

MARIAN MACHUL**KRYSTYNA MAGNUSZEWSKA**

Zakład Uprawy Roślin Pastewnych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Wpływ elementów plonowania na zróżnicowanie plonów ziarna wybranych odmian kukurydzy w warunkach zwiększonej obsady roślin

Effects of yield components on grain yield differentiation in selected maize varieties at increased plant density

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 1999–2001, w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Błoniu-Topoli. W badaniach uwzględniono pięć odmian kukurydzy: Janna, Dragon, Mieszko, LG 2244 i Costella oraz cztery gęstości siewu: 70, 90, 110 i 130 tys. ziaren/ha. Strukturę plonu określano na 10 kolbach każdego poletka. W oparciu o metodykę zaprezentowaną przez Rudnickiego (2000), dokonano oceny wpływu elementów plonowania na bezwzględne (dt/ha) i względne (%) różnice plonów ziarna w stosunku do najmniejszej obsady i najniżej plonującej odmiany. Lepsze plonowanie kukurydzy w warunkach zwiększonej obsady wynikało ze wzrostu liczby kolb. Z tego tytułu plon ziarna zwiększył się (średnio dla obsad: 86, 105 i 123 tys. roślin/ha) o 11,6 dt/ha tj. o 12,4%. Zmniejszająca się w tych warunkach liczba ziaren w kolbie i masa 1000 ziaren powodowały obniżenie plonu ziarna odpowiednio o 2,1 i 1,1 dt/ha (o 2,3 i 1,1%). Większy plon ziarna czterech odmian kukurydzy (średnio o 17,6 dt/ha, tj. o 20,6%) w stosunku do plonu Janny, był spowodowany większą liczbą ziaren w kolbie — przyrost o 9,8 dt/ha (o 11,5%), lepszą dorodnością ziarna — o 4,0 dt/ha (o 4,7%) oraz przez większą liczbę kolb — przyrost o 3,8 dt/ha (o 4,4%). Udział poszczególnych elementów w kształtowaniu przyrostu plonu odmian był różny. Mała liczba ziaren w kolbie u odmiany Dragon i niska masa 1000 ziaren u odmiany Mieszko obniżały przyrost plonu ziarna tych odmian.

Słowa kluczowe: elementy plonowania, kukurydza, odmiany, plon ziarna, zagęszczenie roślin

Field trials were conducted in the years 1999–2001 at the Experimental Station in Błonie-Topola. Five maize cultivars: Janna, Dragon, Mieszko, LG 2244 and Costella at four sowing densities (70, 90, 110 and 130 thousand grains per 1 ha) were tested. The yield structure was analyzed on samples of ten cobs per plot. The impact of yield components on absolute (dt/ha) and relative (%) differences in grain yield, as related to both the lowest plant density and lowest yield, were estimated as described by Rudnicki (2000). Higher yielding of maize in the conditions of a higher plant density was due to a higher number of cobs per 1 m², which consequently increased the mean yield of grains by 11.6 dt/ha (12.4%). However, such a plant density caused both the reduction of a number of grains per cob and the weight of 1000 grains, which, in turn, decreased the total grain yield by 2.1 and 1.1 dt/ha (2.3 and 1.1%), respectively. Higher grain yield in four varieties (av. by 17.6 dt/ha; 20.6%), as compared with

that in var. Janna, resulted from a higher number of grains per cob (by 9.8 dt/ha; 11.5%), weight of a thousand grains (by 4.0 dt/ha; 4.7%), as well as from a higher number of cobs per 1 m² (by 3.8 dt/ha; 4.4%). A contribution of particular yield components to the total grain yield in the evaluated varieties was different. Both, a small number of grains per cob in var. Dragon and low weight of 1000 grains in var. Mieszko caused the substantial reduction of their yield, as compared with varieties Costella and LG 2244.

Key words: grain yield, maize, plant density, varieties, yield components

WSTĘP

Plon ziarna kukurydzy z jednostki powierzchni jest zdeterminowany przez liczbę kolb i masę ziarna z kolby. Z kolei plon ziarna z kolby jest kształtowany przez liczbę ziaren w kolbie i masę 1000 ziaren. Wraz ze zwiększeniem liczby roślin wzrasta liczba kolb, a więc i plon ziarna. Przekroczenie optymalnej obsady roślin wywołuje jednak niekorzystne zmiany w strukturze i w efekcie zmniejszenie plonu ziarna. W pewnym zakresie można ograniczyć spadek plonu, gdyż pogorszenie wartości jednej cechy może być kompensowane korzystniejszym wpływem innej cechy. Jednak samo określenie zmian w strukturze plonu jest niewystarczające dla uzasadnienia uzyskanych różnic w plonach. Bardziej interesujące jest wyznaczenie wpływu poszczególnych elementów struktury na kształtowanie plonu ziarna w zależności od czynników zewnętrznych.

Celem pracy jest określenie zmian w strukturze plonu i wyznaczenie wielkości wpływu elementów plonowania; liczby kolb, liczby ziaren w kolbie i masy 1000 ziaren, na różnice w plonach ziarna kilku odmian kukurydzy uprawianych w warunkach zróżnicowanej obsady roślin.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy przeprowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Błoniu-Topoli, w latach 1999–2001. Doświadczenia zakładano na glebie brunatnej zaliczonej do kompleksu pszenno-burakowego, klasa bonitacyjna II i IIIa. W badaniach uwzględniono pięć odmian kukurydzy o zróżnicowanej wczesności: Janna (FAO 190), Dragon (FAO 200), Mieszko (FAO 230), LG 2244 (FAO 240) i Costella (FAO 250) oraz cztery gęstości siewu: 70, 90, 110 i 130 tys. ziaren/ha. Doświadczenie zakładano metodą losowanych podbloków, w czterech powtórzeniach. Wielkość poletka do zbioru wynosiła 16,80 m². Nawożenie azotem w wysokości 120 N kg/ha zastosowano w dwóch terminach; 60 kg przedśiewnie i 60 N kg/ha w fazie szóstego liścia kukurydzy. Dawki nawozów fosforowych i potasowych wynosiły 80 kg P₂O₅/ha i 140 kg K₂O/ha. Zbiór kolb wykonano w dojrzałości pełnej ziarna. Podczas zbioru oznaczono liczbę roślin i liczbę kolb na 1 m² i określono plon ziarna przy 14% wilgotności. Ponadto z wszystkich poletek pobrano próby kolb (po 10 szt.) i po dosuszeniu ich wykonano strukturę plonu. W strukturze uwzględniono takie elementy jak: masę kolby, długość i średnicę kolby, liczbę ziaren w kolbie, masę 1000 ziaren i udział rdzenia kolbowego w masie kolby.

Dla plonu ziarna wykonano analizę wariancji, przy odtworzonych dla poszczególnych lat sumach kwadratów nieściśłości dla błędów, z wykorzystaniem programu AWAR (Filipiak, Wilkos, 1995). Wyniki dotyczące struktury plonu opracowano statystycznie przy pomocy komputerowego programu Statgraphics Plus 4,1. Ponadto w oparciu o metodykę zaprezentowaną przez Rudnickiego (2000), dokonano oceny wpływu elementów plonowania na bezwzględne (dt/ha) i względne (%) różnice plonów między badanymi odmianami i między gęstościami siewu. Oznaczono także procentowy udział elementów plonowania w zwiększeniu o 1 dt/ha plonów ziarna kukurydzy.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rzeczywista obsada była mniejsza od planowanej o 4,3 do 5,4% i przy wysiewie 70, 90, 110 i 130 tys./ha wynosiła odpowiednio 67, 86, 105 i 123 tys. roślin/ha (tab. 1). Uzyskane wyniki odnoszono do rzeczywistej obsady roślin.

W ujęciu syntetycznym stwierdzono istotny wpływ zagęszczenia roślin na plon ziarna kukurydzy (tab. 1).

Tabela 1

Plon ziarna kukurydzy, liczba roślin i kolb w zależności od odmiany i gęstości siewu
Grain yield of maize, plant population and number of cobs as affected by variety and sowing density

Czynnik Factor	Plon ziarna Grain yield t/ha	Liczba roślin w tys./ha Number of plants in thous./ha		Liczba kolb w tys./ha Number of cobs in thous./ha
		po wschodach after emergency	w czasie zbioru at harvest time	
Odmiana Variety				
Janna	8,56a	93,0a	92,1a	95,3a
Dragon	9,18b	95,4ab	94,8ab	98,0ab
Mieszko	9,73c	95,3ab	94,8ab	96,4ab
LG 2244	11,23d	97,5b	97,1b	98,5b
Costella	11,18d	97,3b	97,1b	101,3ab
Gęstość siewu w tys./ha Sowing density in thous./ha				
70	9,34a	67,7a	67,3a	81,6a
90	10,06b	86,6b	86,3b	93,5b
110	10,45c	105,5 c	104,8c	103,3 c
130	10,06b	123,0d	122,5d	113,4d

a, b, c — Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie między sobą dla $\alpha = 0,05$

a, b, c — Means followed by the same letters do not differ significantly $\alpha = 0.05$

Zwiększenie obsady roślin z 67 do 105 tys./ha powodowało istotny wzrost plonu z 9,34 do 10,45 t z ha. Dalszy wzrost liczby roślin do 123 tys./ha powodował istotny spadek plonu ziarna. Podobnie Begna i wsp. (1997) oraz Tetio-Kagho i Gardner (1988) wykazali, że plony ziarna kukurydzy wzrastały parabolicznie wraz ze zwiększeniem gęstości siewu, a zależność między plonem ziarna i obsadą roślin była opisana funkcją kwadratową. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono współdziałania między odmianami a obsadą roślin. Odmiany wykazywały podobną reakcję na zagęszczenie zasiewu, lecz różniły się poziomem plonowania. Najlepiej plonowały średnio wczesne odmiany LG 2244

i Costella, a ich plony były podobne (11,23 i 11,18 t/ha), natomiast najniższym poziomem plonowania charakteryzowała się wczesna odmiana Janna (8,56 t/ha). Plony ziarna odmian Dragon i Mieszko były pośrednie i wynosiły odpowiednio 9,18 i 9,73 t/ha.

Plon ziarna kukurydzy z jednostki powierzchni jest determinowany przez liczbę kolb, liczbę ziaren w kolbie i masę 1000 ziaren. Zmianie wielkości plonu, pod wpływem zagęszczenia roślin, towarzyszyła zmiana struktury plonu (tab. 2).

Tabela 2

Struktura kolby w zależności od odmiany i zagęszczenia roślin
Structure of a cob as affected by a variety and plant density

Czynnik Factor	Masa kolby Cob weight (g)	Wymiary kolby Size of cob		Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	Masa 1000 ziaren 1000 grains weight (g)	Udział osadki Percentage of corncob (%)	Liczba kolb na roślinie Number of cobs per plant
		długość length mm	średnica diameter mm				
Odmiana Variety							
Janna	111,5a	149,5a	37,1a	351ab	256b	13,9b	1,07
Dragon	113,5ab	154,0a	37,6ab	348a	264bc	12,4a	1,05
Mieszko	122,8bc	156,9a	39,7c	425d	228a	13,6b	1,04
LG 2244	125,9c	170,8b	38,1b	375bc	279c	13,8b	1,04
Costella	128,1c	156,5a	40,1c	393c	274c	12,7a	1,07
							r.n.
Obsada roślin tys. /ha Plant density thous. per ha							
67	128,0a	161,6	39,2a	397a	266	13,4	1,22d
86	125,1a	159,7	38,7ab	383ab	263	13,1	1,09c
105	114,6b	153,9	38,1b	372b	256	13,4	0,99b
123	113,9b	154,9	38,0b	361b	256	13,1	0,93a
		r.n.			r.n.	r.n.	

a, b, c, d — Patrz tabela 1; See Table 1

r.n. — Różnice nieistotne; Not significant differences

Zagęszczenie zasiewów powodowało wzrost liczby roślin i liczby kolb na jednostce powierzchni (tab. 1). Najmniejszą obsadę roślin i kolb odznaczała się odmiana Janna, z powodu słabszych wschodów (najmniejsza liczba roślin po wschodach) i stosunkowo największych ubytków roślin w czasie wegetacji. Liczba roślin u tej odmiany zarówno po wschodach, jak i podczas zbioru była istotnie niższa niż u Costelli i LG 2244. Stwierdzony u badanych odmian przyrost liczby kolb/ha był znacznie mniejszy niż wzrost liczby roślin. Uzyskane wyniki w tym względzie są zgodne z wynikami innych prac (Borczyk i Zając, 1988; Cox, 1996; Dubas i Michalski, 1983; Kruczek, 1983; Machul, 1988; Machul i Małyśiak, 1993), które wskazują na znacznie wolniejszy wzrost liczby kolb ze wzrostem zagęszczenia roślin. Dubas i Michalski (1983) wykazali ponadto, że w liczbie kolb produkcyjnych wystąpiły wyraźne różnice między odmianami w zależności od obsady roślin; u niektórych odmian, o niskim poziomie plonowania, wzrostowi liczby roślin na jednostce powierzchni nie towarzyszył wzrost liczby kolb.

Średnia liczba kolb na jednej roślinie (tab. 2) zmniejszała się z 1,22 przy zagęszczeniu 67 tys./ha do 0,93 w warunkach największego zagęszczenia, tj. 123 tys. roślin/ha. Oceniane odmiany charakteryzowały się podobną liczbą kolb przypadających na 1 roślinę.

Wzrost zagęszczenia roślin powodował istotne zmniejszenie masy kolby, jej średnicy i liczby ziaren w kolbie (tab. 2). Różnice w masie 1000 ziaren i długości kolby, pod wpływem wzrostu zagęszczenia (w przedziale od 67 do 123 tys. roślin/ha), nie zostały potwierdzone statystycznie, obserwowano jedynie tendencje do obniżenia się wartości tych cech. Liczba ziaren z kolby pozostaje w ścisłej relacji z liczbą ziaren w rzędzie i liczbą rzędów na kolbie. Zmniejszenie długości kolby pod wpływem zwiększenia obsady roślin powodujące spadek liczby ziaren w rzędzie, a także liczby ziaren z kolby obserwowali także Begna i in., 1997; Dubas i Michalski, 1983; Kruczek, 1983; Machul, 1988 oraz Tetio-Kagho i Gardner, 1988. Tetio-Kagho i Gardner, (1988) podają, że przy zmianie zagęszczenia średnio z 0,8 do 15,4 roślin/m² spadała liczba ziaren z 45 do 24 szt. (o 47%), zaś liczba ziaren z kolby zmniejszyła się z 717 do 312, tj. o 56%. Zmniejszenie średnicy kolby wraz ze wzrostem zagęszczenia, obserwowane także w badaniach własnych, nie zawsze prowadzi do zmniejszenia liczby rzędów na kolbie (Begna i in., 1997; Dubas i Michalski, 1983). W literaturze spotyka się rozbieżne na ten temat wyniki. Begna i wsp. (1997) podają, że wzrost obsady z 5 do 20 roślin/m² powodował spadek średnicy kolby, lecz nie zmieniał liczby rzędów na kolbie. Z kolei w badaniach Tetio-Kagho (1988), przy zwiększeniu zagęszczenia roślin średnio z 0,8 do 15,4 szt./m² wystąpiła redukcja liczby rzędów z 16 do 13, tj. o 18%. Zmniejszenie dorodności ziarna wraz ze wzrostem obsady roślin jest podkreślane w wielu pracach (Borczyk i Zając, 1988; Dubas i Michalski, 1983; Gretzmacher, 1979; Kruczek, 1983 oraz Machul, 1988 i 1993). Gretzmacher (1979) ponadto wskazuje, że zwiększenie liczby roślin z 3 do 25 na 1 m² powodowało spadek masy 1000 ziaren, aż o 58%. Natomiast Borczyk i Zając (1988) przy podobnej obsadzie jak w badaniach własnych (7–14 szt./m²) uzyskali mało wyraźne różnice w masie 1000 ziaren.

Zróznicowanie w poziomie plonów odmian znalazło swoje odzwierciedlenie w strukturze plonu (tab. 2). Odmiany najlepiej plonujące LG 2244 i Costella wykazywały kolby o największej masie, o najdorodniejszym ziarnie oraz o dużej (375 i 393) liczbie ziaren. Z kolei odmiany najniżej plonujące, Janna i Dragon odznaczały się niską masą kolb i masą 1000 ziaren oraz małą liczbą ziaren w kolbie. Natomiast odmiana Mieszko charakteryzowała się najwyższą liczbą ziaren w kolbie, lecz najmniejszą masą 1000 ziaren.

W oparciu o równania zaprezentowane przez Rudnickiego (2000), w metodzie pozwalającej wyznaczyć wpływ badanego czynnika na plony, dokonano oceny wpływu trzech elementów plonowania kukurydzy na różnice plonów ziarna między badanymi gęstościami i między odmianami. Wyznaczono wpływ liczby kolb, liczby ziaren w kolbie i masy 1000 ziaren na bezwzględny przyrost plonu (dt/ha) oraz na względne (%) różnice plonów. Oznaczono także procentowy udział elementów plonowania w różnicowaniu plonów. Różnice w plonach przy zmiennym zagęszczeniu porównywano z plonem przy obsadzie 67 tys. roślin/ha, zaś różnice w plonach ziarna odmian odnoszono do plonu najniżej plonującej odmiany Janna. Ze względu na ograniczenia redakcyjne objętości, w pracy nie zamieszczono równań i przykładowych obliczeń, a w tabelach 4 i 5 podano jedynie wyniki tych wyliczeń.

Lepsze plonowanie kukurydzy w warunkach zwiększonej gęstości siewu wynikało ze wzrostu liczby kolb (tab. 3). Z tego tytułu plon ziarna kukurydzy zwiększał się średnio o 11,6 dt/ha (tj. o 12,4%). Ten przyrost plonu wynikający ze wzrostu liczby kolb był duży i rekompensował z nadwyżką spadek plonu wynikający ze zmniejszenia liczby ziaren w kolbie i dorodności ziarna.

Tabela 3

Wpływ elementów plonowania na plon ziarna kukurydzy w warunkach zwiększonego zagęszczenia, w porównaniu do obiektu z obsadą 67 tys. roślin/ha
Effects of individual yield components on grain yield of maize at increased plant density as compared with the density 67 thous. per ha

Elementy plonowania Yield components	Obsada roślin tys./ha Plant density thous./ha			
	86	105	123	Średnio Mean
wpływ elementów plonowania na różnice plonów (dt/ha) impact of yield components on differences in yield (dt/ha)				
Liczba kolb Number of cobs	9,7	15,7	9,3	11,6
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-2,0	-2,8	-1,4	-2,1
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	-0,7	-1,8	-0,7	-1,1
Suma Sum	7,0	11,1	7,2	8,4
wpływ elementów plonowania na względne różnice plonów (%) effects of yielding components on relative differences in yield (%)				
Liczba kolb Number of cobs	10,4	16,9	9,9	12,4
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-2,2	-3,0	-1,5	-2,3
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	-0,7	-2,0	-0,7	-1,1
Suma Sum	7,5	11,9	7,7	9,0
udział elementów plonowania w zwiększeniu plonu (%) lub (kg/dt/ha) contribution of yield components to increase the yield (%) or (kg/dt/ha)				
Liczba kolb Number of cobs	139,0	141,9	128,9	136,6
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-29,4	-25,5	-19,7	-24,9
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	-9,6	-16,4	-9,2	-11,7
Suma Sum	100,0	100,0	100,0	100,0
Błąd oceny (%) Error of estimate (%)	7,47	7,34	6,85	—

Natomiast zmniejszającą się w tych warunkach liczba ziaren w kolbie i masa 1000 ziaren powodowały obniżenie plonu odpowiednio o 2,1 i 1,1 dt/ha (2,3 i 1,1%). Wpływ liczby kolb na plon ziarna wzrastał wraz ze zwiększeniem zagęszczenia łanu do 105 tys. roślin/ha, a więc do momentu, dopóki średnia liczba kolb z rośliny nie była mniejsza niż 1. Następnie

przy wzroście zagęszczenia ze 105 do 123 tys./ha ten wpływ liczby kolb na kształtowanie plonu ziarna uległ wyraźnemu zmniejszeniu z 16,9 do 9,9%.

Na przyrost plonu kukurydzy o 1 dt/ha w warunkach zwiększonej obsady roślin w porównaniu do obsady 67 tys. roślin/ha, składało się średnio 136,6 kg lub 136,6% (jeśli przyrost plonu podawany jest w kg na 100 kg) z tytułu większej liczby kolb oraz ograniczenie tych efektów o 24,9 kg z tytułu zmniejszenia się liczby ziaren w kolbie i o 11,7 kg wskutek obniżenia się dorodności ziarna. Udział tych elementów (tab. 3) był różny w zależności od obsady roślin. Błąd oceny wahał się od 6,85% do 7,47%.

Tabela 4

Wpływ elementów plonowania na różnice w plonach ziarna między odm. Janna a innymi odmianami kukurydzy
Effects of individual yield components on differences in grain yield of four maize varieties, as compared with that in var. Janna

Elementy plonowania Yielding constituents	Odmiana Variety				Średnio Mean
	Dragon	Mieszko	Costella	LG 2244	
wkład elementów plonowania w różnice plonów (dt/ha) contribution of yield components in yield differentiation (dt/ha)					
Liczba kolb Number of cobs	3,4	0,8	6,6	4,5	3,8
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-1,0	17,5	13,2	9,5	9,8
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	3,7	-6,7	6,4	12,7	4,0
Suma Sum	6,1	11,6	26,2	26,7	17,6
wpływ elementów plonowania na względne różnice plonów (%) effects of yield components on relative differences in yield (%)					
Liczba kolb Number of cobs	3,9	0,9	7,7	5,2	4,4
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-1,1	20,4	15,4	11,1	11,5
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	4,4	-7,8	7,5	14,8	4,7
Suma Sum	7,2	13,5	30,6	31,1	20,6
udział elementów plonowania w zwiększeniu plonu (%) o 1 dt/ha contribution of yield components to increase the yield (%) by 1 dt/ha					
Liczba kolb Number of cobs	55,1	6,9	25,1	16,9	26,0
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-16,0	150,6	50,3	35,5	55,1
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	60,9	-57,5	24,6	47,6	18,9
Suma Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Błąd oceny (%) Error of estimate (%)	0,98	2,03	1,37	4,26	—

Ocena wpływu elementów plonowania na różnice w plonach między badanymi odmianami (tab. 4) wykazała, że przyrost plonu ziarna odmiany Dragon o 6,1 dt/ha, tj.

o 7,2% w stosunku do plonu odmiany Janna, nastąpił wskutek większej masy 1000 ziaren i liczby kolb z jednostki powierzchni. Mniejsza liczba ziaren w kolbie obniżyła plon ziarna o 1 dt/ha (1,1%). Natomiast u odmiany Mieszko, niska masa 1000 ziaren powodowała zmniejszenie plonu o 6,7 dt/ha (7,8%) w porównaniu do obiektu kontrolnego (odmiany Janna), zaś przyrost plonu o 11,6 dt/ha (13,5%) wynikał przede wszystkim z wysokiej liczby ziaren w kolbie. Również u odmiany Costella różnica w plonie wynosząca 26,2 dt/ha (30,6%) była kształtowana w 50% przez liczbę ziaren w kolbie, a wpływ masy 1000 ziaren i liczby kolb był podobny i wynosił po około 25%. Z kolei przyrost plonu u odmiany LG 2244 o 26,7 dt/ha (31,1%) był wynikiem dodatniego wpływu wszystkich trzech elementów plonowania, lecz w największym stopniu decydowała tu masa 1000 ziaren. Znacznie mniejszy wpływ miała liczba ziaren w kolbie, zaś najmniejszy — liczba kolb.

Na przyrost plonu ziarna o 1 dt/ha u czterech odmian kukurydzy w porównaniu do odmiany Janna (tab. 4), składało się średnio 55,1 kg z tytułu większej liczby ziaren w kolbie, 26 kg z tytułu większej obsady kolb i 18,9 kg wskutek dorodniejszego ziarna. Udział elementów plonowania w kształtowaniu plonów ziarna był różny u badanych odmian kukurydzy. Powyższe oceny obarczone są błędem w granicy od 1 do 4,3%.

Według Rudnickiego (2000) niniejsza metoda może być zastosowana wówczas, gdy błąd oceny nie przekracza $12 \times \sqrt{n}$, gdzie n — oznacza liczbę elementów plonowania. Zarówno w ocenie wpływu elementów struktury plonu na różnice plonów ziarna między gęstościami jak i między odmianami, obliczone błędy oceny są zdecydowanie niższe od dopuszczalnych, co potwierdza przydatność zastosowanej metody w przeprowadzonej ocenie.

WNIOSKI

1. Porównywane odmiany kukurydzy nie różniły się reakcją na zagęszczenie siewu. Optymalną dla badanych odmian kukurydzy uprawianych na ziarno, okazała się obsada 105 tys. roślin/ha.
2. Najlepiej plonującymi odmianami kukurydzy były odmiany LG 2244 i Costella (11,23 i 11,18 t/ha), zaś najsłabiej — odmiana Janna (8,56 t/ha).
3. Wzrost zagęszczenia roślin z 67 do 123 tys./ha powodował istotne zmiany w strukturze plonu. Ze wzrostem obsady roślin zwiększała się liczba kolb z jednostki powierzchni, lecz zmniejszała się średnia liczba kolb na roślinie. Odnotowano także spadek masy i wielkości kolby (zwłaszcza średnicy), a także zmniejszenie liczby ziaren w kolbie. W tych warunkach długość kolby i masa 1000 ziaren wykazały tendencję do obniżenia wartości tych cech.
4. Przyrost plonu ziarna kukurydzy w warunkach zwiększonej obsady roślin; 86, 105 i 123 tys. roślin/ha, był wynikiem wzrostu liczby kolb z jednostki powierzchni, który z nadwyżką rekompensował spadek plonu ziarna spowodowany zmniejszeniem liczby ziaren w kolbie i obniżką dorodności ziarna.
5. U odmian wysoko plonujących LG 2244 i Costella większe plony były efektem korzystnych wartości wszystkich komponentów plonu, chociaż ich udział w tworzeniu

plonu był różny. Natomiast mała liczba ziaren w kolbie u odmiany Dragon, a u odmiany Mieszko niska masa 1000 ziaren, decydowały o mniejszym plonie ziarna.

LITERATURA

- Begna S. H., Hamilton R. I., Dwyer L. M., Stewart D. W., Smith D. L. 1997. Effects of population density on the yield and yield components of leafy reduced-stature maize in short-season areas. *J. Agron. Crop Sci.* 178: 103 — 110.
- Borczyk J., Zajac T. 1988. Wysokość i struktura plonu ziarna kukurydzy w zależności od obsady roślin i przycinania wierzchołkowej części pędu. *Mat. z sesji nauk. „Stan badań nad agrotechniką kukurydzy w Polsce”*. IUNG Puławy, cz. II: 64 — 69.
- Cox W. J. 1996. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. *Agron. J.* 88: 489 — 496.
- Dubas A., Michalski T. 1983. Wpływ gęstości siewu na plonowanie odmian kukurydzy uprawianych na ziarno. *Pam. Puł.* 81: 49 — 60.
- Filipiak K., Wilkos S. 1995. Obliczenia statystyczne. Opis systemu AWAR. IUNG Puławy, R (324).
- Gretzmacher R. 1979. Die Beeinflussung des morphologischen Ertragsaufbaues und der Ertragsleistung durch den Standraum bei Körnermais. *Bodenkultur*, t. 30, z. 3: 256 — 280.
- Kruczek A. 1983. Wpływ nawożenia azotem na plony ziarna kukurydzy w zależności od odmiany i gęstości siewu. *Pam. Puł.* 81: 105 — 118.
- Machul M. 1988. Reakcja dwu mieszańców kukurydzy na zróżnicowaną obsadę roślin w uprawie na kiszonkę i na ziarno. IUNG Puławy, R (239).
- Machul M., Małysiak B. 1993. Plonowanie kukurydzy uprawianej na kiszonkę z całych roślin, kiszonkę z kolb (CCM) i na ziarno w zależności od obsady roślin. *Pam. Puł.* 102: 91 — 104.
- Rudnicki F. 2000. Wyznaczanie wpływu elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. *Fragm. Agron.* 3 (67): 53 — 65.
- Tetio-Kagho F., Gardner F. P. 1988. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield, and yield adjustments. *Agron. J.* 80: 935 — 940.