

ANDRZEJ KRUCZEK, WITOLD SKRZYPCZAK, HUBERT WALIGÓRA

Katedra Agronomii
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

REAKCJA SORGA NA ZRÓŻNICOWANĄ OBSADĘ ROŚLIN I ROZSTAWĘ RZĘDÓW W ZALEŻNOŚCI OD TERMINU SIEWU*

REACTION OF SORGHUM TO DIVERSE PLANT DENSITY
AND ROWS DISTANCE IN DEPENDENCE ON SOWING TERMS

Streszczenie. Celem badań było określenie optymalnej obsady roślin na jednostce powierzchni oraz optymalnej rozstawy rzędów w dwóch terminach siewu sorga. Doświadczenia polowe wykonano w latach 2008-2011 w ZDD Swadzim należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Wykazano, że siew sorga w III dekadzie maja miał wpływ na zwiększenie obsady roślin na 1 m² w porównaniu z siewem wcześniejszym o dwa tygodnie. Zwiększanie rozstawy rzędów z 30 do 90 cm skutkowało stopniowym ograniczeniem liczby roślin na jednostce powierzchni. Plony świeżej i suchej masy całych roślin sorga oraz łodyg, liści i wierzchołków wzrastały w miarę zwiększania gęstości siewu z 15 do 25 nasion na 1 m² oraz w miarę zmniejszania odległości pomiędzy rzędami roślin z 90 do 30 cm. Termin siewu sorga nie wpływał na plony świeżej ani suchej masy roślin i jej składowych.

Słowa kluczowe: sorgo, plon, termin siewu, gęstość siewu, rozstawa rzędów, sposób nawożenia

Wstęp

Coraz częściej poszukuje się roślin mogących zapewnić obfity plon zielonej masy o dobrej wartości paszowej, szczególnie w rejonach o dużej koncentracji chowu bydła, w których główną paszę energetyczną stanowi kiszzonka z kukurydzy. Alternatywną w stosunku do kukurydzy rośliną może być sorgo przeznaczone na cele kiszonkowe, którego zasadniczą zaletą jest odporność na suszę. Przy wystąpieniu w okresie wegeta-

*Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2011 jako projekt badawczy KBN nr N N310 141535.

cji warunków wilgotnościowych niekorzystnych dla kukurydzy gwarantem uzyskania znacznie większego plonu, o dobrej wartości pokarmowej, mogłoby być sorgo (ŚLIWIŃSKI i BRZÓSKA 2006). Jak podają SOWIŃSKI i LISZKA-PODKOWA (2007), sorgo charakteryzuje się dużą dynamiką wzrostu oraz większą od kukurydzy wydajnością świeżej masy o dobrej wartości pokarmowej. Za uprawą sorga przemawia ponadto obawa przed coraz częstszymi w naszym kraju w okresie wiosenno-letnim suszami, zwiększającymi ryzyko uprawy kukurydzy. Potencjał plonotwórczy sorga jest uzależniony od warunków pogodowych (temperatura, rozkład opadów), doboru odmian, obsady roślin na jednostce powierzchni, szerokości międzyrzędzi, terminu siewu, poziomu nawożenia oraz efektywności zwalczania chwastów (KACZMAREK i IN. 2012). Szereg czynników agrotechnicznych jest słabo rozpoznany (CASANOVA i SOLORZANO 1990, SALEH 1992), co powoduje brak zaleceń agrotechnicznych opartych na wynikach doświadczeń krajowych.

Celem badań było określenie optymalnej rozstawy rzędów i obsady roślin na jednostce powierzchni w zależności od terminu siewu sorga.

Material i metody

Doświadczenia polowe wykonano w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym w Swadzimiu koło Poznania, należącym do Katedry Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Badania prowadzono w latach 2008-2011.

Doświadczenie polowe trójczynnikowe w układzie split-plot w czterech powtórzeniach obejmowało następujące zmienne: I rzędu – terminy siewu w odstępach 2-tygodniowych (pierwszy termin w każdym roku – w zależności od przebiegu pogody): a1 – 29.04.2008, 7.05.2009, 11.05.2010, 16.05.2011, a2 – 13.05.2008, 21.05.2009, 25.05.2010, 30.05.2011, II rzędu – gęstości siewu: b1 – 150 tys. nasion na 1 ha, b2 – 200 tys. nasion na 1 ha, b3 – 250 tys. nasion na 1 ha, III rzędu – szerokości międzyrzędzi: c1 – 30 cm, c2 – 60 cm, c3 – 90 cm.

Wielkość nawożenia: N – 120 kg·ha⁻¹, P₂O₅ – 70 kg·ha⁻¹, K₂O – 130 kg·ha⁻¹. Ziarno wysiano siewnikiem poletkowym (rzędowym), w terminach odpowiadających obiektom I rzędu, w ilości odpowiadającej obiektom II rzędu, przy rozstawie międzyrzędzi zgodnej ze zmiennymi III rzędu. Odmianą sorga była 'Sucrosorgo 506'. Zbiór sorga wykonano, w zależności od roku, pomiędzy 8 a 28 października.

Całkowita powierzchnia poletka wynosiła 26,25 m² (długość 8,75 m, szerokość 3,0 m). W zależności od szerokości międzyrzędzi liczba rzędów na poletku była różna. Do wykonania obserwacji, pomiarów i zbioru przeznaczono dwa środkowe rzędy z każdego poletka, stąd powierzchnia poletka do zbioru wynosiła odpowiednio: 15,75 m² (dł. 8,75 m, szer. 1,8 m), 10,5 m² (dł. 8,75 m, szer. 1,2 m) i 5,25 m² (dł. 8,75 m, szer. 0,6 m).

Wyniki jednoroczne poddano jednozmiennnej analizie wariancji, następnie wykonano syntezę dla doświadczeń wielokrotnych. Istotność różnic szacowano na poziomie $\alpha = 0,05$.

Glebę, na której prowadzono eksperymenty, zaliczono do gatunku piasku gliniastego mocnego płytko zalegającego na glinie lekkiej o składzie granulometrycznym glin lekkich. Należała ona do kompleksu przydatności rolniczej żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego oraz klasy bonitacyjnej IIIB i IVA.

Przebieg warunków pogodowych w latach badań przedstawiono w tabeli 1. Średnie temperatury powietrza w okresie od kwietnia do września we wszystkich latach były

Tabela 1. Opady atmosferyczne i temperatury powietrza w okresie wegetacji sorga w latach badań w Swadzimiu

Table 1. Rainfall and air temperatures in sorghum vegetation period in years of investigations in Swadzim

Rok Year	Miesiące – Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Opady (mm) – Rainfall (mm)							
2008	79,6	14,3	8,6	65,5	95,1	19,4	282,7
2009	19,2	109,9	113,8	75,4	26,2	48,6	393,1
2010	26,8	110,5	43,4	97,5	143,5	69,9	491,6
2011	9,8	22,5	66,5	218,7	50,5	28,5	396,5
1958-2010	32,5	53,4	56,7	72,6	58,6	43,7	314,2
Temperatura powietrza (°C) – Air temperature (°C)							
2008	9,1	15,1	19,6	20,7	18,8	13,5	16,1
2009	12,9	14,0	16,0	20,3	20,1	15,8	16,5
2010	9,3	12,2	18,4	22,6	19,2	13,0	15,8
2011	12,4	15,5	19,9	18,5	19,5	15,9	16,9
1958-2010	8,1	13,4	16,7	18,6	17,9	13,6	14,7

wyższe od średniej wieloletniej (14,7°C). Najcieplejszy okres wegetacyjny wystąpił w roku 2011, w którym średnia temperatura była o 2,2°C wyższa od średniej wieloletniej. W pozostałych latach różnica średniej temperatury okresu od kwietnia do września z danego roku a średnią wieloletnią (na korzyść badanych lat) wynosiła 1,4°C w roku 2008, 1,8°C w roku 2009 i 1,1°C w roku 2010. Zdecydowanie większe różnice pomiędzy latami wystąpiły w ilości opadów atmosferycznych. Największą sumę, dla okresu wegetacyjnego, odnotowano w 2010 roku: 491,6 mm, była ona wyższa o 95,1 mm od sumy opadów roku 2011, o 98,5 mm od sumy opadów roku 2009, o 208,9 mm od sumy opadów roku 2008 i o 177,4 mm od ilości opadów dla wielolecia. Reasumując, można stwierdzić, że umiarkowanie korzystne warunki pogodowe panowały w 2009 roku (z wyjątkiem sierpnia) i 2010 roku. Lata 2008 i 2011 charakteryzowały się znacznymi okresowymi niedoborami wilgoci w początkowym okresie wegetacji, czyli w maju i czerwcu. Mała ilość opadów w tym okresie, przy jednocześnie wysokiej średniej temperaturze powietrza, spowodowała wystąpienie w tych miesiącach okresu suszy oraz posuchy. Dodatkowo w 2011 roku niedobór wody w okresie dojrzewania roślin zmniejszył ich możliwości plonotwórcze.

Wyniki i dyskusja

Przebieg pogody w latach prowadzenia badań miał istotny wpływ na obsadę roślin na jednostce powierzchni, zarówno po wschodach, jak i przed zbiorem. Średnio dla lat i badanych czynników zakładaną obsadę roślin po wschodach uzyskano: w 2008 roku – w 90,5%, w 2009 roku – w 89,6%, w 2010 roku – w 100,0% i w 2011 roku – w 98,5%.

Wszystkie badane czynniki wywarły istotny wpływ na stan liczbowy roślin zarówno po wschodach, jak i przed zbiorem (tab. 2). Siew majowy sorga (późniejszy) korzystnie wpływał na wschody, co przejawiało się większą liczbą roślin na jednostce powierzchni liczonych po wschodach oraz przed zbiorem. Niezależnie od terminu siewu i szerokości międzyrzędzi obsada roślin, po wschodach i przed zbiorem, istotnie wzrastała w miarę zwiększania ilości wysiewu, co było zgodne z oczekiwaniami. Średnio dla lat procent wschodów malał w miarę wzrostu gęstości siewu i wynosił: 96,4% dla gęstości 150 tys. nasion na 1 ha, 96,1% dla 200 tys. nasion na 1 ha i 92,2% dla 250 tys. nasion na 1 ha. Również SOWIŃSKI i LISZKA-PODKOWA (2008) stwierdzili mniejszą od zakładanej liczbę roślin po wschodach w miarę wzrostu gęstości siewu: o 8% w przypadku sorga wiechowego i aż o 24,5% w przypadku sorga bezwiechowego. Stwierdzili ponadto, że tendencje zaobserwowane w okresie wschodów wystąpiły również podczas zbioru roślin. W badaniach własnych zwiększanie odległości pomiędzy rzędami roślin powodowało istotne zmniejszanie obsady roślin na jednostce powierzchni po wschodach i przed zbiorem.

Tabela 2. Obsada roślin
Table 2. Plant density

Badany czynnik Studied factor		Obsada roślin na 1 m ² Plant density per 1 m ²	
		po wschodach after emergence	przed zbiorem before harvesting
Termin siewu Term of sowing	I termin – I term	18,4	18,4
	II termin – II term	19,4	19,3
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,42	3,99
Gęstość siewu nasion na 1 ha Sowing density of seeds per 1 ha	150 000	14,5	14,4
	200 000	19,2	19,2
	250 000	23,0	23,0
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,22	2,65
Szerokość międzyrzędzi Distance of rows	30 cm	19,7	19,8
	60 cm	19,0	18,8
	90 cm	18,1	17,9
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,54	0,62

Wykazano również wpływ interakcji gęstość siewu \times szerokość międzyrzędzi na obsadę roślin na jednostce powierzchni po wschodach i przed zbiorem (tab. 3). Interakcja ta polegała na tym, że liczba roślin na jednostce powierzchni, po wschodach i przed zbiorem, zmniejszała się w miarę zwiększania szerokości międzyrzędzi, przy wszystkich badanych gęstościach siewu. Siła oddziaływania odległości między rzędami roślin zwiększała się w miarę wzrostu gęstości siewu. Przy najmniejszej gęstości siewu istotna różnica w obsadzie roślin na jednostce powierzchni wystąpiła jedynie pomiędzy skrajnymi szerokościami międzyrzędzi, natomiast przy największej gęstości siewu istotne różnice w obsadzie roślin na 1 m² zanotowano pomiędzy wszystkimi odległościami rzędów roślin.

Tabela 3. Wpływ interakcji: gęstość siewu \times rozstawa rzędów na obsadę roślin
Table 3. Influence of the interaction: sowing density \times distance of rows on the plant density

Gęstość siewu nasion na 1 ha Sowing density of seeds per 1 ha	Obsada roślin na 1 m ² – Plant density per 1 m ²					
	po wschodach after emergence			przed zbiorem before harvesting		
	30 cm	60 cm	90 cm	30 cm	60 cm	90 cm
150 000	14,8	14,5	14,1	14,9	14,4	13,9
200 000	19,7	19,1	18,8	19,8	19,1	18,7
250 000	24,6	23,2	21,3	24,6	23,0	21,2
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	II/III = 0,65, III/II = 0,81			II/III = 0,87, III/II = 0,99		

Czynnikiem w największym stopniu determinującym plony świeżej masy całych roślin sorga i jej elementów był przebieg pogody w latach (tab. 4). Z badanych czynników, niezależnie od lat, największy wpływ na plony świeżej masy roślin, łodyg, liści i wierzchołków wywarły gęstość siewu i szerokość międzyrzędzi (tab. 5). Zaznaczyła się również tendencja do większego plonowania w opóźnionym o dwa tygodnie terminie siewu, lecz nie potwierdzono tego statystycznie. Korzystny wpływ na wzrost i rozwój sorga sianego w III dekadzie maja wskazują również KORDAS i IN. (2012), stwierdzając, że rośliny sorga siane w tym terminie charakteryzowały się nieznacznym wzrostem ciepła spalania w stosunku do roślin wysianych w I dekadzie maja. Również według HOLUBOWICZ-KLIZY (2007) najlepszy termin siewu sorga przypada na okres od 20 maja do 10 czerwca. Jednocześnie autorka ta wskazuje, że nie należy tego terminu przyspieszać. Pogląd ten potwierdza MACHUL (2008), podając, że optymalny termin siewu sorga to okres od 20 maja do 5 czerwca.

W badaniach własnych w miarę zwiększania gęstości siewu ze 150 do 250 tys. nasion na 1 ha plony świeżej masy całych roślin sorga oraz łodyg, liści i wierzchołków stopniowo wzrastały. Zwiększanie odległości pomiędzy rzędami roślin z 30 do 90 cm powodowało stopniowe zmniejszanie plonu świeżej masy roślin i wszystkich analizowanych jej części składowych. Należy jednakże podkreślić, że w odniesieniu do wszystkich tych zależności stwierdzono interakcję z latami. Polegała ona generalnie na zachowaniu tej samej tendencji, przy różnej sile oddziaływania szerokości międzyrzędzi na plony świeżej

Tabela 4. Plony świeżej masy roślin i jej składowych w latach badań ($t \cdot ha^{-1}$)Table 4. Yields of fresh mass of plants and its components in years of investigations ($t \cdot ha^{-1}$)

Wyszczególnienie Specification	Lata – Years				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	2008	2009	2010	2011	
Całe rośliny – Whole plants	62,2	72,5	77,8	81,2	r.i.
Łodygi – Stems	50,3	55,9	66,5	63,5	r.i.
Liście – Leaves	6,7	11,5	8,7	12,8	r.i.
Wiechy – Wisps	5,2	5,1	2,6	4,9	r.i.

r.i. – różnica istotna.

r.i. – significant difference.

Tabela 5. Plony świeżej masy roślin i jej składowych ($t \cdot ha^{-1}$)Table 5. Yields of fresh mass of plants and its components ($t \cdot ha^{-1}$)

Badany czynnik Studied factor		Rośliny Plants	Łodygi Stems	Liście Leaves	Wiechy Wisps
Termin siewu Term of sowing	I termin – I term	72,0	57,7	9,9	4,4
	II termin – II term	74,8	60,4	9,9	4,5
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Gęstość siewu nasion na 1 ha Sowing density of seeds per 1 ha	150 000	70,0	56,6	9,2	4,2
	200 000	72,8	58,4	10,0	4,4
	250 000	77,4	62,2	10,5	4,7
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	7,16	4,64	1,09	0,29
Szerokość międzyrzę- dzi Distance of rows	30 cm	85,9	69,7	11,4	4,9
	60 cm	73,4	58,6	10,1	4,7
	90 cm	60,9	48,9	8,2	3,8
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	11,32	9,12	1,20	0,90

r.n. – różnica nieistotna.

r.n. – no significant difference.

masy w zależności od przebiegu pogody. Według KACZMAREK (2007) i MACHULA (2008) optymalna obsada ziaren na 1 ha mieści się w granicach 220-240 tys., co przy rozstawie rzędów 75-100 cm daje odległość roślin w rzędzie w przedziale 4,2-6,1 cm. Z kolei HOŁUBOWICZ-KLIZA (2007) wskazuje na niekorzystną strukturę uzyskanego surowca przy zbyt rzadkich siewach sorga. Mała obsada roślin, według tej autorki, powoduje krzewienie roślin oraz zwiększenie udziału grubych łodyg. LONC i RIEGEROWA

(1967) nie uzyskali zróżnicowania plonów świeżej masy sorga w zależności od terminów siewu, wykonanych 8, 20 i 29 maja oraz 8 czerwca. Zmniejszenie plonu stwierdzili jedynie przy siewie sorga 29 maja, lecz było to spowodowane niekorzystnymi warunkami w okresie kiełkowania i wschodów roślin i niezyskaniem wymaganej obsady roślin na jednostce powierzchni.

Średnio dla czterech lat badań, plon świeżej masy liści był uzależniony od współdziałania terminu siewu i szerokości międzyrzędzi (tab. 6). W obu terminach siewu zwiększanie szerokości międzyrzędzi z 30 do 90 cm powodowało spadek plonu świeżej masy liści, jednakże wpływ ten był znacznie silniejszy przy opóźnieniu siewu o dwa tygodnie.

Tabela 6. Wpływ interakcji: termin siewu × rozstawa rzędów na plon świeżej masy liści ($t \cdot ha^{-1}$)
Table 6. Influence of the interaction: term of sowing × distance of rows on the yield of fresh mass of leaves ($t \cdot ha^{-1}$)

Termin siewu Term of sowing	Rozstawa rzędów – Distance of rows		
	30 cm	60 cm	90 cm
I termin – I term	11,0	10,6	8,1
II termin – II term	11,7	9,7	8,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	I/III = 1,32, III/I = 1,84		

Przebieg pogody wywierał istotny wpływ na zawartość suchej masy w roślinach sorga, jak i w poszczególnych jej elementach (tab. 7). Opóźnienie o dwa tygodnie terminu siewu powodowało istotny spadek zawartości suchej masy w całych roślinach i łodygach oraz nieistotny w wiechach (tab. 8). W liściach istotnie większą zawartość suchej masy stwierdzono, gdy sorgo wysiewano w II terminie. Wpływ terminu siewu na zawartość suchej masy należy interpretować ostrożnie, ponieważ stwierdzono wpływ interakcji tego czynnika z latami zarówno na zawartość suchej masy w całych roślinach sorga, jak i w poszczególnych jej elementach. Wpływ gęstości siewu na zawartość suchej

Tabela 7. Zawartość suchej masy roślin i jej składowych w latach badań (%)
Table 7. Content of dry mass of plants and its components in years of investigations (%)

Wyszczególnienie Specification	Lata – Years				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	2008	2009	2010	2011	
Całe rośliny – Whole plants	23,3	25,9	28,2	27,7	r.i.
Łodygi – Stems	21,8	22,7	21,5	25,5	r.i.
Liście – Leaves	26,6	31,3	48,3	31,1	r.i.
Wiechy – Wisps	30,1	37,5	38,4	38,7	r.i.

r.i. – różnica istotna.

r.i. – significant difference.

Tabela 8. Zawartość suchej masy (%)
Table 8. Content of dry mass (%)

Badany czynnik Studied factor		Rośliny Plants	Łodygi Stems	Liście Leaves	Wiechy Wisps
Termin siewu Date of sowing	I termin – I term	26,8	23,6	33,6	36,9
	II termin – II term	25,8	22,1	35,1	35,5
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,86	1,11	1,21	r.n.
Gęstość siewu nasion na 1 ha Sowing density of seeds per 1 ha	150 000	26,2	22,7	35,0	35,9
	200 000	26,0	22,7	33,5	37,0
	250 000	26,5	23,2	34,5	35,7
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	0,50	0,80	r.n.
Szerokość międzyrzę- dzi Distance of rows	30 cm	26,4	22,9	34,7	36,3
	60 cm	26,4	22,9	34,2	36,1
	90 cm	26,0	22,7	34,1	36,1
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna.

r.n. – no significant difference.

masy jest niejednoznaczny i dotyczy jedynie łodyg i liści. Najgęstsza obsada roślin na jednostce powierzchni skutkowała istotnie większą zawartością suchej masy w łodygach w porównaniu z tą zawartością przy obu mniejszych obsadach. Liście cechowały się istotnie większą zawartością suchej masy zarówno przy najmniejszej, jak i największej gęstości siewu. Szerokość międzyrzędzi nie determinowała zawartości suchej masy w całych roślinach oraz w łodygach, liściach i wiechach. Średnia zawartość suchej masy w sorgu wynosiła 26,3%. Wynik ten pokrywa się z danymi prezentowanymi przez SOWIŃSKIEGO i LISZKĘ-PODKOWĘ (2008), SOWIŃSKIEGO (2009) oraz KSIEŻAKA i IN. (2012).

Zmienne warunki pogodowe w latach badań w istotny sposób modyfikowały plon suchej masy całych roślin, łodyg, liści i wiech sorga (tab. 9). Termin siewu nie wywierał wpływu na plony suchej masy roślin oraz jej składowych (tab. 10). Zwiększanie gęstości siewu ze 150 do 250 tys. ziaren na 1 ha powodowało istotny wzrost plonu suchej masy całych roślin, łodyg i liści oraz nieudowodniony wzrost plonu suchej masy wiech. Z badanych czynników szerokość międzyrzędzi najsilniej determinowała plony suchej masy. W miarę zwiększania odległości pomiędzy rzędami roślin z 30 do 90 cm następowało istotne, stopniowe ograniczanie plonu suchej masy całych roślin, łodyg, liści i wiech.

Plon suchej masy liści był uzależniony od interakcji: termin siewu × szerokość międzyrzędzi (tab. 11). W obydwu stosowanych terminach siewu zwiększanie odległości

Kruczek A., Skrzypczak W., Waligóra H., 2014. Reakcja sorga na zróżnicowaną obsadę roślin i rozstawę rzędów w zależności od terminu siewu. Nauka Przyr. Technol. 8, 1, #13.

Tabela 9. Plony suchej masy roślin i jej składowych w latach badań ($t \cdot ha^{-1}$)

Table 9. Yields of dry mass of plants and its components in years of investigations ($t \cdot ha^{-1}$)

Wyszczególnienie Specification	Lata – Years				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	2008	2009	2010	2011	
Całe rośliny – Whole plants	14,3	18,2	19,5	22,0	r.i.
Łodygi – Stems	11,0	12,7	14,4	16,2	r.i.
Liście – Leaves	1,8	3,6	4,2	4,0	r.i.
Wiechy – Wisps	1,6	1,9	1,0	1,9	r.i.

r.i. – różnica istotna.

r.i. – significant difference.

Tabela 10. Plony suchej masy roślin i jej składowych ($t \cdot ha^{-1}$)

Table 10. Yields of dry mass of plants and its components ($t \cdot ha^{-1}$)

Badany czynnik Studied factor		Rośliny Plants	Łodygi Stems	Liście Leaves	Wiechy Wisps
Termin siewu Term of sowing	I termin – I term	18,3	13,4	3,3	1,6
	II termin – II term	18,7	13,7	3,5	1,6
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Gęstość siewu nasion na 1 ha Sowing density of seeds per 1 ha	150 000	17,6	12,9	3,2	1,5
	200 000	18,3	13,3	3,4	1,6
	250 000	19,6	14,4	3,6	1,7
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,99	0,87	0,34	r.n.
Szerokość międzyrzę- dzi Distance of rows	30 cm	21,7	15,9	4,0	1,7
	60 cm	18,6	13,5	3,4	1,7
	90 cm	15,2	11,2	2,7	1,3
	NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,21	1,132	0,40	0,32

r.n. – różnica nieistotna.

r.n. – no significant difference.

pomiędzy rzędami roślin powodowało stopniowy spadek plonu suchej masy liści. We wcześniejszym terminie siewu plon suchej masy liści był najsilniej ograniczany przy zwiększeniu szerokości międzyrzędzi z 60 do 90 cm, natomiast przy siewie opóźnionym o dwa tygodnie – przy zwiększeniu odległości pomiędzy rzędami roślin z 30 do 60 cm.

Tabela 11. Wpływ interakcji: termin siewu × rozstawa rzędów na plon suchej masy liści ($t \cdot ha^{-1}$)
 Table 11. Influence of the interaction: term of sowing × distance of rows on the yield of dry mass of leaves ($t \cdot ha^{-1}$)

Termin siewu Term of sowing	Rozstawa rzędów – Distance of rows		
	30 cm	60 cm	90 cm
I termin – I term	3,74	3,50	2,54
II termin – II term	4,29	3,31	2,88
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	I/III = 0,811, III/I = 0,731		

Wnioski

1. Niezależnie od lat i gęstości siewu obsada roślin na jednostce powierzchni, zarówno na początku, jak i na końcu wegetacji, zależała od terminu siewu i szerokości międzyrzędzi. Siew sorga w ostatniej dekadzie maja zwiększał liczbę roślin na $1 m^2$ w porównaniu z siewem wcześniejszym o dwa tygodnie. Zwiększanie szerokości międzyrzędzi z 30 do 90 cm powodowało stopniowe ograniczanie obsady roślin, przy czym zależność ta była silniejsza przy większej gęstości siewu.

2. Plony świeżej i suchej masy roślin, łodyg, liści i wiech sorga wzrastały w miarę zwiększania gęstości siewu z 15 do 25 ziaren na $1 m^2$.

3. Zwiększanie szerokości międzyrzędzi z 30 do 90 cm skutkowało ograniczeniem plonów świeżej i suchej masy całych roślin sorga oraz łodyg, liści i wiech.

4. Termin siewu nie determinował plonów świeżej i suchej masy roślin, łodyg, liści i wiech sorga.

Literatura

- CASANOVA E., SOLORZANO P.R., 1990. Nitrogen, phosphorus and potassium uptake of two sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars in an acid soil of Venezuela. W: Plant nutrition – physiology and applications. Red. M.L. van Beusichem. *Dev. Plant Soil Sci.* 41: 591-594.
- HOLUBOWICZ-KLIZA G., 2007. Uprawa sorga cukrowego w technologii „mix cropping”. *Instr. Upowszech. IUNG-PIB Puławy* 135.
- KACZMAREK S., 2007. Sorgo – roślina alternatywna. *Wię Jutra* 7: 25.
- KACZMAREK S., MATYSIAK K., KIERZEK R., 2012. Ocena wrażliwości *Sorghum vulgare* L. na wybrane substancje aktywne herbicydów. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 2, #27.
- KORDAS L., GIEMZA-MIKODA M., JABŁOŃSKA M., 2012. Ocena wartości energetycznej odmian sorga w zależności od terminu, gęstości siewu i nawożenia. *Fragm. Agron.* 29, 3: 114-119.
- KSIĘŻAK J., BOJARSZCZUK J., STANIAK M., 2012. Produkcyjność kukurydzy i sorga w zależności od poziomu nawożenia azotem. *Pol. J. Agron.* 8: 20-28.
- LONC W., RIEGEROWA H., 1967. Wpływ terminów siewu i zbioru na plony zielonej masy sorga. *Rocz. Nauk Roln. Ser. A* 94, 1: 95-107.
- MACHUL M., 2008. A może sorgo? *Kukurydza* 2: 43-44.

Kruczek A., Skrzypczak W., Waligóra H., 2014. Reakcja sorga na zróżnicowaną obsadę roślin i rozstawę rzędów w zależności od terminu siewu. *Nauka Przyr. Technol.* 8, 1, #13.

- SALEH H.H., 1992. Effect of phosphorus placement depth on biological and its components for three sorghum genotypes under rainfed condition of Jordan. *Maszynopis. Uniwersytet Jordaniński, Amman.*
- SOWIŃSKI J., 2009. Porównanie plonowania kukurydzy i sorga cukrowego pod wpływem zróżnicowanych dawek nawożenia azotem. *Pam. Puław.* 151: 649-661.
- SOWIŃSKI J., LISZKA-PODKOWA A., 2007. Porównanie plonowania kukurydzy i sorga cukrowego na dwóch typach gleb w zależności od nawożenia azotem. W: *Produkcja pasz objętościowych dla przeżuwaczy. Konferencja naukowa 8-9 maja – 2007. IUNG-PIB, Puławy:* 53-54.
- SOWIŃSKI J., LISZKA-PODKOWA A., 2008. Wielkość i jakość plonu świeżej i suchej masy kukurydzy (*Zea mays* L.) oraz sorga cukrowego (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) na glebie lekkiej w zależności od dawki azotu. *Acta Sci. Pol. Agric.* 7, 4: 105-115.
- ŚLIWIŃSKI B.J., BRZÓSKA F., 2006. Historia uprawy sorgo i wartość pokarmowa tej rośliny w uprawie na kiszonkę. *Post. Nauk Roln.* 1: 25-37.

REACTION OF SORGHUM TO DIVERSE PLANT DENSITY AND ROWS DISTANCE IN DEPENDENCE ON SOWING TERMS

Summary. The aim of the study was qualification of optimum plants density on the unit of area and distance of rows for two terms of sowing of sorghum. Field trials were conducted in 2008-2011 in Didactic-Experimental Station in Swadzim that belongs to the Poznań University of Life Sciences. It was shown that sowing of sorghum in III decade of May enlarged the plants density on 1 m² in comparison to the sowing about two weeks earlier. Enlarging the distance of rows from 30 to 90 cm effectively and gradually limited the number of plants per area unit. The fresh and dry mass yields of whole plants of sorghum and stems, leaves and panicles increased in measure of enlarging the density of sowing from 15 to 25 seeds per 1 m² and in measure of reducing the distance between rows of plants from 90 to 30 cm. The sowing term of sorghum did not influence fresh and dry mass yields of plants and their components.

Key words: sorghum, yield, term of sowing, sowing density, distance of rows, method of fertilization

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Andrzej Kruczek, Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań, Poland, e-mail: kruczek@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

15.01.2014

Do cytowania – For citation:

*Kruczek A., Skrzypczak W., Waligóra H., 2014. Reakcja sorga na zróżnicowaną obsadę roślin i rozstawę rzędów w zależności od terminu siewu. *Nauka Przyr. Technol.* 8, 1, #13.*