

Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: grzegorz.szumilo@up.lublin.pl

GRZEGORZ SZUMIŁO, LESZEK RACHOŃ

**Wpływ terminu siewu i rozstawy rzędów na plonowanie
sorga zwyczajnego [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]
uprawianego na ziarno**

Influence of sowing date and row spacing on the yielding of sorghum
[*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cultivated for grain

Streszczenie. Badania polowe przeprowadzono w latach 2007–2009 w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Ich celem była ocena plonowania i cech struktury plonu ziarna sorga zwyczajnego (odmiany Rona 1) w zależności od terminu siewu – doświadczenie I (3 dekada kwietnia i 2 dekada maja) i rozstawy rzędów – doświadczenie II (25 cm, 50 cm i 75 cm). Plon ziarna sorga wysiewanego w 2 dekadzie maja w porównaniu z siewem w 3 dekadzie kwietnia był istotnie większy, poprzez większą obsadę pędów i wiech oraz liczbę i masę ziarn w wiechy. Zmniejszenie rozstawy rzędów z 75 cm do 50 cm i 25 cm powodowało istotne obniżenie plonu ziarna, co wynikało ze zmniejszenia masy 1000 ziarn oraz liczby i masy ziarn z wiechy. Zwiększanie szerokości międzyrzędzi od 25 cm do 75 cm powodowało stopniowe zmniejszanie liczby pędów i wiech produkcyjnych na jednostce powierzchni. W trzyleciu najwyższy plon ziarna uzyskano w 2008 r., który w porównaniu ze średnią wieloletnią charakteryzował się niedoborem opadów atmosferycznych i wyższą temperaturą powietrza w czerwcu i sierpniu oraz wyraźnym nadmiarem opadów i nieco niższą temperaturą w maju i wrześniu.

Słowa kluczowe: sorgo zwyczajne, plon ziarna, termin siewu, rozstawa rzędów

WSTĘP

Rodzaj sorgo (*Sorghum*) obejmuje około 25 gatunków [Sowiński i Liszka-Podkowa 2008], rozpowszechnionych zwłaszcza w strefie międzyzwrotnikowej i podzwrotnikowej [Showemimo 2007, Alikhani i in. 2012]. Jednym z najważniejszych pod względem gospodarczym taksonów w świecie jest sorgo zwyczajne [Gul i in. 2005, Sowiński i Liszka-Podkowa 2008], a wśród jego typów uprawnych można wyróżnić: sorgo ziarnowe i cu-

krowe, trawę sudańską, mieszańce sorga i trawy sudańskiej oraz sorgo techniczne (miotekowe) [Dahlberg i in. 2011, Sowiński i Szydełko-Rabska 2013b]. Najpowszechniejszym typem uprawnym sorga zwyczajnego jest sorgo ziarnowe, którego odmiany o krótkich pędach nadają się do mechanicznego zbioru ziarna [Berenji i Dahlberg 2004, Sowiński i Szydełko-Rabska 2013a]. W przypadku sorga cukrowego szczególnie istotna jest duża zawartość cukru w soku łądy, jednakże niektóre odmiany tego typu dają także wysoki plon ziarna w porównaniu z sorgiem ziarnowym, mimo że nie jest on priorytetem w ich uprawie [Almodares i Darany 2006]. W skali globalnej zboże to jest niezwykle wszechstronnie wykorzystywane, głównie do produkcji żywności. Przetwarzane jest na mąkę, grys i płatki, które można stosować do wytwarzania szerokiego asortymentu produktów przemysłowych. Poza tym służy do produkcji paszy dla zwierząt, materiałów budowlanych, mioteł, papieru, słodu browarniczego, alkoholu i krochmalu [Palmer 1992, Berenji i Dahlberg 2004, Gul i in. 2005, Aba i in. 2005, Showemimo 2007]. Ziarno sorga wyróżnia się dużą wartością energetyczną i odżywczą. Podobnie jak inne zboża jest doskonałym źródłem skrobi i białka, a co szczególnie istotne nie zawiera glutenu [Palmer 1992, Berenji i Dahlberg 2004]. Bogate jest też w składniki mineralne, a poziom zawartości tanin i cyjanku w ziarnie nie budzi zastrzeżeń pod względem bezpieczeństwa artykułów spożywczych i pasz [Aba i in. 2005].

Sorgo jest zbożem tropikalnym, jednakże zainteresowanie jego uprawą jest coraz większe również w rejonach świata położonych w strefie klimatu umiarkowanego, a więc odbiegającego od optymalnego dla jego wzrostu i rozwoju [Almodares i Darany 2006]. Związane jest to z jego uniwersalnością, szerokimi możliwościami adaptacji do różnych warunków środowiska (np. gruntów marginalnych), a przede wszystkim tolerancją na stresy biotyczne (szkodniki i choroby) oraz abiotyczne, zwłaszcza na suszę [Berenji i Dahlberg 2004]. Zaletą sorga jest również wysoki potencjał plonowania, gdyż jako roślina typu C4 wyróżnia się dużą wydajnością fotosyntezy i szybką akumulacją biomasy [Almodares i Darany 2006, Alikhani i in. 2012, Sawargaonkar i in. 2013].

Podjęte badania miały na celu ocenę plonowania oraz cech struktury plonu ziarna sorga zwyczajnego w zależności od terminu siewu i rozstawy rzędów. Hipoteza badawcza zakładała, że zarówno termin siewu, jak i rozstawa rzędów różnicują plon ziarna sorga zwyczajnego.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe prowadzono w latach 2007–2009 w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Współrzędne geograficzne GPS przeprowadzonego eksperymentu: 51°22'N, 22°64'E. Doświadczenie zlokalizowane było na glebie wytworzonej z pyłów pochodzenia lessowego, zaliczanej do kompleksu pszenno-dobrego, o zasobności w składniki pokarmowe: P – 76, K – 119 i Mg – 55 (w mg kg⁻¹ gleby) i pH w KCl – 6,3.

Przeprowadzono 2 eksperymenty w układzie bloków losowanych w 3 powtórzeniach. Zmiennymi w uprawie na ziarno sorga zwyczajnego [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] odmiany Rona 1 były: doświadczenie I – termin siewu (1 T – 3 dekada kwietnia, 2 T – 2 dekada maja); doświadczenie II – rozstawa rzędów (rzędy co 25 cm – obsada 72 szt. na 1 m², 50 cm – 36 szt. i 75 cm – 24 szt.). Głębokość siewu wynosiła 3 cm,

a odległość w rzędzie – 5,5 cm. W doświadczeniu I sorgo wysiewano w rzędach co 75 cm. W doświadczeniu II siew wykonywano w 2 dekadzie maja. Uprawa roli była typowa dla systemu płużnego. Przedsięwzięcie wniesiono nawożenie: P – 34,9 kg·ha⁻¹; K – 66,4 kg·ha⁻¹ i N – 80 kg·ha⁻¹. Siew wykonano siewnikiem ręcznym, w stanowisku po rzepaku ozimym. Pielęgnacja chemiczna łąnu obejmowała profilaktyczną ochronę roślin przed grzybami patogenicznymi (zaprawa nasienna Maxim XL 035 FS w dawce 100 ml·100 kg⁻¹ ziarna). Chwasty zwalczano mechanicznie po wschodach roślin. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 9 m².

Przed zbiorem obliczono liczbę pędów oraz wiech produkcyjnych sorga. Zbiór wykonano po uzyskaniu przez ziarno dojrzałości woskowej do pełnej w dolnej części wiechy poprzez ścięcie wiech produkcyjnych. Po zbiorze wiechy dosuszono i dokonano omłotu przy użyciu młocarni stacjonarnej, a następnie ustalono plon ziarna. W pobranych losowo 5 wiechach z poletka dokonano oceny liczby i masy ziarna z wiechy oraz masy 1000 ziarn [Alikhani i in. 2012]. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, oceniając istotność różnic testem Tukeya na poziomie $p = 0,05$.

Tabela 1. Opady i temperatura powietrza w latach 2007–2009 (Obserwatorium Meteorologiczne w Felinie)

Table 1. Rainfalls and air temperatures of the years 2007–2009 (Meteorological Observatory at Felin)

Rok/ Year	Miesiące/ Months							IV–X
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Opady (mm)/ Rainfalls (mm)								
2007	17,4	81,5	87,8	87,0	37,6	129,8	17,7	458,8
2008	55,8	101,6	25,9	77,1	45,0	102,2	55,5	463,1
2009	2,9	71,1	125,5	57,1	54,7	21,0	103,6	435,9
Średnio z lat Mean for 1951–2000	40,6	58,3	65,8	78,0	69,7	52,1	40,3	404,8
Temperatura powietrza (°C)/ Air temperature (°C)								
2007	8,7	15,0	18,1	19,2	18,4	13,0	7,6	14,3
2008	9,3	12,8	17,7	18,3	19,3	12,6	10,1	14,3
2009	11,4	13,6	16,4	19,9	19,0	15,3	6,9	14,6
Średnio z lat Mean for 1951–2000	7,5	13,0	16,5	17,9	17,3	12,9	7,9	13,3

Przebieg warunków agro-klimatycznych panujących w okresie wegetacji sorga w latach eksperymentu widać w tabeli 1. W okresie badań, kwiecień–październik, łączna suma opadów atmosferycznych przewyższała normę wieloletnią – od 7,1% (2009 r.) do 12,6% (2008 r., wyższa była również średnia temperatura powietrza – średnio o 1,1°C. Niemniej jednak warunki pogodowe w poszczególnych latach doświadczeń były znacznie zróżnicowane. W porównaniu ze średnią wieloletnią, w 2007 r. deficyt opadów no-

towano w kwietniu, sierpniu i październiku, zaś pozostałe miesiące okresu wegetacji (zwłaszcza wrzesień), cechowały się ich nadmiarem. W roku 2008 zanotowano niedobór opadów w czerwcu i sierpniu, a w maju i wrześniu sumy miesięczne opadów przewyższyły średnie z wielolecia odpowiednio o 42,6% i 49,0%. Warunki panujące w tym okresie wegetacji ze względu na sumę opadów i średnie temperatury powietrza sprzyjały kiełkowaniu i wschodom sorga, a także były najbardziej korzystne dla jego wzrostu i plonowania. Wyraźnie odmienne warunki panowały w 2009 r. W kwietniu suma miesięczna opadów stanowiła zaledwie 7,1% normy wieloletniej, a znaczny ich deficyt wystąpił również w okresie lipiec–sierpień. Natomiast w czerwcu sumy miesięczne opadów przekroczyły średnią z wielolecia o 47,6%. Szczególnie niekorzystne dla dojrzewania i plonowania sorga były miesiące wrzesień i październik 2009 r., które cechowały się odpowiednio dużym niedoborem i ponad 2,5-krotnym nadmiarem opadów.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki zamieszczone w tabeli 2 wskazują na istotne zróżnicowanie wysokości plonu ziarna sorga zwyczajnego w zależności od terminu siewu (doświadczenie I), a także szerokości międzyrzędzi (doświadczenie II). Niezależnie od okresu wegetacji sorgo wysiewane w 2 dekadzie maja (2 T) plonowało wyżej średnio o 20,4% w porównaniu z siewem w 3 dekadzie kwietnia (1 T). Duy i Yoshida [1999], prowadząc badania w północnej części Kiusiu (Japonia), nie udowodnili wpływu terminu siewu (10 i 20 kwietnia) na plon ziarna. Natomiast Sowiński i Szydełko-Rabska [2013a] uzyskali wyższe plony sorga ziarnowego odmiany 251 w warunkach siewu w 3 dekadzie kwietnia w porównaniu z siewem w 1 dekadzie maja. W badaniach własnych (tab. 2) zastosowanie odległości 75 cm pomiędzy rzędami roślin okazało się najkorzystniejsze dla poziomu plonowania, natomiast zmniejszanie szerokości międzyrzędzi do 50 cm i 25 cm, a jednocześnie zwiększanie obsady roślin, skutkowało ograniczeniem plonu ziarna średnio odpowiednio o 10,0% i 15,4%. Podobnie Fernandez i in. [2012] dowiedli wyższego plonowania sorga przy rozstawie rzędów roślin 76 cm w porównaniu z rozstawą 38 cm, zaś Sawargaonkar i in. [2013] wykazali wzrost plonu ziarna sorga uprawianego w rozstawie 60 cm w odniesieniu do rozstawy 45 cm. Z literatury wynika [Maman i in. 2004, Fernandez i in. 2012, Fromme i in. 2012, Sowiński i Szydełko-Rabska 2013a], że potencjał plonowania sorga związany jest z warunkami siedliskowymi, a zwłaszcza pogodowymi, w okresie wegetacji. Analogicznie w niniejszej pracy wysokość plonu ziarna zależała istotnie od przebiegu pogody w latach eksperymentów. W trzyletnim okresie badań, niezależnie od terminu siewu (doświadczenie I) i szerokości międzyrzędzi (doświadczenie II), najwyższe plony ziarna notowano w 2008 r., charakteryzującym się największą sumą opadów atmosferycznych i umiarkowaną średnią temperaturą powietrza, zaś najniższe plony uzyskano w 2009 r., który cechował się najmniejszą sumą opadów i najwyższą średnią temperaturą. Zaprezentowany w niniejszej pracy poziom plonowania sorga jest zbliżony do średniego plonu ziarna tego zboża uzyskiwanego w warunkach europejskich, który przedstawili Berenji i Dahlberg [2004].

Uzyskane wyniki wskazują (tab. 2, 3), że obsada pędów i wiech produkcyjnych na jednostce powierzchni sorga zwyczajnego wysiewanego w 2 dekadzie maja była istotnie większa w porównaniu z wysiewanym w 3 dekadzie kwietnia. W badaniach Sowińskiego i Szydełko-Rabskiej [2013a] liczba wiech sorga sianego w dwóch terminach różniła się

nieistotnie. W badaniach własnych zmniejszanie odległości pomiędzy rzędami roślin od 75 cm do 25 cm powodowało znaczące zwiększanie liczby pędów i wiech produkcyjnych na 1 m², co było zgodne z oczekiwaniami. Również Baumhardt i in. [2005] oraz Baumhardt i Howell [2006] obserwowali wzrost obsady pędów i wiech sorga uprawianego w wąskiej rozstawie rzędów (0,38 m) w porównaniu z rozstawą konwencjonalną (0,76 m). Dokonana analiza statystyczna wskazuje, że przebieg pogody w latach prowadzonych eksperymentów istotnie różnicował obsadę pędów i wiech na jednostce powierzchni, co odnotowali także Maman i in. [2004]. Niezależnie od terminu siewu i odległości pomiędzy rzędami w 2008 r. sorgo tworzyło mniej pędów, a jednocześnie więcej wiech produkcyjnych niż w 2007 r. Baumhardt i in. [2005] oraz Baumhardt i Howell [2006] uważają, że sorgo adaptuje się do różnorodnych warunków wzrostu poprzez dostosowanie liczby wiech w wyniku tworzenia rozgałęzień.

Tabela 2. Plon ziarna i liczba pędów sorga w zależności od terminu siewu i rozstawy rzędów
Table 2. Grain yield and number of shoots of sorghum depending on the term of sowing and row spacing

Obiekty Objects	Lata/ Years			Średnio Mean
	2007	2008	2009	
Plon ziarna (t·ha ⁻¹)/ Grain yield (t·ha ⁻¹)				
Termin siewu/ Term of sowing				
1 T	3,12	3,80	2,55	3,16
2 T	4,10	4,55	3,26	3,97
Średnio/ Mean	3,61	4,17	2,91	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	a – 0,139; b – 0,209; a × b – r.n.			
Rozstawa rzędów/ Row spacing				
25 cm	3,60	3,78	2,82	3,40
50 cm	3,63	4,17	3,05	3,62
75 cm	3,95	4,65	3,45	4,02
Średnio/ Mean	3,72	4,20	3,11	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	c – 0,237; d – 0,237; c × d – r.n.			
Liczba pędów (szt.·m ⁻²)/ Number of shoots (no.·m ⁻²)				
Termin siewu/ Term of sowing				
1 T	20,8	18,2	19,8	19,6
2 T	24,9	21,2	23,9	23,3
Średnio/ Mean	22,8	19,7	21,8	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	a – 1,53; b – 2,31; a × b – r.n.			
Rozstawa rzędów/ Row spacing				
25 cm	52,7	47,3	51,7	50,6
50 cm	30,7	30,7	27,3	29,6
75 cm	26,2	21,6	23,3	23,7
Średnio/ Mean	36,5	33,2	34,1	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	c – 2,62; d – 2,62; c × d – r.n.			

1 T – 3 dekada kwietnia/ 3rd decade of April; 2 T – 2 dekada maja/ 2nd decade of May; a – dla terminu siewu – for term of sowing; b – dla lat/ for years; a × b – dla interakcji termin siewu × lata – for interaction term of swing × years; c – dla rozstawy rzędów – for row spacing; d – dla lat – for years; c × d – dla interakcji rozstawa rzędów × lata/ for interaction row spacing × years; r.n. – różnice nieistotne/ not significant

Tabela 3. Liczba wiech produkcyjnych i masa 1000 ziarn sorga w zależności od terminu siewu i rozstawy rzędów
 Table 3. Number of productive panicles and 1000-grain weight of sorghum depending on the term of sowing and row spacing

Obiekty Objects	Lata/ Years			Średnio Mean
	2007	2008	2009	
Liczba wiech produkcyjnych (szt.·m ⁻²) Number of productive panicles (no.·m ⁻²)				
Termin siewu/ Term of sowing				
1 T	10,8	13,3	11,7	11,9
2 T	14,1	15,8	13,6	14,5
Średnio/ Mean	12,4	14,6	12,6	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	a – 1,42; b – 2,14; a × b – r.n.			
Rozstawa rzędów/ Row spacing				
25 cm	25,3	30,0	26,7	27,3
50 cm	16,0	21,0	18,7	18,6
75 cm	13,4	14,6	14,9	14,3
Średnio/ Mean	18,3	21,9	20,1	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	c – 1,81; d – 1,81; c × d – r.n.			
Masa 1000 ziarn (g)/ 1000-grain weight (g)				
Termin siewu/ Term of sowing				
1 T	24,4	18,9	17,6	20,3
2 T	24,2	18,2	17,2	19,9
Średnio/ Mean	24,3	18,5	17,4	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	a – r.n.; b – 1,44; a × b – r.n.			
Rozstawa rzędów/ Row spacing				
25 cm	23,1	16,8	13,6	17,8
50 cm	24,1	17,9	15,1	19,0
75 cm	24,6	18,6	16,9	20,1
Średnio/ Mean	23,9	17,8	15,2	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	c – 0,67; d – 0,67; c × d – r.n.			

Objaśnienia: jak pod tabelą 2/ Explanations: see under Table 2

Zdaniem Mamana i in. [2004] oraz Alikhaniego i in. [2012] wysokość plonu ziarna sorga zależy przede wszystkim od liczby ziarn z wiechy i masy ziarniaków. Przeprowadzone badania własne wskazują (tab. 3), że masa 1000 ziarn sorga wysiewanego w 3 dekadzie kwietnia i 2 dekadzie maja różniła się nieistotnie. Podobnie Duy i Yoshida [1999] nie udowodnili wpływu terminu siewu na masę ziarniaków. Uzyskane wyniki wskazują na istotny wpływ szerokości międzyrzędzi na wartość tego parametru. Zwiększanie rozstawy rzędów z 25 cm do 75 cm przyczyniło się do stopniowego przyrostu masy 1000 ziarn. Na zwyżkę masy 1000 ziarn sorga spowodowaną zwiększeniem szerokości międzyrzędzi z 38 cm do 76 cm zwrócili uwagę także Fernandez i in. [2012]. Analizując wpływ terminu siewu na liczbę i masę ziarn z wiechy, stwierdzono (tab. 4), że siew w 2 dekadzie maja wpływał korzystniej niż w 3 dekadzie kwietnia. W warunkach badań zmniejszanie szerokości międzyrzędzi od 75 cm do 25 cm powodowało znaczący spadek liczby i masy

ziarn z wiechy. Wielu autorów uważa [Gul i in. 2005, Maman i in. 2004, Fernandez i in. 2012, Sowiński i Szydełko-Rabska 2013a], a potwierdzają to także uzyskane wyniki (tab. 3, 4), że wartości elementów struktury plonu ziarna sorga zwyczajnego zależą istotnie od przebiegu pogody w latach badań. W trzyleciu, niezależnie od terminu siewu i rozstawy rzędów, największą masę 1000 ziarn, a najmniejszą liczbę ziarn z wiechy uzyskano w 2007 r., zaś najmniej korzystny dla wytworzenia masy ziarn na wiesze był 2009 r. Zaobserwowano również, że w 2007 r. we wszystkich rozpatrywanych wariantach rozstawy rzędów sorgo tworzyło mniej ziarn w wiesze niż w 2009 r. Uzyskana w niniejszej pracy masa 1000 ziarn oraz liczba i masa ziarn z wiechy sorga koresponduje z wynikami przedstawionymi w literaturze [Maman i in. 2004, Almodares i Darany 2006, Fernandez i in. 2012, Sowiński i Szydełko-Rabska 2013a].

Tabela 4. Liczba i masa ziarn z wiechy sorga w zależności od terminu siewu i rozstawy rzędów
Table 4. Number and weight of grains per panicle of sorghum depending on the term of sowing and row spacing

Obiekty Objects	Lata/ Years			Średnio Mean
	2007	2008	2009	
Liczba ziarn z wiechy (szt.)/ Number of grains per panicle (no.)				
Termin siewu/ Term of sowing				
1 T	1217	1427	1286	1310
2 T	1283	1638	1490	1470
Średnio/ Mean	1250	1532	1388	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	a – 74,2; b – 111,9; a × b – r.n.			
Rozstawa rzędów/ Row spacing				
25 cm	652	736	836	741
50 cm	931	1121	1211	1088
75 cm	1263	1621	1515	1466
Średnio/ Mean	949	1159	1187	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	c – 83,2; d – 83,2; c × d – 144,2			
Masa ziarn z wiechy (g)/ Weight of grains per panicle (g)				
Termin siewu/ Term of sowing				
1 T	29,4	26,6	22,5	26,2
2 T	31,1	29,4	25,9	28,8
Średnio/ Mean	30,2	28,0	24,2	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	a – 1,48; b – 2,23; a × b – r.n.			
Rozstawa rzędów/ Row spacing				
25 cm	14,7	12,0	11,1	12,6
50 cm	22,9	20,2	17,5	20,2
75 cm	30,9	29,6	25,0	28,5
Średnio/ Mean	22,9	20,6	17,9	–
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	c – 1,73; d – 1,73; c × d – r.n.			

Objaśnienia: jak pod tabelą 2/ Explanations: see under Table 2

WNIOSKI

1. Wysiew w 2 dekadzie maja w porównaniu z wysiewem w 3 dekadzie kwietnia wpłynął korzystnie na plon ziarna sorga zwyczajnego średnio o 20,4% poprzez większą obsadę pędów i wiech produkcyjnych oraz liczbę i masę ziarn w wiechy.

2. Zmniejszenie rozstawy rzędów z 75 cm do 50 cm i 25 cm ograniczało poziom plonowania średnio odpowiednio o 10,0% i 15,4%. Obniżka plonu ziarna wynikała głównie ze zmniejszenia masy 1000 ziarn oraz liczby i masy ziarn z wiechy.

3. Zwiększanie rozstawy rzędów roślin sorga zwyczajnego od 25 cm do 75 cm powodowało zmniejszanie liczby pędów i wiech produkcyjnych na jednostce powierzchni.

4. W trzyletnim okresie badań najwyższy plon ziarna uzyskano w 2008 r, który w porównaniu ze średnią wieloletnią charakteryzował się niedoborem opadów atmosferycznych i wyższą temperaturą powietrza w czerwcu i sierpniu oraz wyraźnym nadmiarem opadów i nieco niższą temperaturą w maju i wrześniu.

PIŚMIENNICTWO

- Aba D.A., Abu E., Chindo P.S., Marle P.S., Maigida D.N., Ogungbile A.O., 2005. Characterization of some released sorghum varieties and for food and industrial utilization in Nigeria. *Agric. Trop. Subtrop.* 38(2), 1–6.
- Alikhani M.A., Etemadi F., Ajirlo A.F., 2012. Physiological basic of yield difference in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) in a semi-arid environmental. *ARPN J. Agric. Biol. Sci.* 7(7), 488–496.
- Almodares A., Darany S.M.M., 2006. Effects of planting date and time of nitrogen application on yield and sugar content of sweet sorghum. *J. Environ. Biol.* 27(3), 601–605.
- Baumhardt R.L., Howell T.A., 2006. Seeding practices, cultivar maturity, and irrigation effects on simulated grain sorghum yield. *Agron. J.* 98, 3, 462–470.
- Baumhardt R.L., Tolck J.A., Winter S.R., 2005. Seeding practices and cultivar maturity effects on simulated dryland grain sorghum yield. *Agron. J.* 97, 935–942.
- Berenji J., Dahlberg J., 2004. Perspectives of Sorghum in Europe. *J. Agron. Crop. Sci.* 190, 332–338.
- Dahlberg J., Berenji J., Sikora V., Latkocić D., 2011. Assessing sorghum [*Sorghum bicolor* (L) Moench] germplasm for new traits: food, fuels and unique uses. *Maydica* 56, 85–92.
- Duy N.C., Yoshida T., 1999. Grain yield of sorghum cultivars in a double cropping system. *Plant Prod. Sci.* 2(2), 121–124.
- Fernandez J.C., Fromme D.D., Grichar W.J., 2012. Grain sorghum response to row spacing and plant populations in the Texas Coastal Bend Region. *Int. J. Agron.* 2012, 1–6.
- Fromme D.D., Fernandez C.J., Grichar W.J., Jahn. R.L. 2012. Grain sorghum response to hybrid, row spacing, and plant populations along the upper Texas Gulf Coast. *Int. J. Agron.* 2012, 1–5.
- Gul I., Saruhan V., Basbag M., 2005. Determination of yield and yield components and relationship among the components of grain sorghum cultivars grown as main crop. *Asian J. Plant Sci.* 4, 613–618.
- Maman N., Mason S.C., Lyon D.J., Dhungana P., 2004. Yield components of pearl millet and grain sorghum across environments in the Central Great Plains. *Crop Sci.* 44, 2138–2145.
- Palmer G.H., 1992. Sorghum – food, beverage and brewing potentials (Review). *Process Biochem.* 27(3), 145–153.

- Sawargaonkar G.L., Patil M.D., Wani S.P., Pavani E., Reddy B.V.S.R., Marimuthu S., 2013. Nitrogen response and water use efficiency of sweet sorghum cultivars. *Field Crop Res.* 149, 245–251.
- Showemimo F.A., 2007. Grain yield response and stability indices in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Commun. Biometry Crop Sci.* 2(1), 68–73.
- 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., Agricultura* 7(4), 105–115.
- Sowiński J., Szydełko-Rabska E., 2013a. Możliwości uprawy sorga ziarnowego, odmiany 251 w warunkach Dolnego Śląska – wyniki wstępne. *Fragm. Agron.* 30(4), 138–146.
- Sowiński J., Szydełko-Rabska E., 2013b. Porównanie plonowania różnych form sorga w warunkach polskich. *Annales UMCS, Sec. E, Agricultura* 68(1), 30–40.

Summary. Field experiments were carried out in 2007–2009 at the Felin Experimental Farm, belonging to the University of Life Sciences in Lublin. Their aim was to evaluate the grain yield and characteristics of the structure of the grain yield of sorghum (variety Rona 1), and to determine its response to the sowing date – Experiment I (3rd 10 days' period of April and 2nd 10-days' period of May) and different row spacing – Experiment II (25 cm, 50 cm and 75 cm). The grain yield of sorghum sown in the 2nd 10-days' period of May, compared with sowing in 3rd 10-days' period of April was significantly higher, due to an increasing number of shoots and panicles as well as the number and weight of grains per panicle. Reducing row spacing from 75 cm to 50 cm and 25 cm resulted in a significant reduction in the grain yield, due to the decrease in 1000-grain weight and number and weight of grain per panicle. Increasing row spacing from 25 cm to 75 cm resulted in a gradual reduction in the number of shoots and productive panicles per unit area. During the three years, the highest grain yield was obtained in 2008, which compared to the long-term mean value was characterized by a deficiency of rainfalls and a higher air temperature in June and August, and distinct excess of rainfalls and a slightly lower temperature in May and September.

Key words: sorghum, grain yield, sowing date, row spacing