej korzystny dla uprawy kukurydzy, szczególnie w okresie wiosny i lata – czarna plamka pojawiła się dopiero 12.09 u odmian wczesnych, 17.09 u odmian średnio wczesnych i 27.09 u odmian średnio późnych.

Plony ziarna nie były wysokie, szczególnie niesprzyjający dla kukurydzy był przebieg warunków pogodowych w 2004 r. – chłody i susza trwały do trzeciej dekady lipca, natomiast w 2002 r. wystąpiły niedobory wody w okresie pylenia. W Polsce dostępność wody dla roślin decyduje o wysokości plonów w większym stopniu niż średnia temperatura (9). Odmiany plonowały zgodnie z zaszeregowaniem do grup wczesności, mieszańce wczesne były najmniej plenne, z kolei średnio późne najbardziej (tab. 1). W obrębie grup wczesności odmiana PR39T68 plonowała istotnie lepiej niż Oleńka (plon wyższy o 13,9%), Matilda wyżej o 6,0% niż Blask, a Clarica o 7,1% przewyższała odmianę Anjou 258.

Termin zbioru ziarna kukurydzy w istotny sposób decydował o plonie. Średnio w okresie 3 lat badań najwyższy plon uzyskano, gdy zbiór przeprowadzono 2 tygodnie po fazie „czarnej plamki” (średnio 83,3 dt·ha<sup>-1</sup>). Zarówno przyspieszenie zbioru, jak i jego opóźnienie prowadziło do istotnego spadku plonu. Różnica w plonach pomiędzy optymalnym – drugim terminem zbioru a pozostałymi wahała się od 6,1 dt/ha (7,3%) w sytuacji opóźnienia zbioru o 4 tygodnie po stadium czarnej plamki

Tabela 1

Plon ziarna średnio z lat 2002–2004 (dt·ha<sup>-1</sup>)  
Grain yield – mean for 2002–2004 (dt·ha<sup>-1</sup>)

Odmiana; Variety (B)	Termin zbioru; Harvest time (A)						Średnio Mean
	I	II	III	IV	V	VI	
PR39T68	67,3	77,0	69,4	66,3	65,7	61,5	67,9
Oleńka	60,9	67,3	61,0	59,5	56,2	52,8	59,6
Blask	72,5	81,0	78,1	78,3	75,3	72,3	76,2
Matilda	81,2	84,8	79,7	83,2	80,5	75,4	80,8
Anjou 258	83,3	88,9	84,7	84,7	82,2	80,7	84,1
Clarica	86,4	101,0	90,3	90,5	88,2	84,3	90,1
Średnio; Mean	75,3	83,3	77,2	77,1	74,7	71,2	-
NIR LSD ( $\alpha = 0,05$ )	A = 4,74						B = 1,67
	A×B = 4,09			B×A = 6,04			

do 12,1 dt·ha<sup>-1</sup> (14,5%), gdy zbiór opóźniono o 10 tygodni (VI termin zbioru). Zbiór w fazie dojrzałości fizjologicznej spowodował utratę 8,0 dt·ha<sup>-1</sup> ziarna, co stanowiło 9,6% plonu zebranego w optymalnym terminie.

Wykazane współdziałanie terminu zbioru z odmianą sprawiało, że w przypadku odmian PR39T68, Oleńka i Clarica istotny spadek plonu względem uzyskanego w drugim terminie stwierdzono przy opóźnieniu zbioru o 2 tygodnie, natomiast u odmiany Anjou 258 taki efekt wystąpił po 6 tygodniach, a u odmian Blask i Matylda po 8 tygodniach.

Wilgotność ziarna przy zbiorze zmniejszała się istotnie wraz z opóźnieniem zbioru aż do V terminu, po czym istotnie wzrastała (tab. 2). Największy spadek wilgotności ziarna, średnio w 3 latach badań o 4,7%, wystąpił przy opóźnieniu zbioru o 2 tygodnie od fazy czarnej plamki. Dalsze dwutygodniowe opóźnienia nie obniżały wilgotności ziarna o więcej niż 1,5%.

Tabela 2

Wilgotność ziarna (%) średnio z lat 2002–2004  
Grain moisture (%) – mean for 2002–2004

Odmiana; Variety (B)	Termin zbioru; Harvest time (A)						Średnio Mean
	I	II	III	IV	V	VI	
PR39T68	29,8	24,4	22,6	23,5	21,7	23,4	24,2
Oleńka	30,2	25,9	25,3	25,1	23,6	23,9	25,7
Blask	35,0	29,7	28,7	27,7	25,5	26,2	28,8
Matylda	32,1	26,5	25,2	25,0	23,2	24,1	26,0
Anjou 258	33,4	30,4	29,6	28,3	27,7	27,4	29,5
Clarica	35,9	30,8	29,6	27,5	26,4	26,3	29,4
Średnio; Mean	32,7	28,0	26,8	26,2	24,7	25,2	
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ )	A = 0,31						B = 0,21
	A*B = 0,52			B*A = 0,56			

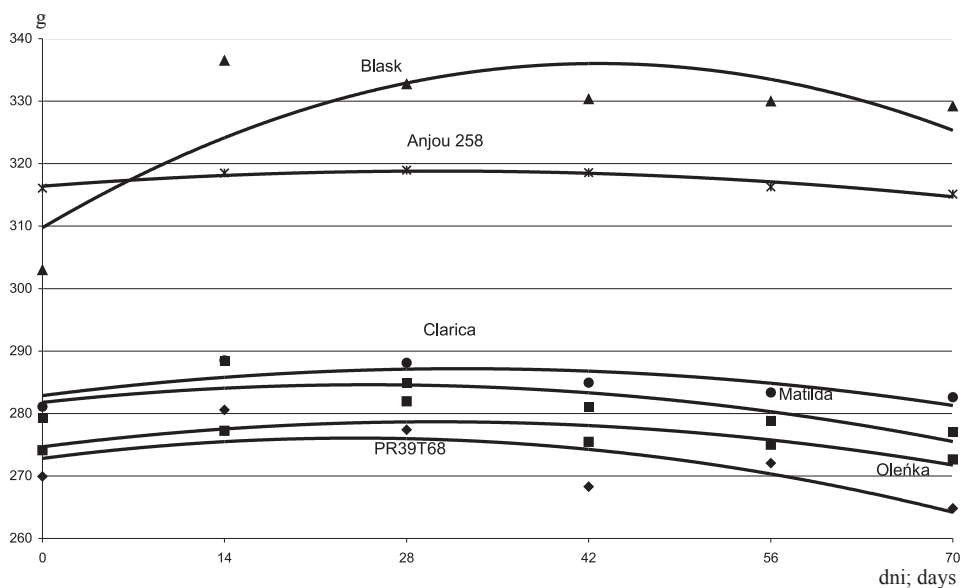
Wpływ opóźniania zbioru na wilgotność ziarna u badanych odmian był różny. Na podstawie równań regresji stwierdzono, że mieszańce wczesne: PR39T68 oraz Oleńka charakteryzowała niższa wilgotność ziarna niż pozostałe odmiany, a najniższą zawartość wody w ziarnie – odpowiednio 22,0% i 23,9% – osiągnęły po upływie 47 i 56 dni od stadium czarnej plamki (tab. 3). Mieszańiec średnio późny Blask minimalną wilgotność ziarna osiągnął po 61 dniach od stadium czarnej plamki. Odmiana Matylda wyróżniała się pod tym względem i najmniejszą zawartość wody w ziarnie, wynoszącą 23,5%, osiągnęła nawet wcześniej niż wczesna Oleńka, już po 53 dniach. Ziarno odmian średnio późnych najwolniej oddawało wodę, Clarica minimum wilgotności osiągnęła po upływie 63 dni, natomiast Anjou 258 jeszcze później, bo po 66 dniach od stadium czarnej plamki, a jej ziarniaki zawierały wtedy 27,4% wody.

Tabela 3

Równania regresji zmian wilgotności ziarna w zależności od opóźnienia terminu zbioru oraz wartości minimalne funkcji  
 Regression equations of grain moisture changes depending on harvest time delay and minimum values of function

Odmiana Variety	Równania regresji Regression equation	Współczynniki determinacji Determination ratios	Minimum funkcji Minimum of function	
			x	y
PR39T68	$y = 0,0033x^2 - 0,309x + 29,185$	0,89	46,8	22,0
Oleńka	$y = 0,0018x^2 - 0,203x + 29,602$	0,91	56,4	23,9
Blask	$y = 0,0023x^2 - 0,2786x + 34,445$	0,95	60,6	26,0
Matilda	$y = 0,0028x^2 - 0,2967x + 31,408$	0,93	53,0	23,5
Anjou 258	$y = 0,0013x^2 - 0,1717x + 33,117$	0,98	66,0	27,4
Clarica	$y = 0,0023x^2 - 0,29x + 35,421$	0,98	63,0	26,3

Masa 1000 ziarniaków większości odmian zmieniała się w zależności od terminu zbioru (rys. 1). Dla odmian wczesnych maksimum wartości stwierdzono po 24 dniach – PR39T68 i 30 dniach – Oleńka od stadium czarnej plamki (tab. 4). Odmiany średnio wczesne Blask i Matilda były jeszcze bardziej zróżnicowane pod tym względem. Odmiana Matilda, o największej masie 1000 ziarn, maksimum tej cechy osiągnęła po 25 dniach, natomiast Blask dopiero po 43 dniach od stadium czarnej plamki. Odmiany średnio późne, charakteryzujące się dużą masą 1000 ziarn, Anjou 258 i Clarica maksimum MTZ osiągały po upływie około miesiąca od daty pierwszego terminu zbioru (odpowiednio po 31 i 33 dniach).



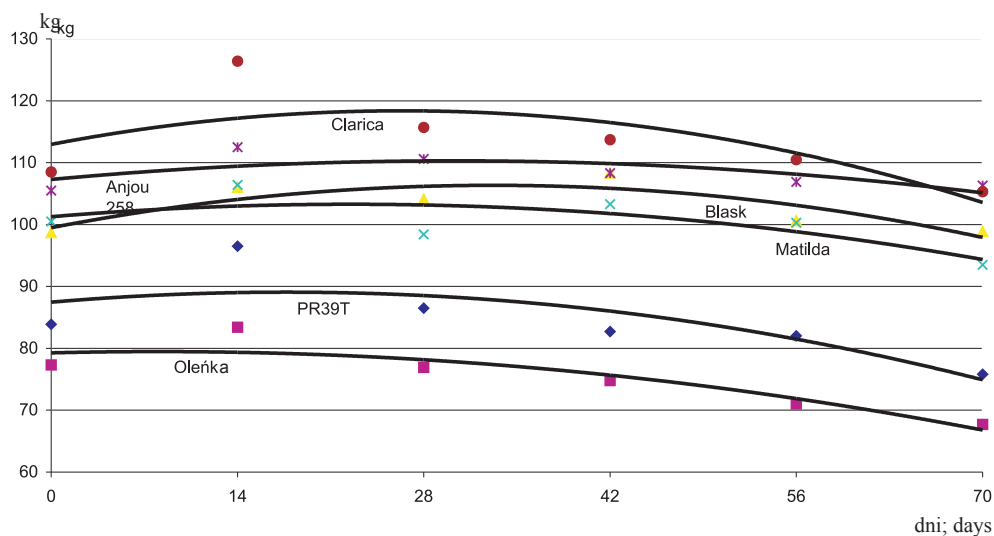
Rys. 1. Masa 1000 ziarn w zależności od odmian i terminów zbioru  
 1000 kernels weight (g) depending on varieties and harvest date

Tabela 4

Równania regresji oraz współczynniki determinacji zmian masy 1000 ziarn w zależności od opóźnienia terminu zbioru oraz wartości maksymalne funkcji  
 Regression equations and determination ratios of 1000 kernels weight changes, depending on harvest time delay and maximum of function values

Odmiana Variety	Równania regresji Regression equation	Współczynniki determinacji Determination ratios	Maksimum funkcji Maximum of function	
			x	y
PR39T68	$y = -0,0056x^2 + 0,2705x + 272,81$	$R^2 = 0,56$	24,2	276,1
Oleńka	$y = -0,0044x^2 + 0,2645x + 274,68$	$R^2 = 0,63$	30,1	278,6
Blask	$y = -0,0144x^2 + 1,23x + 309,75$	$R^2 = 0,64$	42,7	336,0
Matilda	$y = -0,0045x^2 + 0,2255x + 281,78$	$R^2 = 0,62$	25,1	284,6
Anjou 258	$y = -0,0026x^2 + 0,1593x + 316,39$	$R^2 = 0,91$	30,6	318,8
Clarica	$y = -0,0041x^2 + 0,2671x + 282,87$	$R^2 = 0,58$	32,6	287,2

Produkcyjność pojedynczej rośliny zależała od odmiany i terminu zbioru (rys. 2). Najwyższą produktywnością, niezależnie od terminu zbioru, charakteryzowała się odmiana Clarica, a najniższą Oleńka. Opóźnianie terminu zbioru prowadziło do spadku produktywności pojedynczej rośliny badanych odmian, jednak po upływie różnej liczby dni od stadium czarnej plamki (tab. 5). U roślin odmiany Oleńka okres ten wynosił osiem dni, u odmiany PR39T68 – około 18 dni, natomiast u odmian średnio wczesnych 22 dni (Matilda) i 33 dni (Blask). Rośliny odmian średnio późnych osiągały najwyższą produktywność po 26 i 30 dniach od fazy czarnej plamki (odpowiednio Clarica i Anjou 258). Produkcyjność roślin zależała zatem od długości okre-



Rys. 2. Produkcyjność rośliny w zależności od odmiany i terminu zbioru  
 Plant productivity depending on variety and harvest date

Tabela 5

Równania regresji i współczynniki determinacji oraz wartości maksimum funkcji dla produktywności rośliny w zależności od odmiany i terminu zbioru

Regression equations, determination ratios and maximum of function for single plant productivity depending on harvest time and variety

Odmiana Variety	Równania regresji Regression equation	Współczynniki determinacji Determination ratios	Maksimum funkcji Maximum of function	
			x	y
PR39T68	$y = -0,0052x^2 + 0,1831x + 87,457$	$R^2 = 0,64$	17,6	89,1
Oleńka	$y = -0,0033x^2 + 0,0527x + 79,264$	$R^2 = 0,84$	8,0	79,5
Blask	$y = -0,0062x^2 + 0,4125x + 99,493$	$R^2 = 0,72$	33,3	106,4
Matilda	$y = -0,004x^2 + 0,1786x + 101,27$	$R^2 = 0,58$	22,3	103,3
Anjou 258	$y = -0,0033x^2 + 0,1988x + 107,29$	$R^2 = 0,51$	30,1	110,3
Clarica	$y = -0,0078x^2 + 0,4112x + 112,95$	$R^2 = 0,55$	26,4	118,4

su ich wegetacji. Odmiany średnio późne charakteryzowała najwyższa produktywność, natomiast wczesne najniższa.

Liczba kolb zawiązywanych przez rośliny odmian wczesnych i średnio wczesnych na 1 m<sup>2</sup> była podobna, natomiast odmiany średnio późne wytwarzały ich istotnie więcej (tab. 6). Największą liczbą ziarn charakteryzowały się kolby odmian średnio wczesnych, a najmniejszą wczesnych.

Spośród komponentów plonu najbardziej stabilna w latach okazała się liczba kolb na jednostce powierzchni (tab. 7). Odmiany wczesne, a zwłaszcza średnio późne wykazywały mniejszą zmienność liczby kolb na 1 m<sup>2</sup> niż odmiany z grupy średnio wczesnych. Wartości minimalne i maksymalne liczby kolb na jednostce powierzchni wskazują, że cecha ta nie zależy od długości wegetacji poszczególnych odmian. Liczba ziarn w kolbie i masa 1000 ziarn były wyraźniej związane z czynnikami środowiska w latach prowadzenia badań. Najmniejszą zmienność tych cech obserwowano w grupie odmian wczesnych, natomiast największą u odmian średnio późnych. Wartości maksymalne obu komponentów plonowania układały się zgodnie

Tabela 6

Liczba kolb (szt.·m<sup>-2</sup>) oraz liczba ziarn w kolbie (szt.)  
Number of ears (pcs/m<sup>2</sup>) and number of kernels per ear (pcs)

Grupa mieszańców Hybrid group	Liczba kolb Number of ears	Liczba ziarn w kolbie Number of kernels per ear
Wczesne; Early	7,35	441
Średnio wczesne; Medium early	7,34	501
Średnio późne; Medium late	7,59	475
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ )	0,100	10,5

Tabela 7

Współczynniki zmienności i charakterystyki statystyczne plonu i komponentów plonowania dla grup odmian zbieranych w II terminie  
Variation coefficients and statistical characteristics of yield and yield components for groups of varieties harvested in the second term

Cecha Feature	Grupa mieszańców Hybrid group	Wartości; Values	SD	CV %
		min–max		
Liczba kolb (szt. · m <sup>-2</sup> ) Number of ears (pcs/m <sup>2</sup> )	wczesne; early	5,9–7,7	0,5	7,2
	średnio wczesne medium early	5,9–8,1	0,8	10,8
	średnio późne medium late	6,6–8,1	0,5	6,6
Liczba ziarn w kolbie (szt.) Number of kernels in ear	wczesne; early	380–513	40,7	9,1
	średnio wczesne medium early	417–555	46,3	9,4
	średnio późne medium late	388–560	53,2	11,3
MTZ 1000 kernels weight (g)	wczesne; early	241,7–298,7	18,2	6,5
	średnio wczesne medium early	270,9–331,1	23,5	7,5
	średnio późne medium late	189,5–350,2	40,2	13,2
Plon Yield (dt · ha <sup>-1</sup> )	wczesne; early	64,5–81,7	6,6	9,1
	średnio wczesne medium early	74,5–90,7	6,1	7,4
	średnio późne medium late	85,4–103,4	6,3	6,7

z oczekiwaniami, najniższe wystąpiły w grupie odmian wczesnych, najwyższe – średnio późnych. Plon ziarna był najstabilniejszą z ocenianych cech. Wartości minimalne i maksymalne plonu układały się zgodnie z grupami wczesności odmian. Najmniejszą zmienność plonowania obserwowano u odmian z grupy średnio późnych, natomiast największa wystąpiła u odmian wczesnych. Należy jednak podkreślić, że współczynniki zmienności dla wszystkich grup były niskie.

Wysokość plonów odmian należących do grupy wczesnych najsilniej związana była z liczbą ziarn w kolbie (tab. 8). W grupie odmian średnio wczesnych o plonach w największym stopniu decydowała liczba kolb na jednostce powierzchni, podczas gdy u odmian średnio późnych liczba ziarn w kolbie. Dla wszystkich grup wczesności wykazano, że masa 1000 ziarn jest ujemnie związana z plonem. Oddziaływanie tej cechy na plon miało różną siłę, najsłabsze było w grupie odmian średnio wczesnych.



Tabela 8

Znormalizowane cząstkowe współczynniki regresji wielokrotnej (BJ) plonu i komponentów plonowania dla grup mierzających w drugim terminie zbioru  
 Partial multiple regression coefficients for yield and yield components for maturity groups at the second harvest date

Grupa mierzających Maturity group	Liczba kolb (szt.·m <sup>-2</sup> ) Number of ears (pcs/m <sup>2</sup> )	Liczba ziarn w kolbie (szt.) Number of kernels in ear	MTZ 1000 kernels weight (g)
Wczesne; Early	0,27	0,57	-0,44
Średnio wczesne Medium early	0,46	0,31	-0,005
Średnio późne Medium late	-0,10	0,90	-0,38

## DYSKUSJA

Dojrzewanie kukurydzy obejmuje kilka faz, początkowo przemiany fizjologiczne, a po osiągnięciu stadium czarnej plamki procesy natury fizycznej. Późniejsze zmniejszenie masy ziarniaków wynika głównie z utraty wody. Stadium czarnej plamki jest wskaźnikiem dojrzałości roślin kukurydzy. Obszar w okolicy nasady ziarniaka staje się ciemny na skutek załamania się i kompresji kilku warstw komórek, efektem tego jest zamknięcie kanalików doprowadzających asymilaty i zatrzymanie ich transportu do ziarniaka. Z pojawieniem się czarnej plamki łączy się osiągnięcie przez ziarniaki maksymalnej zawartości suchej masy. W stadium to jako pierwsze wchodzi ziarniaki znajdujące się na wierzchołku kolby, natomiast jako ostatnie duże ziarniaki znajdujące się u podstawy. W warunkach stresowych ziarniaki osadzone w wierzchołkowej części kolby stosunkowo wcześniej osiągają tę fazę. Jest to mechanizm uruchamiany przez roślinę, która w trudnych warunkach redukuje wytwarzanie drobnych, najmniej wartościowych ziarniaków (1).

Uzyskane wyniki wskazują na zmiany w procesach towarzyszących dojrzewaniu współczesnych odmian kukurydzy. Stadium czarnej plamki w badaniach własnych wystąpiło przy wilgotności wahającej się od 29,8% dla odmiany wczesnej PR39T68 do 35,9% dla średnio późnej Clarica. W badaniach Michalskiego i in. (11) wskaźnik fizjologicznej dojrzałości pojawiał się przy znacznie wyższej (37–38%) wilgotności ziarna.

Prezentowane obserwacje własne udowadniają dość dużą stabilność plonowania wszystkich odmian niezależnie od ich wczesności. Wykazano jednak pewne zróżnicowanie wyrażające się tym, iż odmiany wczesne charakteryzowała silniejsza zależność plonowania od warunków, w jakich prowadzono badania, niż odmiany późniejsze. Była to reakcja odmienna od stwierdzonej we wcześniejszych badaniach prowa-

dzonych w AR w Poznaniu, gdzie większą zależność plonowania i wilgotności ziarna od przebiegu warunków pogodowych wykazywały odmiany późniejsze (9).

Przeprowadzone doświadczenia potwierdzają istnienie ścisłej zależności pomiędzy długością okresu wegetacji mieszańców i ich plonowaniem. Plon ziarna wykazywał niewielką zmienność i najstabilniejsze pod tym względem były odmiany z grupy średnio późnych.

Ponadto w badaniach własnych wykazano, że optymalny termin zbioru kukurydzy ziarnowej przypada 2 tygodnie po stadium czarnej plamki. Zarówno przyspieszanie, jak i opóźnianie zbioru prowadziło do strat plonu, które wahały się od 7,3% do 14,5% plonu uzyskanego w terminie optymalnym. Opóźnianie zbioru o 2 miesiące, w badaniach amerykańskich, prowadziło do podobnego spadku plonu ziarna, który średnio wynosił 13% (4). Należy podkreślić, że w cytowanych badaniach, podobnie jak w doświadczeniach własnych, zasadnicze straty plonu nastąpiły w trakcie drugiego miesiąca pozostawiania niezebranego ziarna na polu. Z kolei w badaniach Michałskiego i in. (11) straty plonu wynikające z opóźniania zbioru wynosiły od 1,7 do 6,0 dt·ha<sup>-1</sup> w zależności od lat i liczby dni po optymalnym terminie.

Wzrost plonu, jaki nastąpił w okresie 2 tygodni po osiągnięciu dojrzałości fizjologicznej, objawiającej się pojawieniem się czarnej plamki u nasady ziarniaków, wynikał z nierównomiernego wchodzenia w tę fazę poszczególnych ziarniaków na kolbie. O zbiorze decydowano po stwierdzeniu ciemnego wybarwienia tarczki zarodkowej ziarniaków w środkowej części kolby, podczas gdy w dolnej części kolby jeszcze trwał proces nalewania ziarna. Natomiast spadki plonu, które wystąpiły na skutek dalszego opóźniania zbioru, mogły wynikać z rozwoju grzybów z rodzaju *Fusarium*, jak również z tzw. „mystery yield losses – tajemniczych spadków plonu” (15). Badania prowadzone w Purdue University wykazały istotne straty plonu ziarna, gdy rośliny pozostawiano na polu w celu obniżenia wilgotności ziarna, po osiągnięciu dojrzałości fizjologicznej. Wydaje się, że przyczyną mogą być procesy spalania zgromadzonych asymilatów przez oddychający zarodek w warunkach wyższej wilgotności. Oddychanie jest największe, gdy wilgotność ziarna jest bliska 50%, natomiast spada do minimum przy wilgotności 15,5% (1). Szczególnie duże straty zachodzą w wyższych temperaturach powietrza. Wyniki badań amerykańskich wykazały 1% stratę masy ziarna na każdy punkt spadku wilgotności w granicach 18–28%. Podobne rezultaty uzyskali Elmore i Roeth (6), którzy obserwowane straty przypisywali oddychaniu żywych zarodków, które pod działaniem wysokiej temperatury w suszarni obumierają, w wyniku czego plon ziarna się stabilizuje. Badania własne potwierdzają wystąpienie tego zjawiska w warunkach Wielkopolski, czego dowodem jest systematyczny spadek masy 1000 ziarn, obserwowany w zależności od mieszańca po upływie 28–42 dni od pojawienia się czarnej plamki u nasady ziarniaka.

Również we wcześniejszych badaniach prowadzonych w AR Poznań (16) dla większości odmian wykazano ujemną korelację pomiędzy długością okresu od dojrzałości woskowej do pełnej a plonem ziarna, jedynie dla średnio późnej odmiany Dea zależność ta była odwrotna.

Innym wskaźnikiem dojrzałości ziarna kukurydzy jest jego wilgotność. Jak podają Aldrich i in. (1) ziarno kukurydzy nie osiąga maksymalnej suchej masy, zanim jego wilgotność nie spadnie poniżej 35%, a nawet 30%, jak to ocenia się dla rejonu Corn Belt, czy 28% w innych rejonach. Powyższe wartości graniczne wilgotności ziarna są również wskaźnikami dojrzałości ziarna kukurydzy.

Wilgotność ziarna w prezentowanych badaniach wahała się w zależności od odmiany i terminu zbioru od 21,7% dla odmiany PR39T68 zbieranej w V terminie do 35,9% dla odmiany Clarica zbieranej w stadium czarnej plamki. W badaniach Doerge (4) wilgotność ziarna wyraźnie spadała na skutek opóźnienia zbioru o miesiąc, dalsze opóźnianie zbioru nie powodowało już istotnego zmniejszenia zawartości wody. Autor ten stwierdził, że opóźnienie zbioru o 2 miesiące powodowało średnio 6,3% ubytek wody z ziarna, z czego 5,8% przypadało na pierwszy miesiąc, a zaledwie 0,5% na drugi. Badania te prowadzono w warunkach, w których ziarno ostatecznie wymagało niewielkiego dosuszania po zbiorze (spadek wilgotności z 23,8 do 18,0%). Opóźnienie zbioru o 10 tygodni od stadium czarnej plamki, w warunkach Wielkopolski, prowadziło do 7,8-procentowego ubytku wody. Największy spadek wilgotności stwierdzono po upływie 2 tygodni od stadium czarnej plamki i wynosił on 4,7%, a opóźnienie zbioru do ostatniego z badanych terminów powodowało niewielki, 0,5% wzrost zawartości wody w ziarnie.

Pozostawianie kukurydzy na polu po osiągnięciu dojrzałości fizjologicznej przez rośliny w celu obniżenia wilgotności ziarna może prowadzić do negatywnych skutków zarówno w kwestii wysokości, jak i jakości plonu. Zagrożenie takie pojawia się, gdy łodygi i kolby roślin są porażone przez choroby i szkodniki, które w tym czasie intensywnie się rozwijają (3). Przy późnym zbiorze uzyskuje się ziarno gorszej jakości, gdyż wzrasta w nim zawartość mikotoksyn.

W warunkach przeprowadzonych doświadczeń produktywność pojedynczej rośliny zależała od genotypu, najwyższą produktywnością charakteryzowały się odmiany średnio późne, natomiast najniższą wczesne. Opóźnianie zbioru prowadziło do spadku produktywności pojedynczej rośliny, po upływie różnej dla badanych odmian liczby dni od stadium czarnej plamki.

Plon ziarna kukurydzy zależy od liczby kolb na jednostce powierzchni, liczby ziarn w kolbie oraz masy 1000 ziarn. Dla wszystkich grup wczesności wykazano ujemne oddziaływanie czynników warunkujących wysoką masę 1000 ziarn na plony ziarna, najsłabiej zaznaczyło się to w grupie odmian średnio wczesnych. Taki rezultat jest zgodny z oczekiwaniami, ponieważ duża masa 1000 ziarniaków charakteryzuje rzadkie siewy, a zwłaszcza gorsze zaziarnienie kolb, warunki nie sprzyjające plonowaniu (2, 7, 14). W badaniach argentyńskich (5) masa ziarniaków u większości odmian uczestniczących w doświadczeniach nie wpływała istotnie na plon, natomiast w przypadku jednej odmiany plon był ujemnie skorelowany z tą cechą. W warunkach Wielkopolski plonowanie odmian należących do grupy wczesnych i średnio późnych najsilniej związane było z liczbą ziarn w kolbie, podczas gdy w grupie odmian średnio wczesnych z liczbą kolb na jednostce powierzchni.

## WNIOSKI

1. Optymalny termin zbioru kukurydzy na ziarno przypada 2 tygodnie po osiągnięciu dojrzałości fizjologicznej – stadium czarnej plamki. Zarówno przyspieszanie, jak i opóźnianie zbioru powoduje zmniejszenie plonu ziarna i taką reakcję stwierdzono u wszystkich mieszańców niezależnie od ich wczesności.

2. Opóźnianie zbioru, w zależności od mieszańca, poza 47–66 dzień od stadium czarnej plamki powodowało zwiększanie wilgotności ziarna.

3. Niekorzystny wpływ opóźniania zbioru obserwowano również względem produktywności pojedynczej rośliny i masy 1000 ziarn.

4. Mieszańce porównywanych grup wczesności charakteryzowały się na ogół mniejszą zmiennością plonu ziarna niż pojedynczych komponentów plonowania.

5. Najważniejszym komponentem plonowania dla mieszańców wczesnych i średnio późnych okazała się liczba ziarn w kolbie, a dla średnio wczesnych liczba kolb na jednostce powierzchni i liczba ziarn w kolbie. U mieszańców wszystkich grup wczesności stwierdzono ujemny związek plonu z masą 1000 ziarn.

## LITERATURA

1. Aldrich S.R., Scott O.W., Leng E.R.: Modern corn production. Illinois, 1982.
2. Borowiecki J., Machul M., Małyśiak B.: Plonowanie nowych odmian kukurydzy na ziarno w zależności od gęstości siewu. Pam. Puł., 1999, **117**: 49-59.
3. Butzen S.: Maintaining Corn Grain Quality Through Harvest Drying. Crop Insights, 2003, **13(7)**: 1-4.
4. Doerge T.: Effects of Harvest Delays on Corn Hybrid Performance. Crop Insights, 2005, **15(12)**: 1-4.
5. Echarte L., Luque S., Andrade F.H., Sadras V.O., Cirilo A., Otegui M.E., Vega C.R.C.: Response of maize kernel number to plant density in Argentinean hybrids released between 1965 and 1993. Field Crop Res., 2000, **68**: 1-8.
6. Elmore R.W., Roeth F.: Corn Grain Yield and Kernel Weight Stability After Black Layer. 2002 <http://nasweb.phibred.com/ais/crops/corn/harvest/losses/g1398.htm>.
7. Lipski S.: Uprawa kukurydzy w dużym zagęszczeniu ze stosowaniem etefonu. Pam. Puł., 2000, **121**: 101-116.
8. Michalski T.: Metody oceny plonu kukurydzy oraz jego wartości pokarmowej. Biul. IHAR, 1979, **136**: 111-123.
9. Michalski T., Sulewska H., Waligóra H., Dubas A.: Reakcja odmian kukurydzy uprawianej na ziarno na zmienne warunki pogodowe. Rocz. Nauk Rol., Seria A, 1996, **112(1-2)**: 103-111.
10. Michalski T.: Wartość pastewna plonów kukurydzy w zależności od sposobów i terminów zbioru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **450**: 133-162.
11. Michalski T., Perkowski J., Stachowiak J.: Yielding of grain maize and presence of fusarium toxins in dependence on harvest time. J. Plant Protect. Res., 2000, **3(40)**: 271-279.
12. Mocek A., Drzymała S., Maszner P.: Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR Poznań, 1997.
13. Niedziółka I.: Kompleksowa technologia zbioru kukurydzy na ziarno. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1995, **424**: 195-200.

14. Oleksy A., Szmigiel A.: Plonowanie odmian kukurydzy uprawianej na ziarno w warunkach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Zesz. Nauk. AR Kraków, 2001, **383**: 49-59.
15. Reese K., Butzen S.: Mystery yield loss – is it real? Crop Insights, 1996, **6(16)**: 1-5.
16. Sulewska H.: Yielding and plant development of different maturity maize hybrids depending on weather conditions in middle-western Poland. Short communications of ESA fifth Congress 28 June – 2 July Nitra 1998, **1**: 97-98.

#### RESEARCH ON REACTION OF MAIZE VARIETIES TO DELAY OF HARVEST DATE

##### Summary

A field trial has been carried out in the Experimental Station of Poznań Agricultural University in Swadzim, in 2002–2004. The aim of the experiment was to evaluate the changes of maize yielding as influenced by harvest date delay and to find the relations between the yield and its components for hybrids from different maturity groups. It was shown that delay in harvest date, especially 8–10 weeks after black layer stage, decreased grain yield. This reaction has been found at all hybrids of all maturity groups. Delay of harvest, depending on hybrid, over 47–66 days after black layer stage increased grain moisture.

It was also observed unfavourable effect of the harvest delay on productivity of single plant and weight of 1000 kernels. Comparison of maturity groups showed higher variation of a single yield component than the grain yields. The most important yield component for early and medium-late hybrids was number of kernels per ear, whereas for medium-early hybrids number of ears per m<sup>2</sup> and number of kernels per ear were the most important components. For all maturity groups it was found negative relation between yield and 1000 kernels weight.

*Praca wpłynęła do Redakcji 10 X 2005 r.*