

HANNA SULEWSKA, WIESŁAW KOZIARA, KAROLINA ŚMIATACZ, GRAŻYNA SZYMAŃSKA,
KATARZYNA PANASIEWICZ

Katedra Agronomii
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WPLYW GĘSTOŚCI SIEWU NA PŁONOWANIE ODMIAN KUKURYDZY O RÓŻNEJ KLASIE WCZESNOŚCI

EFFECT OF SOWING DENSITY ON YIELDING OF MAIZE VARIETIES
WITH DIFFERENT MATURITY CLASS

Streszczenie. Celem badań było określenie wpływu gęstości siewu na wielkość plonu ziarna odmian kukurydzy o różnej klasie wczesności. Doświadczenie polowe prowadzono w latach 2009-2012 w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, na polach Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego Gorzyń, Stacja w Swadzimiu. Czynnikiem I rzędu była odmiana: PR39D60 (FAO 210), PR39T45 (FAO 240), PR38N86 (FAO 280), PR38A24 (FAO 330). Czynnikiem II rzędu była gęstość siewu: 6, 7, 8, 9, 10 roślin na 1 m². Badane odmiany plonowały na wyrównanym poziomie od 103,1 do 105,3 dt·ha⁻¹, z wyjątkiem wczesnego mieszańca PR39D60, którego plon ziarna był istotnie najmniejszy i wyniósł 89,6 dt·ha⁻¹. Średnio w okresie czterech lat badań, niezależnie od odmiany, największe plony ziarna kukurydzy uzyskano po wysiewie 7 roślin na 1 m².

Słowa kluczowe: odmiany kukurydzy, klasa wczesności, gęstość siewu, plon

Wstęp

Ujawnienie się potencjału plonotwórczego odmiany jest możliwe po dostosowaniu czynników agrotechnicznych do jej wymagań (PODOLSKA 2004). Spośród wielu czynników agrotechnicznych jednym z ważniejszych jest gęstość siewu, która w dużym stopniu determinuje wielkość plonu roślin (BOROWIECKI i IN. 1999, SZMIGIEL i OLEKSY 2004, MOAVENI i IN. 2011). Od niej zależy zaopatrzenie roślin w wodę (LOOMIS i CONNORS 1992) i w składniki pokarmowe (JEŚMANOWICZ i RUSZKOWSKI 1981) oraz dostęp światła do poszczególnych osobników, który ma znaczenie dla przebiegu fotosyntezy

(NALBORCZYK 1991). Wielu autorów wskazuje, że odmiany wcześniejsze najczęściej lepiej plonują przy większej obsadzie roślin na jednostce powierzchni (WEBER i GOŁĘBIEWSKA 2009), natomiast mieszańce o dłuższym okresie wegetacji – w mniejszym zagęszczeniu (SZMIGIEL i OLEKSY 2004). Plon ziarna jest funkcją genetycznych cech danej odmiany i przebiegu warunków jej wzrostu (ABUZAR i IN. 2011). Ponadto zakres optymalnej gęstości jest również w dużej mierze uzależniony od warunków pogodowych. Wobec powtarzających się w rejonie Wielkopolski okresów suszy, należy przypuszczać, że mniejsza niż dotychczas zalecana liczba roślin (9 na 1 m²) znajdzie optymalne warunki do rozwoju i plonowania. Wykrycie zmiennej reakcji mieszańców kukurydzy na różną gęstość siewu może się przyczynić do zwiększenia plonu ziarna niektórych odmian kukurydzy, gatunku szczególnie wrażliwego na odstępstwa od optymalnego zagęszczenia roślin (SANGOI 2000, ABUZAR i IN. 2011).

Celem podjętych badań było określenie wpływu gęstości siewu na wielkość plonu ziarna odmian kukurydzy o różnej klasie wczesności w warunkach Wielkopolski, gdzie często występują okresy posuszne.

Material i metody

Badania przeprowadzono w latach 2009-2012 w Katedrze Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, na polach Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego Górzyn, Stacja w Swadzimiu. Czynnikiem I rzędu była odmiana: PR39D60 (FAO 210), PR39T45 (FAO 240), PR38N86 (FAO 280), PR38A24 (FAO 330) (tab. 1), a czynnikiem II rzędu – gęstość siewu: 6, 7, 8, 9, 10 roślin na 1 m². Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków zrandomizowanych kompletnych w czterech powtórzeniach połowych, na glebie płowoziennej (SYSTEMATYKA... 2011), należącej do klasy bonitacyjnej IV a, kompleksu żyniego dobrego. Gleba ta charakteryzowała się średnią zasobnością w fosfor, potas i magnez. Odczyn gleby był lekko kwaśny. Zabiegi agrotechniczne w kukurydzy były prowadzone zgodnie z zasadami poprawnej agrotechniki tego gatunku. Siew wykonano siewnikiem precyzyjnym, a liczba wysiewanych ziaren odpowiadała przyjętej obsadzie. Na dziesięciu kolbach zebranych z kolejnych roślin

Tabela 1. Charakterystyka rolniczo-użytkowa badanych odmian kukurydzy
Table 1. Agriculturally-usable traits of maize varieties tested

Odmiana Variety	Klasa wczesności Maturity class	Mieszańiec Hybrid	Typ ziarna Grain type
PR39D60	FAO 210	Dwuliniowy Two-lines	Flint
PR39T45	FAO 240	Dwuliniowy Two-lines	Flint
PR38N86	FAO 280	Dwuliniowy Two-lines	Dent
PR38A24	FAO 330	Dwuliniowy Two-lines	Dent

w losowo wybranym rzędzie każdego obiektu mierzono ich długość i szerokość, policzono liczbę ziaren w rzędzie kolby oraz liczbę rzędów ziarniaków. Zbiór kukurydzy dokonano w fazie pełnej dojrzałości ziarna kombajnem poletkowym firmy Wintersteiger. W czasie zbioru oznaczono wilgotność ziarna wilgotnościomierzem firmy Supermatic. Masę 1000 ziaren oznaczono z użyciem elektronicznego licznika nasion i wagi technicznej Sartorius z dokładnością do 0,1 g. Plon ziarna i masę 1000 ziaren przeliczono na wilgotność 15%. Charakterystykę warunków pogodowych panujących w okresie wegetacji kukurydzy zamieszczono w tabeli 2. Na podstawie danych pochodzących ze Stacji Meteorologicznej znajdującej się na terenie Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego w Gorzynie wyliczono współczynnik hydrotermiczny Sielianiowa K (MOLGA 1986) (tab. 3).

Tabela 2. Przebieg warunków pogodowych od maja do września w latach 2009-2012 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Gorzyń, stacja w Swadzimiu

Table 2. Weather conditions from May to September in 2009-2012 in Experimental and Educational Center Gorzyń, Station in Swadzim

	Miesiące – Months						
	V	VI	VII	VIII	IX		
Rok – Year	Temperatura (°C) – Temperature (°C)					Średnio Mean	Cv (%)
2009	14,0	16,0	20,3	20,1	13,6	16,2	20,0
2010	12,2	18,4	22,6	19,2	13,0	15,8	27,8
2011	15,5	19,9	18,5	19,5	15,9	17,0	12,0
2012	16,3	17,0	20,0	19,8	15,0	17,6	12,5
Średnia z wielolecia Many-year mean	13,5	16,8	18,6	17,9	13,7	16,1	14,7
Rok – Year	Opady (mm) – Precipitation (mm)					Suma Sum	Cv (%)
2009	109,9	113,8	75,4	26,2	48,6	406,8	56,2
2010	110,5	43,4	97,5	143,5	69,9	491,6	46,8
2011	22,5	66,5	218,7	50,5	28,5	396,5	122,5
2012	84,4	118,1	136,2	52,7	28,4	218,3	53,1
Średnia z wielolecia Many-year mean	52,8	56,9	75,3	58,4	43,5	286,9	20,2

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji dla doświadczeń czynnikowych ortogonalnych w układzie bloków zrandomizowanych kompletnych (układ bloków losowanych). Najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczono dla poziomu istotności $\alpha_{0,05}$.

Tabela 3. Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa K
Table 3. Selyaninov's hydrothermal coefficient K

Rok – Year	Miesiące – Months					Średnio Mean
	V	VI	VII	VIII	IX	
2009	2,53	2,37	1,20	0,42	1,19	1,43
2010	2,92	0,79	1,39	2,41	1,79	1,71
2011	0,47	0,32	4,64	0,84	0,60	1,19
2012	1,67	2,32	2,20	0,86	0,63	1,38

Wartości: 0,00-0,50 – susza, 0,51-1,00 – półsusza, 1,01-2,00 – dobra wilgotność, 2,01 i powyżej – duża wilgotność.

Values: 0.00-0.50 – drought, 0.51-1.00 – semi-drought, 1.01-2.00 – good humidity, 2.01 and above – high humidity.

Wyniki i dyskusja

Przebieg warunków pogodowych był zróżnicowany w latach badań (tab. 2). W 2010 roku wystąpiły okresy półsuszy w czerwcu, natomiast w 2011 roku – okresy suszy w maju i czerwcu oraz półsuszy w sierpniu i we wrześniu, co potwierdza współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa K (tab. 3). Dodatkowo opady deszczu w 2010 roku w sierpniu i we wrześniu przyczyniły się do opóźnienia dojrzewania roślin i sprzyjały większemu rozwojowi chorób grzybowych, między innymi fuzarioz. Suma opadów w 2011 roku wyniosła 396,5 mm, jednak były one bardzo nierównomiernie rozłożone, co potwierdza duża wartość współczynnika zmienności (122,5%). Wymienione sezony wegetacyjne nie należały do odpowiednich pod względem zaopatrzenia roślin w wodę, co miało niekorzystny wpływ na ich rozwój. Z kolei w latach 2009 i 2012 opady występowały w okresach największych potrzeb wodnych kukurydzy.

W latach badań plon ziarna kukurydzy był uzależniony zarówno od odmiany, jak i gęstości siewu (tab. 4). Spośród badanych mieszańców różniących się klasą wczesności istotnie najgorzej plonował wczesny mieszaniec PR39D60 (FAO 210): różnica plonu między nimi a odmianą PR38N86 (FAO 280) wyniosła 15,7 dt·ha⁻¹. Pozostałe odmiany plonowały na wyrównanym poziomie: od 103,1 – PR39T45 (FAO 240) – do 105,3 dt·ha⁻¹ – PR38N86 (FAO 280). Uzyskane wyniki potwierdzają dodatnią korelację pomiędzy wczesnością odmiany a jej plonowaniem. Ponadto BOROWIECKI i in. (1999) oraz SZMIGIEL i OLEKSY (2004) donosili o większym plonowaniu mieszańców późniejszych. W badaniach KRUCZKA i SKRZYPCZAKA (2010), których celem było wykazanie reakcji średnio wczesnych odmian kukurydzy na sposób nawożenia, plony tych odmian kształtowały się również na niższym poziomie, wynoszącym od 80,2 do 100,17 dt·ha⁻¹, niż odmian średnio późnych. W doświadczeniach nad możliwością uprawy kukurydzy na ziarno w Kotlinie Sądeckiej SZMIGIEL i KIELBASA (2004) wykazali, że odmiana LG 2190 (FAO 240) plonowała o 15,1 dt·ha⁻¹ lepiej niż odmiana KLG 2210 (FAO 230). SZMIGIEL i in. (2013) wykazali też, iż mieszańce wczesne, o krótszym okresie wegetacji, są zdolne do dojrzewania w zróżnicowanych warunkach, jednakże plonują słabiej.

Sulewska H., Koziara W., Śmiatacz K., Szymańska G., Panasiewicz K., 2013. Wpływ gęstości siewu na plonowanie odmian kukurydzy o różnej klasie wczesności. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #47.

Tabela 4. Reakcja odmian kukurydzy na różną gęstość siewu średnio dla lat 2009-2012 (dt·ha⁻¹)
Table 4. Reaction of maize varieties to different sowing density – average for 2009-2012 (dt·ha⁻¹)

Odmiana (A) Variety (A)	Gęstość siewu na 1 m ² (B) – Sowing density per 1 m ² (B)					Średnio Mean
	6 roślin 6 plants	7 roślin 7 plants	8 roślin 8 plants	9 roślin 9 plants	10 roślin 10 plants	
PR39D60	103,7	107,3	100	97,6	92,3	89,6
PR39T45	65,6	68,6	65,9	62,9	60,4	103,1
PR38N86	125,8	127,1	132,1	132,8	132,4	105,3
PR38A24	99,2	106,4	107,6	109,3	110,7	103,5
Średnio – Mean	98,6	102,4	101,4	100,7	98,9	
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	NIR A = 6,77, NIR B = 2,83 NIR A × B = r.n., NIR B × A = r.n.					

r.n. – różnica nieistotna.

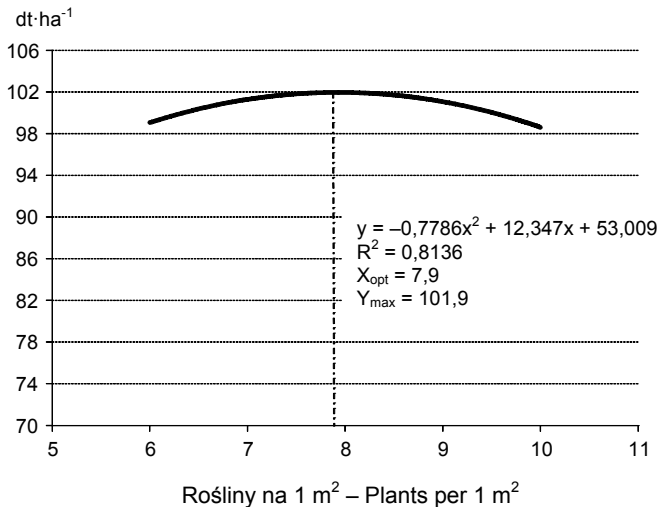
r.n. – not significant difference.

Spośród badanych mieszańców średniopóźny PR38F70 (FAO 270) plonował o 4,7 dt·ha⁻¹ obficie niż wczesny Fido (210-220). Również WEBER i GOŁĘBIEWSKA (2009) w badaniach nad zmiennością plonowania odmian kukurydzy u mieszańca Sastra (FAO 230-240) plony o 8,2 dt·ha⁻¹ większe w porównaniu z Tripoli (FAO 220). Inne badania pokazują przełamanie korelacji między wczesnością mieszańca a jego plonowaniem. Przykładowo w doświadczeniach SZMIGLA i OLEKSEGO (2006) najlepiej plonowały odmiany wczesne: Esslia (FAO 170) – 6,44 t·ha⁻¹ i Janna (FAO 190) – 6,30 t·ha⁻¹ niż późniejsze mieszańce: Ela (FAO 210), Mieszko (FAO 230), KLG 2210 (FAO 230) i LG 2190 (FAO 240).

Największe plony ziarna, niezależnie od badanych mieszańców kukurydzy uzyskano przy siewie roślin w zagęszczeniu 7 sztuk na 1 m². Zarówno zbyt rzadki, jak i zbyt gęsty siew prowadził do istotnego spadku plonu ziarna – o 3,8 dt·ha⁻¹ (6 sztuk na 1 m²) i o 3,5 dt·ha⁻¹ (10 sztuk na 1 m²). GÖKMEN i IN. (2001) z badanego przedziału gęstości – od 5,7 do 14 sztuk na 1 m² – uzyskali największe plony (5075 kg·ha⁻¹) również przy wysiewie 7 roślin na 1 m². BOROWIECKI i IN. (1999) w niekorzystnych warunkach pogodowych za optymalną uznali obsadę 60 i 70 tys. roślin na 1 ha, natomiast w sprzyjających warunkach właściwsze okazało się zagęszczenie większe, wynoszące 85-90 tys. roślin na 1 ha. W pracy prezentowanej przez ASAFU-AGYEI (1990) optymalną gęstość siewu stanowił przedział od 48 do 66 tys. roślin na 1 ha. ABUZAR i IN. (2011) z badanych przedziałów gęstości – od 40 do 140 tys. roślin na 1 ha – jako optymalną dla plonowania wskazali gęstość 60 tys. roślin na 1 ha. RAOUF i IN. (2009) wykazali, że mieszańce kukurydzy wysiane w gęstościach 8, 10 i 12 sztuk na 1 m² najlepiej plonowały przy gęstości 10 sztuk na 1 m². Autorzy ci podkreślają, iż optymalna gęstość siewu jest zależna w dużej mierze od warunków środowiskowych i zastosowanej odmiany. Z kolei BRUŹDZIAK (1996) wykazał, że większe gęstości siewu (97 i 123 tys. ziaren na 1 ha) okazały się korzystniejsze i uzyskano w tych wariantach większe plony zielonej i suchej masy kukurydzy przeznaczonej na kisonkę.

Większość autorów jest zdania, że istnieje interakcja odmian kukurydzy z gęstością siewu (MACHUL i MAŁYSIAK 1993, DELIBALTOVA i IN. 2009). Jak podaje SANGOI (2000), rośliny nowych odmian kukurydzy charakteryzują się większą tolerancją na gęstszy siew, a przy rzadszym wytwarzają mniejszy plon ziarna. W badaniach własnych nie stwierdzono istotnego współdziałania w kształtowaniu plonu ziarna między gęstościami siewu a mieszającami kukurydzy o różnej klasie wczesności. Odmiany wcześniejsze PR39D60 i PR39T45 w czteroletnich badaniach wykazywały tendencję do obfitszego plonowania przy mniejszym zagęszczeniu, wynoszącym 7 roślin na 1 m², co nie potwierdza tezy wielu autorów prac, iż odmiany wcześniejsze najczęściej lepiej plonują przy większej obsadzie roślin na jednostce powierzchni (SZMIGIEL i OLEKSY 2004, WEBER i GOŁĘBIEWSKA 2009). Z kolei mieszańce późniejsze wykazywały tendencję do większego plonowania przy gęstości 9 i 10 roślin na 1 m² (tab. 4).

Wzrost liczby roślin na hektarze zwiększa plon ziarna kukurydzy do określonej granicy, której przekroczenie powoduje jego spadek (KRESOVIĆ i IN. 2011). Czteroletnie wyniki badań własnych wskazują również, że wyliczona rachunkiem regresji zależność plonu ziarna od gęstości siewu miała przebieg paraboliczny. Wzrost gęstości siewu badanych mieszańców do 7,9 rośliny na 1 m² powodował przyrost plonu ziarna kukurydzy, a przekroczenie tej granicy skutkowało jego spadkiem (rys. 1). KRESOVIĆ i IN. (2011) wskazują, iż mieszańce kukurydzy o różnej klasie wczesności wykazują podobną zależność pomiędzy plonem a gęstością siewu. Przedstawione przez tych autorów krzywe regresji pokazują, że w zależności od odmiany można oczekiwać następujących plonów: ZP (341) – 13,25 t·ha⁻¹ przy 81 000 roślin na 1 ha, ZP (434) – 13,00 t·ha⁻¹ przy 75 000 roślin na 1 ha, ZP (684) – 13,83 t·ha⁻¹ przy 82 000 roślin na 1 ha, ZP (704) – 12,83 t·ha⁻¹ przy obsadzie 77 000 roślin na 1 ha. W przytoczonych badaniach użyto mieszańców późniejszych niż w badaniach własnych, które plonowały lepiej, jednak przy zastosowaniu zbliżonych gęstości siewu.



Rys. 1. Plon ziarna mieszańców kukurydzy w zależności od gęstości siewu

Fig. 1. Maize hybrids grain yield depended on sowing density

Sulewska H., Koziara W., Śmiatacz K., Szymańska G., Panasiewicz K., 2013. Wpływ gęstości siewu na plonowanie odmian kukurydzy o różnej klasie wczesności. Nauka Przyr. Technol. 7, 3, #47.

W badaniach własnych w miarę zagęszczenia siewu liczba kolb na jednostce powierzchni istotnie się zwiększała, jednak niezależnie od zagęszczenia roślin na każdą roślinę przypadła 1 kolba (tab. 5). TOKATLIDIS i IN. (2005) wykazali istotny wzrost liczby kolb – do 1,91 – przy spadku zagęszczenia roślin do 2,5 sztuk na 1 m². ABUZAR i IN. (2011) uzyskali największą liczbę kolb – 1,33 – przy wysiewie 6 i 8 roślin na 1 m².

Tabela 5. Elementy plonowania kukurydzy w zależności od odmiany i gęstości siewu średnio dla lat 2009-2012

Table 5. Maize yield components dependent on variety and sowing density – average for 2009-2012

Odmiana Variety	Gęstość siewu (rośliny na 1 m ²) Sowing density (plants per 1 m ²)	Liczba ziaren w kolbie Number of grains in the ear	MTZ TKW (g)	Wilgotność Moisture (%)	Pojemność kolby Ear volume (cm ³)	Liczba kolb na 1 m ² Number of ears per 1 m ²
1	2	3	4	5	6	7
PR39D60	6	483,7	322,8	26,8	221,3	6,0
	7	495,4	322,0	27,3	220,9	7,2
	8	488,0	327,3	26,9	222,1	8,3
	9	498,6	327,2	27,1	231,3	9,2
	10	489,1	320,9	27,0	227,5	10,3
Średnio Mean		497,1	324,0	27,8	231,0	8,3
PR39T45	6	490,8	298,0	30,8	228,1	6,1
	7	495,0	295,5	31,0	232,6	7,2
	8	508,7	295,0	30,7	229,9	8,1
	9	514,5	292,2	30,8	236,3	9,1
	10	491,5	289,7	31,2	225,9	10,1
Średnio Mean		501,1	294,1	28,7	234,0	8,3
PR38N86	6	503,8	320,2	26,6	252,7	6,2
	7	500,0	317,7	26,8	245,2	7,2
	8	517,4	314,7	26,7	247,5	8,2
	9	511,0	319,5	26,6	248,2	9,2
	10	509,8	313,1	26,3	247,0	10,4
Średnio Mean		492,4	317,0	28,8	230,5	8,4

Tabela 5 – cd. / Table 5 – cont.

1	2	3	4	5	6	7
PR38A24	6	536,7	319,2	30,2	253,8	7,6
	7	539,6	310,7	30,7	245,9	8,0
	8	521,4	298,0	30,7	229,0	8,9
	9	511,7	262,8	30,5	217,7	9,4
	10	491,6	262,7	30,5	211,4	10,1
Średnio Mean		529,1	290,7	29,6	239,4	8,3
Średnio Mean	6	503,7	315,0	28,6	239,0	6,5
	7	507,5	311,5	29,0	236,1	7,4
	8	508,9	308,8	28,8	232,1	8,4
	9	508,9	300,4	28,8	233,4	9,2
	10	495,5	296,6	28,8	227,9	10,2
NIR _{0,05} dla: LSD _{0,05} for:	odmian varieties	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	gęstości densities	r.n.	8,21	r.n.	7,04	0,11

r.n. – różnica nieistotna.

r.n. – not significant difference.

Nie stwierdzono istotnych różnic w liczbie ziaren w kolbie. Wykazano jedynie tendencję do osiągnięcia większej liczby ziaren w kolbie przy siewie 8 i 9 roślin na 1 m². Podobnie GÖKMEN i IN. (2001) stwierdzili tendencję do wzrostu liczby ziaren w kolbie przy mniejszej gęstości siewu. RAOUF i IN. (2009) wykazali istotnie większą liczbę ziaren w kolbie przy siewie 8 roślin na 1 m², natomiast ABUZAR i IN. (2011) – przy siewie 4 roślin na 1 m². ZHANG i IN. (2006) stwierdzili spadek liczby ziaren w kolbie wraz ze zwiększaniem gęstości siewu. Mieszaniec późniejszy, PR38A24 (FAO 330), wykazywał tendencję do wykształcania największej liczby ziaren w kolbie.

Masa 1000 ziaren kukurydzy zmieniała się pod wpływem gęstości siewu i największa była przy siewie 60 tys. ziaren na 1 ha. Zmniejszenie masy 1000 ziaren wraz ze wzrostem obsady roślin od najmniejszej (6 roślin na 1 m²) do największej (10 roślin na 1 m²) wyniosło 18,4 g. Podobnie MOAVENI i IN. (2011) w warunkach gęściejszych zasiewów stwierdzili zmniejszenie masy 1000 ziaren: od 260,2 g przy gęstości 70 000 roślin na 1 ha do 241,15 g przy gęstości 130 000 roślin na 1 ha. Wzrost zagęszczenia roślin do 14 sztuk na 1 m² prowadził do istotnego spadku masy 1000 ziaren również w doświadczeniu GÖKMEN i IN. (2001), a największą wartość tej cechy uzyskano przy wysiewie 5,7 sztuki na 1 m².

Wilgotność ziarna kukurydzy w czasie zbioru nie była zróżnicowana przez odmianę. Zaobserwowano jedynie tendencję do wzrostu wilgotności ziarna w miarę zagęszczenia siewu kukurydzy. TOKATLIDIS i IN. (2005) wykazali wzrost wilgotności ziarna (do

32,3%) przy obsadzie 8,33 sztuki na 1 m² w porównaniu z zagęszczeniem 2,5 sztuki na 1 m² (30,4%). Mieszaniec późniejszy, PR38A24 (FAO 330), wykazywał tendencję do większej wilgotności ziarna w czasie zbioru.

Pojemność kolb była cechą zmieniającą się pod wpływem gęstości siewu. Stwierdzono istotnie większą pojemność kolb, o 11,1 cm³, u roślin kukurydzy wysianych w gęstości 6 sztuk na 1 m² w porównaniu z zagęszczeniem 10 sztuk na 1 m². Mieszaniec późniejszy, PR38A24 (FAO 330), wykazywał średnio dla gęstości siewu tendencję do tworzenia kolb o największej pojemności. Było to głównie wynikiem różnic pomiędzy mieszanicami z dwóch największych obsad.

Plony ziarna kukurydzy różniły się znacznie w latach prowadzenia doświadczeń, a osiągnięte wartości minimalne były nawet czterokrotnie mniejsze od maksymalnych (tab. 6). Zdecydowało o tym wystąpienie dwóch lat z warunkami niesprzyjającymi rozwojowi roślin, z niedostateczną ilością opadów, oraz dwóch lat o układzie warunków pogodowych sprzyjających plonowaniu kukurydzy. Po wysianiu mieszaniców o wyższej klasie wczesności uzyskiwano mniej stabilne plony ziarna kukurydzy. Z charakterystyk statystycznych wynika również, że wystąpił szeroki zakres zmienności plonowania w zależności od gęstości siewu. Przy siewie w zagęszczeniu 7 roślin na 1 m² uzyskiwano najbardziej stabilne w latach plony ziarna kukurydzy.

Tabela 6. Charakterystyki statystyczne plonu w zależności od odmiany i gęstości siewu
Table 6. Statistical evaluations of yield depended on variety and sowing density

Odmiana Variety	Gęstość siewu (rośliny na 1 m ²) Sowing density (plants per 1 m ²)	Wartość – Value (dt·ha ⁻¹)		Wartość średnia Mean value (dt·ha ⁻¹)	SD	Cv (%)
		min	max			
PR39D60		39,0	147,7	89,6	35,2	41,6
PR39T45		62,1	148,3	103,1	27,2	27,3
PR38N86		57,8	149,0	105,3	29,4	27,7
PR38A24		55,8	150,1	103,5	25,3	24,6
	6	45,4	141,9	98,6	26,4	26,8
	7	53,6	149,7	102,4	25,7	25,1
	8	44,7	148,3	101,4	27,5	27,1
	9	40,6	139,7	100,7	29,0	28,9
	10	39,0	149,0	98,9	31,3	31,7

Wnioski

1. Analiza regresji wykazała, że największy plon ziarna badanych odmian można uzyskać przy obsadzie 7,9 roślin na 1 m².

2. Badane odmiany plonowały na wyrównanym poziomie: od 103,1 do 105,3 dt·ha⁻¹, z wyjątkiem wczesnego mieszańca PR39D60 (FAO 210), którego plon ziarna był istotnie najmniejszy.

3. Wzrost gęstości siewu zwiększał obsadę kolb, a zmniejszał pojemność kolb i masę 1000 ziaren.

Literatura

- ABUZAR M.R., SADOZAI G.U., BALOCH M.S., BALOCH A.A., SHAH I.H., JAVAID T., HUSSAIN N., 2011. Effect of plant population densities on yield of maize. *J. Anim. Plant Sci.* 21, 4: 692-695.
- ASAFU-AGYEI J.N., 1990. Effect of plant density on the yield of maize (*Zea mays* L.) in Ghana. *Ghana J. Agric. Sci.* 20-23: 85-91.
- BOROWIECKI J., MACHUL M., MALYSIAK B., 1999. Plonowanie nowych odmian kukurydzy na ziarno w zależności od gęstości siewu. *Pam. Puław.* 117: 49-59.
- BRUŹDZIAK M., 1996. Plonowanie trzech odmian kukurydzy w zależności od gęstości siewu. *Zesz. Nauk. AR. Wroc.* 303, Roln. 68: 159-164.
- DELIBALTOVA V., TONEV T., ZHELYAZKOV I., 2009. Effect of sowing density on the productivity of maize hybrids cultivated for grain under irrigation in Plovdiv region. *Plant Sci. (Sofia)* 46, 5: 412-416.
- GÖKMEN S., SENCAR Ö., ALI SAKIN M., 2001. Response of popcorn (*Zea mays* everta) to nitrogen rates and plant density. *Turk. J. Agric. For.* 25: 15-23.
- JEŚMANOWICZ A., RUSZKOWSKI M., 1981. Wpływ terminu i gęstości siewu na produktywność kilku mieszańców kukurydzy uprawianych na ziarno. *Pam. Puław.* 75: 133-147.
- KRESOVIĆ B., DRAGIČEVIĆ V., SIMIĆ M., TAPANAROVA A., 2011. The responses of maize genotypes to growth conditions. *Genetika* 43, 3: 655-666.
- KRUCZEK A., SKRZYPCZAK W., 2010. Reakcja średnio wczesnych mieszańców kukurydzy na sposób nawożenia. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E* 65, 1: 73-80.
- LOOMIS R.S., CONNORS D.J., 1992. *Crop ecology: productivity and management in agricultural systems.* Cambridge University Press, Cambridge.
- MACHUL M., MALYSIAK B., 1993. Plonowanie kukurydzy uprawianej na kiszonkę z całych roślin, na kiszonkę z kolb (CCM) i na ziarno w zależności od obsady. *Pam. Puław.* 102: 91-104.
- MOAVENI P., ALIABADI FARAHANI H., MAROUFI K., 2011. Studying of planting density on yield of maize (*Zea mays* L.). *Adv. Environ. Biol.* 5, 7: 1687-1690.
- MOLGA M., 1986. *Podstawy klimatologii rolniczej.* PWRiL, Warszawa.
- NALBORCZYK E., 1991. Produkcyjność łanów roślin uprawy polowej. *Fragm. Agron. Zesz. Spec.* 2: 5-13.
- PODOLSKA G., 2004. Efektywność agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 231: 55-64.
- RAOUF S., MOHANNAD S., ABDOLGHAYOUM G., 2009. Effect of population density on yield and yield attributes of maize hybrids. *Res. J. Biol. Sci.* 4, 4: 375-379.
- SANGOI L., 2000. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciênc. Rural* 31, 1: 159-168.
- SYSTEMATYKA gleb Polski. 2011. Red. J. Marcinek, J. Komisarek. *Rocz. Glebozn.* 62, 3.
- SZMIGIEL A., KIELBASA S., 2004. Uprawa kukurydzy na ziarno w Kotlinie Sądeckiej. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 231: 405-412.
- SZMIGIEL A., OLEKSY A., 2004. Wpływ gęstości siewu na plon ziarna odmian kukurydzy o różnej klasie wczesności. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 231: 437-444.
- SZMIGIEL A., OLEKSY A., 2006. Uprawa kukurydzy na ziarno w Beskidzie Niskim. *Pam. Puław.* 142: 512-524.

Sulewska H., Koziara W., Śmiatacz K., Szymańska G., Panasiewicz K., 2013. Wpływ gęstości siewu na plonowanie odmian kukurydzy o różnej klasie wczesności. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #47.

SZMIGIEL A., OLEKSY A., LORENC-KOZIK A., 2013. The effect of mineral fertilization on grain yield of maize in various earliness class. *J. Cent. Eur. Agric.* 14, 1: 354-362.

TOKATLIDIS I.S., KOUTSIKA-SOTIRIOU M., TAMOUTSIDIS E., 2005. Benefits from using maize density – independent hybrids. *Maydica* 50: 9-17.

WEBER R., GOŁĘBIEWSKA H., 2009. Zmienność plonowania odmian kukurydzy w zależności od dawki i rodzaju herbicydu. *Acta Sci. Pol. Agric.* 8, 1: 83-91.

ZHANG J.S., DONG K., WANG C., LIU P., 2006. Effect of shading on the growth, development and grain yield of summer maize. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 17, 4: 657-662.

EFFECT OF SOWING DENSITY ON YIELDING OF MAIZE VARIETIES WITH DIFFERENT MATURITY CLASS

Summary. The aim of the investigation was to determine the response of sowing density on yielding of maize hybrids with different maturity class. The field experiment was conducted in 2009-2012 in the Department of Agronomy at the Poznań University of Life Sciences, in the fields of Experimental and Educational Center Gorzyń, Station in Swadzim. The analysed factor was variety: PR39D60 (FAO 210), PR39T45 (FAO 240), PR38N86 (FAO 280), PR38A24 (FAO 330). The second order factor was sowing density: 6, 7, 8, 9, 10 plants per 1 m². The investigated hybrids were yielding at the same level: ranging from 103.1 to 105.3 dt·ha⁻¹, except early hybrid PR39D60, which grain yield was significantly the lowest and amounted 89.6 dt·ha⁻¹. Average for the four years of investigation, regardless of the variety, the highest yields were obtained at a density of 7 plants per 1 m².

Key words: maize varieties, maturity class, sowing density, yield

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Hanna Sulewska, Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań, Poland, e-mail: sulewska@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

22.07.2013

Do cytowania – For citation:

Sulewska H., Koziara W., Śmiatacz K., Szymańska G., Panasiewicz K., 2013. Wpływ gęstości siewu na plonowanie odmian kukurydzy o różnej klasie wczesności. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #47.