

ANDRZEJ KRUCZEK, WITOLD SKRZYPCZAK, HUBERT WALIGÓRA

Katedra Agronomii  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## **PORÓWNANIE PLONOWANIA KUKURYDZY I SORGA UPRAWIANYCH RÓŻNYMI METODAMI PRZY DWÓCH SPOSOBACH NAWOŻENIA NAWOZEM AZOTOWO-FOSFOROWYM\***

COMPARISON OF YIELDING OF MAIZE AND SORGHUM  
GROWN WITH DIFFERENT METHODS BY TWO WAYS OF FERTILIZATION  
WITH NITROGEN-PHOSPHORUS FERTILIZER

**Streszczenie.** Sorgo ma bardzo duży potencjał produkcyjny oraz dużą odporność na niedobory wody i może stanowić roślinę alternatywną dla kukurydzy przeznaczonej na cele kiszonkowe, zwłaszcza w rejonach o niedoborach opadów oraz dużej koncentracji chowu bydła. Celem badań była ocena plonowania kukurydzy i sorga przy różnych sposobach uprawy (uprawa tradycyjna i siew bezpośredni) oraz różnych metodach nawożenia (przedsiewne nawożenie rzutowe oraz nawożenie startowe łącznie z siewem). Doświadczenia polowe wykonano w latach 2008-2011 w ZDD Swadzim należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Wykazano, że siew bezpośredni miał wpływ na zmniejszenie plonów świeżej i suchej masy zarówno całych roślin, jak i łodyg, liści i kolb/wiech w porównaniu z siewem tradycyjnym. Plon świeżej i suchej masy całych roślin kukurydzy oraz jego składowych wegetatywnych były istotnie mniejsze od analogicznych plonów sorga. Wielkość plonów świeżej i suchej masy organów generatywnych (kolb właściwych i wiech) kształtowała się odwrotnie.

**Słowa kluczowe:** kukurydza, sorgo, plon, sucha masa, sposoby uprawy roli, sposoby siewu, sposoby nawożenia

---

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

## Wstęp

W wielu rejonach naszego kraju podstawową paszą objętościową w żywieniu bydła (w tym krów mlecznych) jest kiszzonka z kukurydzy o bardzo dużej wartości energetycznej. Postęp hodowlany w ostatnich latach spowodował, że kukurydzę z przeznaczeniem na zbiór całych roślin do zakiszania z powodzeniem można uprawiać zarówno na południu, jak i północy Polski. Do niedawna czynnikiem ograniczającym uprawę kukurydzy oraz w głównej mierze decydującym o rejonizacji uprawy tej rośliny w Polsce była temperatura. Obecnie można postawić tezę, że głównym czynnikiem decydującym o powodzeniu uprawy kukurydzy, zarówno na ziarno, jak i na kiszonkę, są opady. Długotrwałe susze w okresie wiosenno-letnim, szczególnie niekorzystne w okresie kwitnienia i pylenia kukurydzy, wpływają na zawiązywanie kolb, udział w nich ziarna oraz produkcję zielonej masy (PANDEY i IN. 2000). Z tych powodów w ostatnich latach rośliną alternatywną, stało się sorgo (ŚLIWIŃSKI i BRZÓSKA 2006). Jest to roślina o typie fotosyntezy C<sub>4</sub>, podobnie jak kukurydza, charakteryzująca się dużymi wymaganiami termicznymi, lecz większą odpornością na suszę. Mniejsza wrażliwość na suszę wynika z małej wartości współczynnika transpiracji, głębszego systemu korzeniowego, cechującego się większą efektywnością adsorpcji wody oraz zdolnością zahamowania wegetacji podczas suszy i jej wznowienia przy sprzyjających warunkach wilgotnościowych (WRIGHT i SMITH 1983, SINGH i SINGH 1995, KSIĘŻAK i MAGNUSZEWSKI 2007). Omówione powyżej korzystne cechy sorga, jego duży potencjał plonowania oraz duża zawartość cukrów sprawiają, że roślina ta jest wykorzystywana do produkcji kiszonki uzupełniającej kiszonki z kukurydzy (KOZŁOWSKI i IN. 2009, GALBAS i IN. 2010). Według LISZKI-PODKOWY (2007) kiszonki z sorga odznaczają się mniejszą koncentracją energii niż kiszonki z kukurydzy, ponieważ sorgo w naszym klimacie nie wykształca dojrzałych nasion. Obawy w stosowaniu sorga jako rośliny paszowej budzi również obecność w nim związków antyżywniowych (tanin i durin). Gromadzenie w częściach zielonych glukozydu cyjanogennego (duriny) jest uzależnione od odmiany (formy), ale substancja ta ulega dezaktywacji podczas zakiszania zielonki (LISZKA-PODKOWA 2007). Potwierdzają to również badania BOLSENA i IN. (2003) wskazujące, że kwas pruski (powstały podczas rozpadu duriny) rozkłada się po 2-3 tygodniach od zakiszenia.

Celem pracy była ocena plonowania kukurydzy i sorga uprawianych tradycyjnie oraz metodą siewu bezpośredniego przy zróżnicowanym nawożeniu przedsięwzięciem oraz nawożeniu startowym stosowanym łącznie z siewem nasion.

## Material i metody

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

Doświadczenie polowe trójczynnikowe w układzie split-plot w czterech powtórzeniach obejmowało następujące zmienne: I rzędu – sposoby uprawy: a1 – siew w glebę uprawioną w sposób tradycyjny, a2 – siew bezpośredni w ściernisko po pszenicy ozimej (słoma zebrana), II rzędu – gatunki roślin: b1 – kukurydza – mieszaniec średniopóźny,

pojedyńczy, kiszonkowy ‘Clarica’ (FAO 270), b2 – sorgo – odmiana ‘Sucrosorgo 506’, III rzędu – sposoby nawożenia: c1 – rzutowo na całą powierzchnię przed siewem nasion, c2 – rzędowo (startowo) jednocześnie z siewem nasion (5 cm z boku i 5 cm poniżej nasion).

Wielkość nawożenia: N – 120 kg·ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 70 kg·ha<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>O – 130 kg·ha<sup>-1</sup>. Nawożenie bilansowano względem fosforu. Zapotrzebowanie na fosfor w całości pokryto w formie fosforanu amonu (polidap – 18% N i 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na wszystkich obiektach. Nawożenie N i K wykonano przed siewem kukurydzy i sorga w formie mocznika (46% N) lub saletry amonowej (34% N) oraz soli potasowej (60% K<sub>2</sub>O), przy czym dawkę azotu pomniejszono o ilość tego składnika wniesioną w polidapie.

Do siewu wykorzystano siewnik punktowy do siewu bezpośredniego Monosem, wyposażony w rozsiewacz nawozów do rzędowego (startowego) ich stosowania jednocześnie z siewem nasion. Redlice nawozowe ustawiono w stosunku do redlic nasienych w ten sposób, aby nawóz był umieszczony w glebie 5 cm z boku i 5 cm poniżej nasion. Siew ziaren kukurydzy wykonywano na głębokość 5-6 cm, a sorga – 3-4 cm, w pierwszej dekadzie maja, zakładając obsadę 200 tys. ziarniaków sorga i 90 tys. ziarniaków kukurydzy na 1 ha, przy rozstawie międzyrzędzi 70 cm. Zbiór sorga wykonano w okresie od zawiązania ziarna do dojrzałości woskowej, czyli w przedziale od 27 września (w roku 2011) do 26 października (w roku 2009). Kukurydzę zbierano w dojrzałości woskowej ziarna, którą to fazę rośliny osiągnęły najwcześniej 29 sierpnia w roku 2008, a najpóźniej 28 września w roku 2010.

Wielkość poletka brutto wynosiła 24,5 m<sup>2</sup> (długość 8,75 m, szerokość 2,8 m). Do wykonania obserwacji, pomiarów i zbioru przeznaczono dwa środkowe rzędy z każdego poletka, stąd powierzchnia poletka netto wynosiła 12,25 m<sup>2</sup>.

Wyniki jednoroczne poddano jednoczynnej analizie wariancji, następnie wykonano syntezę dla doświadczeń wielokrotnych. Istotność różnic szacowano na poziomie  $\alpha = 0,05$ . Analizy wariancji cech charakteryzujących się rozkładem dwumianowym dokonano po przekształceniu wartości procentowych na stopnie Blissa według wzoru:

$$y = \arcsin \sqrt{x}$$

gdzie:

$x$  – procent osobników posiadających daną cechę lub nieposiadających danej cechy,

$y$  – wartość do analizy statystycznej w stopniach Blissa.

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 żyznego bardzo dobrego i żytniego dobrego oraz klasy bonitacyjnej IIIB i IVa.

Przebieg warunków pogodowych w latach badań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Warunki atmosferyczne w latach badań w Swadzimiu  
Table 1. Weather conditions in years of investigations at 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
Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa – Hydrothermal coefficient of Selyaninov							
2008	2,92	0,30	0,15	1,02	1,63	0,48	1,08
2009	0,50	2,53	2,37	1,20	0,42	1,03	1,34
2010	0,96	2,92	0,78	1,39	2,41	1,79	1,71
2011	0,26	0,47	1,11	3,81	0,83	0,06	1,91
1958-2010	1,34	1,26	1,14	1,26	1,03	1,06	1,18

Interpretacja współczynnika hydrotermicznego: 0,00-0,50 – susza, 0,51-1,00 – półsusza (wilgotność dla większości roślin niedostateczna), 1,01-2,00 – względna wilgotność (wilgotność dla większości roślin dostateczna),  $\geq 2,01$  – duże uwilgotnienie (wilgotność dla większości roślin nadmierna).

Interpretation of the hydrothermal coefficient: 0.00-0.50 – drought, 0.51-1.00 – semidrought (for the majority of plants insufficient moisture), 1.01-2.00 – relative moisture (for the majority of plants sufficient moisture),  $\geq 2.01$  – large moisture (for the majority of plants excessive moisture).

## Wyniki

Obsada roślin na jednostce powierzchni, zarówno po wschodach, jak i przed zbiorem, była uzależniona od gatunku rośliny i sposobu nawożenia (tab. 2). Przed zbiorem faktyczna obsada roślin, średnio dla lat, wynosiła dla kukurydzy 84,1% obsady zakładanej, a dla sorga – 81,0%. Rzędowy wysiew fosforanu amonu istotnie wpływał na liczbę roślin na jednostce powierzchni, zwiększając ich obsadę zarówno po wschodach, jak i przed zbiorem w porównaniu z nawożeniem rzutowym. Zależność ta dotyczyła zarówno kukurydzy, jak i sorga. Kukurydza, w porównaniu z sorgiem, charakteryzowała się istotnie większymi ubytkami roślin w okresie wegetacji, wyrażonymi w punktach procentowych.

Tabela 2. Obsada roślin  
Table 2. Plant density

Badany czynnik Studied factor		Obsada roślin na 1 m <sup>2</sup> Plant density per 1 m <sup>2</sup>		Ubytki roślin Decreases of plants	
		po wschodach after emergence	przed zbiorem before harvesting	%	stopnie Blissa degrees of Bliss
Sposób uprawy Way of tillage	Uprawa tradycyjna Traditional tillage	12,02	10,3	2,4	6,35
	Siew bezpośredni Direct sowing	11,7	9,9	1,7	5,26
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	–	r.n.
Gatunek rośliny Species of plant	Kukurydza – Maize	7,6	6,5	2,7	7,17
	Sorgo – Sorghum	16,1	13,7	1,4	4,44
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	4,12	3,44	–	1,86
Sposób nawożenia Fertilization method	Rzutowy – Broadcast	11,6	9,9	2,1	6,00
	Rzędowy – In rows	12,0	10,3	2,0	6,00
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,21	0,19	–	r.n.

r.n. – różnica nieistotna.

r.n. – no significant difference.

Na obsadę roślin przed zbiorem oraz zaniki podczas wegetacji istotny wpływ wywierało współdziałanie gatunku rośliny i sposobu nawożenia (tab. 3). Sorgo pozytywnie reagowało na nawożenie startowe, co objawiało się istotnie większą w porównaniu z nawożeniem rzutowym obsadą roślin przed zbiorem. U kukurydzy reakcji takiej nie stwierdzono. Nawożenie rzędowe w porównaniu z nawożeniem rzutowym istotnie zwiększało zaniki roślin kukurydzy oraz istotnie zmniejszało zaniki roślin sorga.

Spośród czynników badawczych największy wpływ na plon świeżej masy i jej strukturę wywarły sposób uprawy roli i sposób siewu oraz gatunek rośliny (tab. 4). Siew bezpośredni, w stosunku do tradycyjnego, spowodował istotne zmniejszenie plonu świeżej masy całych roślin, łodyg, liści i kolb/wiech. W plonie całych roślin i plonie łodyg siła oddziaływania sposobów uprawy roli i siewu na te cechy była różna w latach, z zachowaniem wyżej opisanej tendencji. Plon świeżej masy całych roślin sorga był istotnie większy od plonu świeżej masy wegetatywnej kukurydzy i całych roślin kukurydzy. Sorgo istotnie lepiej plonowało w świeżej masy łodyg i liści, natomiast stwierdzono istotnie mniejszy plon wiech w porównaniu z plonem kolb kukurydzy.

Sposób nawożenia istotnie różnicował plon świeżej masy liści (tab. 4). Rzędowy wysiew fosforanu amonu powodował istotny wzrost plonu liści w porównaniu z nawożeniem rzutowym. Niestety, brak istotnej interakcji gatunku rośliny i sposobów nawożenia uniemożliwia stwierdzenie, który z gatunków silnie reagował.

Tabela 3. Wpływ interakcji: gatunek rośliny × sposób nawożenia na liczbę roślin przed zbiorem i ubytki roślin podczas wegetacji

Table 3. Influence of the interaction: species of the plant × method of fertilization on the number of plants before harvesting and losses of plants during vegetation

Badany czynnik Studied factor		Sposoby nawożenia Fertilization methods	
		rzutowy broadcast	rzędowy in rows
Obsada roślin na 1 m <sup>2</sup> Plant density per 1 m <sup>2</sup>	Kukurydza – Maize	6,5	6,5
	Sorgo – Sorghum	13,4	14,1
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	II/III = 0,521, III/II = 0,912	
Ubytki roślin Decreases of plants	Kukurydza (%) – Maize (%)	2,0	3,4
	Kukurydza (°Bliss) – Maize (°Bliss)	6,05	8,28
	Sorgo (%) – Sorghum (%)	2,2	0,6
	Sorgo (°Bliss) – Sorghum (°Bliss)	5,96	2,91
	NIR <sub>0,05</sub> (°Bliss) – LSD <sub>0,05</sub> (°Bliss)	II/III = 1,95, III/II = 2,23	

Tabela 4. Plony świeżej masy roślin i jej składowych (t·ha<sup>-1</sup>)Table 4. Yields of fresh mass of plants and its components (t·ha<sup>-1</sup>)

Badany czynnik Studied factor		Kukurydza bez kolb właściwych Maize without proper ears	Kukurydza z kolbami właściwy- mi Maize with proper ears	Łodygi Stems	Liście Leaves	Kolby właściwe/ wiechy Proper ears/wisps
Sposób uprawy Way of tillage	Uprawa tradycyjna Traditional tillage	56,7	64,5	42,8	9,9	11,9
	Siew bezpośredni Direct sowing	47,9	54,6	36,1	8,7	9,8
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	4,00	7,51	3,63	0,93	1,87
Gatunek rośliny Species of plant	Kukurydza – Maize	29,2	43,8	19,7	7,7	16,4
	Sorgo – Sorghum	75,4	75,4	59,2	10,9	5,3
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	31,12	22,11	20,32	2,71	4,77
Sposób nawożenia Fertilization method	Rzutowy – Broadcast	51,0	58,3	38,5	9,0	10,8
	Rzędowy – In rows	53,5	60,8	40,3	9,6	10,9
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	0,42	r.n.

r.n. – różnica nieistotna.

r.n. – no significant difference.

Średnio dla lat najsilniej na zawartość suchej masy w całych roślinach, jak i w poszczególnych jej częściach wpływał gatunek rośliny (tab. 5). Stwierdzono również wpływ sposobu uprawy na zawartości suchej masy w całych roślinach i kolbach właściwych/wiechach. Kukurydza zawierała istotnie więcej suchej masy w całych roślinach i kolbach właściwych w porównaniu z całymi roślinami i wiechami sorga. Sorgo z kolei zawierało istotnie więcej suchej masy w łodygach i liściach. Wynik ten należy interpretować ostrożnie, ze względu na stwierdzoną interakcję lata  $\times$  gatunek rośliny. Siew w glebę uprawioną w sposób tradycyjny powodował istotny wzrost zawartości suchej masy w całych roślinach i w kolbach właściwych/wiechach w porównaniu z siewem bezpośrednim.

Tabela 5. Zawartość suchej masy (%)  
Table 5. Content of dry mass (%)

Badany czynnik Studied factor		Kukurydza z kolbami właściwymi Maize with proper ears	Łodygi Stems	Liście Leaves	Kolby właściwe/ wiechy Proper ears/wisps
Sposób uprawy Way of tillage	Uprawa tradycyjna Traditional tillage	28,7	22,6	28,2	43,3
	Siew bezpośredni Direct sowing	27,4	21,9	27,6	40,3
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	1,11	r.n.	r.n.	2,74
Gatunek rośliny Species of plant	Kukurydza – Maize	30,6	21,0	22,8	47,7
	Sorgo – Sorghum	25,5	23,5	33,0	35,9
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	3,55	1,99	4,81	5,22
Sposób nawożenia Fertilization method	Rzutowy – Broadcast	28,0	22,2	27,9	41,5
	Rzędowy – In rows	28,1	22,3	27,9	42,1
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna.

r.n. – no significant difference.

Zawartość suchej masy w całych roślinach była ponadto uzależniona od interakcji: sposób uprawy  $\times$  sposób nawożenia oraz: gatunek rośliny  $\times$  sposób nawożenia (tab. 6). Nawożenie rzędowe istotnie zmniejszało zawartość suchej masy, gdy siew wykonano w glebę uprawioną tradycyjnie. W przypadku siewu bezpośredniego zależność ta była odwrotna. Kukurydza pozytywnie reagowała na nawożenie startowe, zwiększając – w porównaniu z nawożeniem rzutowym – przy takim sposobie aplikacji nawozu zawartość suchej masy w roślinach. Reakcja sorga była odwrotna.

Średnio dla lat czynnikami istotnie wpływającymi na plon suchej masy roślin i jej elementów były sposób uprawy oraz gatunek rośliny (tab. 7). Sposób nawożenia nie

Tabela 6. Wpływ interakcji: sposób uprawy × sposób nawożenia oraz: gatunek rośliny × sposób nawożenia na zawartość suchej masy w całych roślinach (%)

Table 6. Influence of the interaction: way of tillage × method of fertilization and: species of plant × method of fertilization on the content of dry mass in whole plants (%)

Badany czynnik Studied factor		Sposoby nawożenia Fertilization methods	
		rzutowy broadcast	rzędowy in rows
Sposób uprawy Way of tillage	Uprawa tradycyjna – Traditional tillage	28,9	28,5
	Siew bezpośredni – Direct sowing	27,1	27,8
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	I/III = 0,40, III/I = 0,71	
Gatunek rośliny Species of plant	Kukurydza – Maize	30,3	30,9
	Sorgo – Sorghum	25,7	25,4
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	I/III = 0,21, III/I = 0,51	

Tabela 7. Plony suchej masy roślin i jej składowych (t·ha<sup>-1</sup>)Table 7. Yields of dry mass of plants and its components (t·ha<sup>-1</sup>)

Badany czynnik Studied factor		Kukurydza z kolbami właściwymi Maize with proper ears	Łodygi Stems	Liście Leaves	Kolby właściwe/ wiechy Proper ears/wisps
Sposób uprawy Way of tillage	Uprawa tradycyjna Traditional tillage	17,9	9,8	2,7	5,5
	Siew bezpośredni Direct sowing	14,4	8,0	2,4	4,0
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	1,91	1,01	0,27	0,99
Gatunek rośliny Species of plant	Kukurydza – Maize	13,3	4,2	1,8	7,3
	Sorgo – Sorghum	19,0	13,6	3,2	2,2
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	2,32	3,52	1,00	2,89
Sposób nawożenia Fertilization method	Rzutowy – Broadcast	15,8	8,7	2,4	4,7
	Rzędowy – In rows	16,5	9,1	2,6	4,8
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna.

r.n. – no significant difference.



modyfikował tej cechy. Siew bezpośredni istotnie zmniejszał plon suchej masy roślin, łodyg, liści i kolb właściwych/wiech w porównaniu z uzyskanym plonem, gdy siew wykonano w glebę uprawioną tradycyjnie. Wynik ten nie jest jednoznaczny w przypadku plonu suchej masy roślin i łodyg, ponieważ wykazano interakcję lat  $\times$  sposób uprawy dla tych cech. Sorgo lepiej plonowało w suchej masie całych roślin, łodyg i liści oraz gorzej w suchej masie wiech w odniesieniu do całych roślin kukurydzy oraz jej elementów, takich jak łodygi, liście i kolby właściwe. Należy podkreślić, że również w przypadku tego czynnika badawczego stwierdzono jego interakcję z latami, jednakże opisana wyżej tendencja we wszystkich latach była podobna.

## Dyskusja

Osiągnięty w badaniach własnych plon świeżej masy sorga wynosił  $75,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  i suchej masy  $19,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , natomiast kukurydza plonowała odpowiednio na poziomie  $43,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  i  $13,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Różnica w plonowaniu wynosiła w plonie świeżej masy 72,3%, a w plonie suchej masy 43,0%. Jak wskazują zagraniczne dane literaturowe, sorgo jest gatunkiem bardzo plennym, plonującym na poziomie kukurydzy. W warunkach Włoch można uzyskiwać plony sorga rzędu  $18\text{-}25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  s.m. (BARBANTI i IN. 2006). W badaniach krajowych uzyskiwane plony są znacznie mniejsze i nie zawsze przewyższają plony kukurydzy. MACHUL i KSIĘŻAK (2004) uzyskali plon sorga wynoszący  $17,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  suchej masy, a kukurydzy –  $22 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Badania własne wskazują na większe plony świeżej i suchej masy sorga niż kukurydzy. Potwierdzają to SOWIŃSKI i LISZKA-PODKOWA (2007, 2008), którzy porównali formę wiechową sorga i kukurydzy. SOWIŃSKI (2009) wskazuje, że plon świeżej masy sorga wiechowego był większy o ponad 35% od plonu kukurydzy, przy podobnym plonie suchej masy. Z kolei KSIĘŻAK i IN. (2012) wskazują, że na glebie lekkiej w korzystnych warunkach pogodowych plon suchej masy kukurydzy był większy niż sorga, natomiast przy niedoborze opadów w lipcu sorgo plonowało zdecydowanie lepiej niż kukurydza.

Analizując strukturę plonu, stwierdzono większe plony świeżej i suchej masy organów wegetatywnych sorga (łodyg i liści) oraz mniejsze organów generatywnych sorga niż kukurydzy. Plony łodyg były większe mniej więcej o 200% w świeżej masie i o 223% w suchej masie, a plony liści odpowiednio o blisko 43% i o blisko 83%. Plon kolb właściwych kukurydzy był większy od plonu wiech sorga mniej więcej o 68% w świeżej masie i o 71% w suchej masie. W plonie suchej masy udział organów wegetatywnych wynosił u sorga 89%, a organów generatywnych 11%, natomiast u kukurydzy odpowiednio 46% i 54%. W badaniach SOWIŃSKIEGO i LISZKI-PODKOWY (2008) udział kolb w plonie suchej masy kukurydzy był silnie uzależniony od przebiegu pogody i mieścił się w zakresie od 16,6 do 56,1%, a u wiechowej formy sorga wiechy stanowiły jedynie od 3,3 do 8,6%. Według SOWIŃSKIEGO (2009) udział kolb kukurydzy w plonie suchej masy przekraczał 50%, podczas gdy udział organów generatywnych u sorga wiechowego stanowił zaledwie 8%. Podobne wyniki uzyskali BARBANTI i IN. (2006).

Zawartość suchej masy sorga w latach badań zawierała się w przedziale od 23,6% w roku 2010 do 27,8% w roku 2008, a średnio dla lat wynosiła 25,5%, nie osiągnęła więc zalecanego w literaturze przedziału zawartości suchej masy podczas zbioru roślin paszowych przeznaczonych do zakiszania, który wynosi 28-35%. Poziom ten osiągnęła

kukurydza (średnio 30,6%) w trzech na cztery lata badań. Zawartość suchej masy w całych roślinach kukurydzy wynosiła od 25,9% w roku 2011 do 35,4% w roku 2009. Mniejszą niż zalecana zawartość suchej masy w całych roślinach sorga, zarówno formy wiechowej, jak i bezwiechowej, potwierdzają wyniki badań SOWIŃSKIEGO i LISZKI-PODKOWY (2008).

Siew bezpośredni powodował spadek plonu świeżej i suchej masy obydwu badanych gatunków. Po zastosowaniu siewu bezpośredniego plon w świeżej masie zmniejszył się w porównaniu z uprawą i siewem tradycyjnym o 14,9% u sorga i o 16,5% u kukurydzy, natomiast w suchej masie odpowiednio o 18,9% i 21,0%. Sposób nawożenia nie różnicował plonowania ani sorga, ani kukurydzy. Startowe stosowanie fosforanu amonu korzystnie wpłynęło jedynie na plon świeżej masy liści, zarówno sorga, jak i kukurydzy. Nawożenie rzędowe, jednocześnie z siewem nasion, zwiększa zawartość suchej masy w całych roślinach kukurydzy, a zmniejsza w roślinach sorga.

## Wnioski

1. Niezależnie od gatunku rośliny, nawożenie startowe korzystnie wpłynęło na obsadę roślin, na początku i końcu wegetacji, co wyraziło się większą liczbą roślin na jednostce powierzchni w porównaniu z nawożeniem rzutowym. W liczbie roślin przed zbiorem powyższa zależność wynikała wyłącznie z reakcji sorga, u którego nawożenie rzędowe istotnie ograniczyło ubytki roślin podczas wegetacji i tym samym zwiększyło liczbę roślin przed zbiorem na jednostce powierzchni.

2. Siew bezpośredni sorga ograniczał plony świeżej i suchej masy całych roślin oraz poszczególnych jej elementów składowych w porównaniu z siewem w glebę uprawioną w sposób tradycyjny.

3. Sorgo dało istotnie większy plon świeżej i suchej masy całych roślin, łodyg i liści w porównaniu z plonem świeżej i suchej masy kukurydzy. Jedynie plon świeżej i suchej masy kolb właściwych kukurydzy był ponad trzykrotnie większy od plonu świeżej masy wiech sorga.

4. Nawożenie startowe korzystnie wpływało na plon świeżej masy liści w porównaniu z nawożeniem rzutowym.

5. Większą zawartością suchej masy charakteryzowały się rośliny kukurydzy z kolbami właściwymi oraz kolby właściwe w porównaniu z całymi roślinami sorga oraz jego wiechami. Łodygi i liście sorga zawierały więcej suchej masy niż łodygi i liście kukurydzy.

## Literatura

- BARBANTI L., GRANDI S., VECCHI A., VENTURI G., 2006. Sweet and fibre sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) energy crops in the frame of environmental protection from excessive nitrogen loads. *Eur. J. Agron.* 25: 30-39.
- BOLSEN K.K., MOORE K.J., COBLENTZ W.K., SIEFERS M.K., WHITE J.S., 2003. Sorghum silage. W: *Silage science and technology*. Red. D. Buxton, R. Muck, J. Harrison. *Agronomy* 42: 609-632.

Kruczek A., Skrzypczak W., Waligóra H., 2014. Porównanie plonowania kukurydzy i sorga uprawianych różnymi metodami przy dwóch sposobach nawożenia nawozem azotowo-fosforowym. *Nauka Przyr. Technol.* 8, 1, #12.

- GALBAS M., SELWET M., DULLIN P., PORZUCEK F., SKRZYPCZAK W., 2010. Interakcje występujące pomiędzy mikroorganizmami w kiszonkach z sorgo a bakteriami wyizolowanymi z pysków i odbytów krów. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 6, #77.
- KOZŁOWSKI S., ZIELEWICZ W., POTKAŃSKI A., CIEŚLAK A., SZUMACHER-STRABEL M., 2009. Effect of chemical composition of sugar sorghum and the cultivation technology on its utilization for silage production. *Acta Agron. Hung.* 57: 67-78.
- KSIĘŻAK J., BOJARSZCZUK J., STANIAK M., 2012. Produkcyjność kukurydzy i sorga w zależności od poziomu nawożenia azotem. *Pol. J. Agron.* 8: 20-28.
- KSIĘŻAK J., MAGNUSZEWSKI T., 2007. Wstępna ocena plonowania sorga i kukurydzy w zależności od typu gleby i poziomu nawożenia azotem. W: *Produkcja pasz objętościowych dla przeżuwaczy. Konferencja naukowa 8-9 maja – 2007.* IUNG-PIB, Puławy: 46-47.
- LISZKA-PODKOWA A., 2007. Sorgo – za i przeciw. *Hod. Rośl. Nasienn.* 2: 31-32.
- MACHUL M., KSIĘŻAK J., 2004. Ocena poziomu plonowania sorga w zależności od sposobu siewu i poziomu nawożenia azotem. W: *Sprawozdanie z badań IUNG-PIB Puławy.* IUNG, Puławy. [<http://www.nk.com/media/92850/sorgo%20iung.pdf>].
- PANDEY R.K., MARANVILLE J.W., ADMOU A., 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. I. Grain yield and components. *Agric. Water Manage.* 46: 1-13.
- SINGH B.R., SINGH D.P., 1995. Agronomic and physiological responses of sorghum, maize and pearl millet to irrigation. *Field Crops Res.* 42: 57-67.
- 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.
- WRIGHT G.C., SMITH C.G., 1983. Differences between two grain sorghum genotypes in adaptation to drought stress. II. Root water uptake and water use. *Aust. J. Agric. Res.* 34: 627-636.

## COMPARISON OF YIELDING OF MAIZE AND SORGHUM GROWN WITH DIFFERENT METHODS BY TWO WAYS OF FERTILIZATION WITH NITROGEN-PHOSPHORUS FERTILIZER

**Summary.** Sorghum from the right of high productive potential and large resistance on the water stress can make up the alternative plant for maize silage, especially in regions about the shortages of falls and large concentration of cattle breeding. The valuation of yielding of maize and sorghum by different ways of tillage of soil and sowing (the traditional tillage of the soil and sowing and direct sowing) and different methods of fertilization (traditional projective fertilization and starter fertilization together with sowing) was the aim of investigations. 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 the direct sowing reduced the yields of fresh and dry mass both of the whole plants and stems, leaves and ears/panicles compared with the traditional sowing. The yield of both fresh and dry mass of the whole maize plants, as well as its vegetative

components were significantly lower when compared with analogous sorghum yields. However, the generative organs (ears and panicles) fresh and dry mass yields were observed to be inverse.

**Key words:** maize, sorghum, yield, dry mass, ways of tillage of soil, ways of sowing, methods 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. Porównanie plonowania kukurydzy i sorga uprawianych różnymi metodami przy dwóch sposobach nawożenia nawozem azotowo-fosforowym. *Nauka Przyr. Technol.* 8, 1, #12.*