

WPLYW NAWOŻENIA AZOTEM NA PLONOWANIE SORGA*

ANDRZEJ KRUCZEK¹

Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

Synopsis. Doświadczenia polowe przeprowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Swadzi-
miu, w latach 2008–2011. Celem badań było określenie wpływu poziomu nawożenia azotem na plonowa-
nie sorga oraz wybrane cechy morfologiczne. Przebieg pogody w latach badań był czynnikiem najsilniej
determinującym poziom analizowanych cech. Zwiększanie dawek azotu od 0 do 250 kg·ha⁻¹ zmniejszało
liczbę roślin po wschodach, zwiększało stopień krzewistości roślin oraz nie wpływało na plony świeżej
masy całych roślin i poszczególnych jej organów, udział łodyg, liści i wiech w plonie świeżej masy oraz
zawartość suchej masy w całych roślinach, łodygach i liściach. Wpływ stosowanego nawożenia azotem
na plon świeżej masy wiech i zawartość w nich suchej masy był niejednoznaczny i trudny do wyjaśnienia.
Wzrost poziomu nawożenia azotem powodował stopniowe zwiększanie się plonów suchej masy całych
roślin i łodyg. Stosowane dawki azotu nie różnicowały plonu suchej masy liści, a ich wpływ na plon suchej
masy wiech i ich udział w tym plonie był mało czytelny.

Słowa kluczowe – sorgo, biomasa, nawożenie azotem

WSTĘP

Sorgo może być traktowane jako roślina alternatywna dla kukurydzy, zwłaszcza na terenach o dużej koncentracji chowu bydła i nawiedzanych przez susze wiosenno-letnie [Ashbell i Weinberg 1999, Śliwiński i Brzóska 2006]. W rejonach tych, często charakteryzujących się niskim wskaźnikiem waloryzacji gleb, główną podstawę bazy paszowej stanowi kiszonka z kukurydzy. Czynnikiem limitującym plonowanie kukurydzy w takich warunkach jest dostępność wody [Kruczek 2002], co pogłębia jeszcze konieczność, w wielu gospodarstwach, uprawy tej rośliny w monokulturze oraz na słabszych stanowiskach [Książek i in. 2012]. Z tych względów sorgo jako roślina, w porównaniu do kukurydzy, o większej odporności na suszę, niższym współczynniku transpiracji, mniejszych wymaganiach glebowych i dużym potencjale plonowania, może być wykorzystana jako surowiec do produkcji kiszzonek uzupełniających wobec kukurydzy [Galbas i in. 2010, Kozłowski i in. 2009, Meeske i Bassona 1995, Singh i Singh 1995, Sowiński i Liszka-Podkowa 2007, Wright i Smith 1983]. Ujawnienie potencjału plonotwórczego przez sorgo uzależnione jest zarówno od warunków środowiskowych (temperatura, opady, warunki glebowe) oraz stosowanej technologii uprawy, której jednym z najbardziej plonotwórczych elementów jest nawożenie azotem. Obecnie brak badań krajowych umożliwiających określenie reakcji sorga na wzrastający poziom nawożenia azotem. Dotychczasowe doświadczenia z nielicznymi dawkami azotu nie dają jednoznacznej odpowiedzi [Kordas i in. 2012, Książek i in. 2012, Sowiński 2009, Sowiński i Liszka-Podkowa 2008].

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: kruczek@up.poznan.pl

* Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2011 jako projekt badawczy KBN nr NN 310141535

Celem badań było określenie reakcji sorga na wzrastający poziom nawożenia azotem, wyrażonej plonami świeżej i suchej masy, ich strukturą i wybranymi cechami morfologicznymi.

MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym w Swadzimiu (52°29' N, 16°46' E) koło Poznania, należącym do Katedry Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu w latach 2008–2011. Doświadczenie polowe w układzie bloków losowanych w 4 powtórzeniach, obejmowało 11 poziomów nawożenia azotem od 0 do 250 kg·ha⁻¹, z podziałem co 25 kg N·ha⁻¹. Nawozy azotowe wysiano jednorazowo w całej dawce przed siewem, w postaci mocznika. Dla wszystkich obiektów doświadczalnych przyjęto jednakowy poziom nawożenia fosforem i potasem w dawkach 80 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 140 kg K₂O·ha⁻¹. Nawozy te wysiano wczesną wiosną pod kultywator. Siew ziarna, siewnikiem punktowym, wykonano w pierwszej dekadzie maja, w ilości 200 tys. ziarniaków sorga na 1 ha, przy rozstawie międzyrzędzi 70 cm. Głębokość umieszczenia ziarniaków w glebie wynosiła 5–6 cm. Odmiana sorga Sucrosorgo 506. Zbiór sorga wykonano w okresie pomiędzy dojrzałością woskową a dojrzałością pełną.

Wielkość poletka brutto wynosiła 30,8 m² (długość 11,0 m, szerokość 2,8 m). Do zbioru przeznaczono 2 środkowe rzędy z każdego poletka, stąd powierzchnia poletka netto wynosiła 15,4 m².

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

Glebę, na której prowadzono eksperymenty zaliczono do gatunku piasek gliniasty mocny płytko zalegający na glinie lekkiej o składzie granulometrycznym glin lekkich. Należała ona do kompleksu przydatności rolniczej żytni bardzo dobry i żytni dobry oraz klasy bonitacyjnej III b i IVa. W poszczególnych latach zasobność gleby w fosfor i potas można określić jako średnią a w magnez od średniej do wysokiej (tab. 1). Warunki pogodowe w latach badań przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Zasobność gleby i jej odczyn
Table 1. Soil nutrient level and pH

Składnik pokarmowy Nutrient	Lata – Years			
	2008	2009	2010	2011
P (mg P ₂ O ₅ ·kg ⁻¹ gleby – soil)	101	91	92	139
K (mg K ₂ O·kg ⁻¹ gleby – soil)	108	129	157	66
Mg (mg Mg·kg ⁻¹ gleby – soil)	57	56	35	81
pH _{KCl}	6,1	6,3	5,4	5,1

Tabela 2. Warunki atmosferyczne w latach badań w Swadzimiu
Table 2. Weather conditions in years of investigations at Swadzim

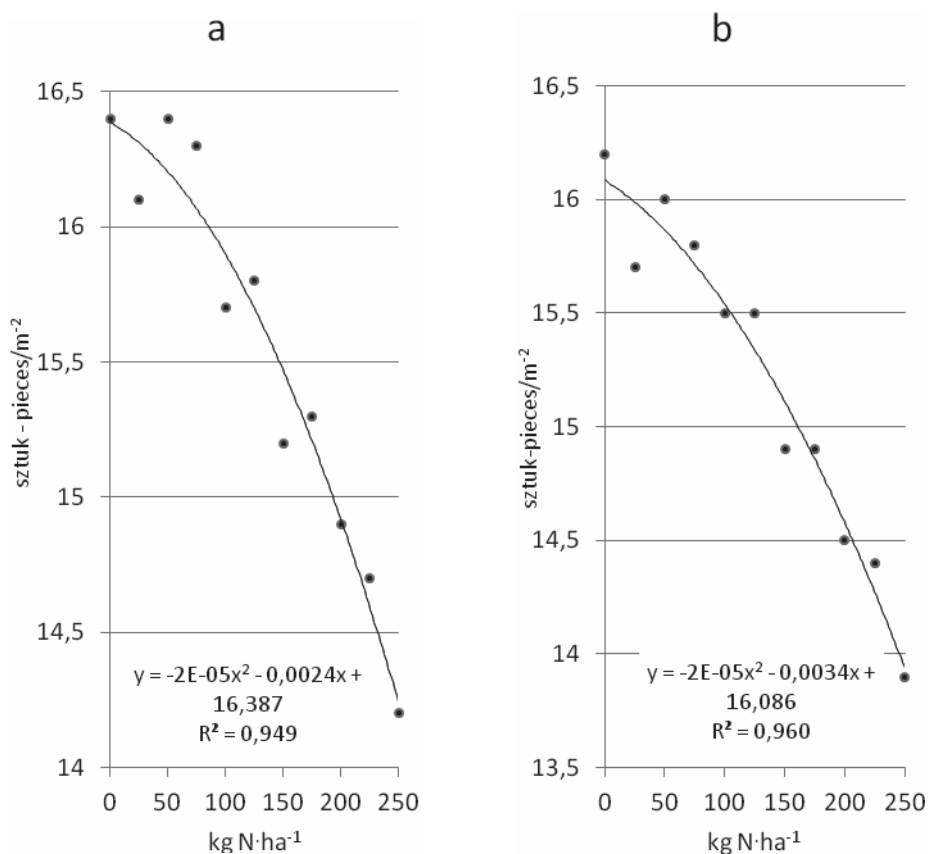
Lata Years	Miesiące – Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV–IX
Opady – Rainfall (mm)							
2008	79,6	14,3	8,6	65,5	95,1	19,4	282,7
2009	19,2	109,9	113,8	75,4	26,2	48,6	393,1
2010	26,8	110,5	43,4	97,5	143,5	69,9	491,6
2011	9,8	22,5	66,5	218,7	50,5	28,5	396,5
1958–2010	32,5	53,4	56,7	72,6	58,6	43,7	314,2
Temperatura – 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 Sielianiowa – Hydrothermal coefficient of Sielianinow							
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 – The interpretation of the hydrothermal coefficient:
0,00–0,50 – susza – drought; 0,51–1,00 – półsusza (wilgotność dla większości roślin niedostateczna) – semi drought (for the majority of plants insufficient moisture); 1,01–2,00 – względna wilgotność (wilgotność dla większości roślin dostateczna) – relative moisture (for the majority of plants sufficient moisture); >2,01 – duże uwilgotnienie (wilgotność dla większości roślin nadmierna) – large moisture (for the majority of plants excessive moisture)

WYNIKI I DYKUSJA

Badany czynnik wywarł istotny wpływ na stan ilościowy roślin zarówno po wschodach jak i przed zbiorem (tab. 3). W obu przypadkach stwierdzono istotny spadek liczby roślin sorga na jednostce powierzchni w miarę wzrostu poziomu nawożenia azotem od 0 do 250 kg N·ha⁻¹. Zależności te miały charakter krzywej wielomianowej 2° (rys. 1). Z kolei Sowiński i Liszka-Podkowa [2008] stwierdzili brak wpływu dawek azotu w zakresie 100, 130 i 160 kg·ha⁻¹ na obsadę roślin po wschodach. W badaniach własnych nie stwierdzono wpływu wielkości dawki N na zaniki roślin podczas wegetacji sorga, zarówno w poszczególnych latach jak i średnio dla lat.

Plony świeżej i suchej masy roślin sorga oraz ich poszczególnych organów, jak łodyg, liści i wiech, najsilniej były zależne od przebiegu pogody (tab. 4 i 5). Najwyższe wartości obu tych



Rys. 1. Wpływ wielkości dawki N na obsadę roślin sorga po wschodach (a) i przed zbiorem (b) (średnio 2008–2011)

Fig. 1. Effect of N rates on plants density after emergence (a) and before harvest (b) (mean of 2008–2011)

Tabela 3. Obsada roślin oraz zaniki roślin podczas wegetacji (średnio 2008–2011)

Table 3. Plant density and losses of plants during vegetation (mean 2008–2011)

Dawki N N rates (kg·ha ⁻¹)	Liczba roślin po wschodach Plant number after emergence	Liczba roślin przed zbiorem Plant number before harvest	Zaniki roślin podczas wegetacji Losses of plants during vegetation
	sztuk na 1 m ² – pieces on 1 m ²		%
0	16,4	16,2	1,1
25	16,1	15,7	2,3
50	16,4	16,0	2,1

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

75	16,3	15,9	2,5
100	15,7	15,4	1,7
125	15,6	15,5	1,3
150	15,2	14,9	1,2
175	15,3	14,9	2,5
200	14,9	14,5	2,6
225	14,7	14,4	1,3
250	14,2	13,9	2,1
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	2,2	2,2	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

Tabela 4. Wpływ lat na plony świeżej masy (t·ha⁻¹) i udział poszczególnych organów (%)
Table 4. Effect of years on the yields of the fresh mass (t·ha⁻¹) and the part of individual organs (%)

Lata – Years	Rośliny – Plants	Łodygi – Stems		Liście – Leaves		Wiechy – Wisps	
	t·ha ⁻¹	t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%
2008	61,1	51,9	84,9	5,0	8,2	4,2	6,9
2009	84,2	71,4	84,9	9,1	10,8	3,6	4,3
2010	114,8	97,2	84,7	15,6	13,6	2,0	1,8
2011	67,7	52,6	77,7	10,3	15,3	4,8	7,1
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	33,6	29,8	5,0	6,1	4,4	1,7	3,5

Tabela 5. Wpływ lat na plony suchej masy (t·ha⁻¹) i udział poszczególnych organów (%)
Table 5. Effect of years on the yields of the dry mass (t·ha⁻¹) and the part of individual organs (%)

Lata Years	Rośliny – Plants (t·ha ⁻¹)	Łodygi – Stems		Liście – Leaves		Wiechy – Wisps	
		t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%
2008	14,4	11,5	80,2	1,4	9,9	1,4	9,9
2009	19,6	15,6	79,4	2,9	14,5	1,2	6,1
2010	26,7	20,8	77,8	5,3	19,8	0,7	2,4
2011	17,4	12,3	70,4	3,2	18,1	2,0	11,5
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	7,3	5,9	6,3	2,2	6,1	0,8	5,7

plonów, zarówno całych roślin jak i łodyg i liści stwierdzono w 2010 roku. W roku tym jednakże uzyskano jednocześnie najniższe plony świeżej i suchej masy wiech. Było to wynikiem słabego nasłonecznienia, częstych opadów i opóźnionego przebiegu wegetacji. Na duży wpływ przebiegu warunków atmosferycznych w okresie wegetacji na poziom plonów suchej masy sorga wskazują Książak i in. [2012]. Autorzy ci, prowadząc badania w latach 2008–2010 stwierdzili, że w roku 2010 o małej ilości opadów w I i II dekadzie lipca, uzyskano najwyższe plony suchej masy sorga. Wskazują oni na słabszą niż kukurydza reakcję na suszę glebową, wcześniejsze niż w poprzednich latach ukazanie się wiech oraz wysoką (zblizoną do kukurydzy) zawartość suchej masy przed zbiorem.

W przypadku plonu świeżej masy, wpływ wzrastającego poziomu nawożenia azotem, średnio dla lat, dotyczył jedynie plonu świeżej masy wiech (tab. 6), który wykazywał tendencję wzrostową w miarę zwiększania poziomu nawożenia azotem. Plony świeżych mas całych roślin, łodyg i liści układały się niezależnie od wielkości dawki azotu. Pomimo braku różnic statystycznych można zauważyć wyraźną tendencję wzrostową, zwłaszcza plonów świeżej masy całych roślin i łodyg, w miarę zwiększania dawki azotu od 0 do 250 kg·ha⁻¹. Wynik ten potwierdzają Sowiński i Liszka-Podkowa [2008], którzy stwierdzili brak istotnego wpływu nawożenia azotem na plon świeżej masy sorga, wskazując jedynie na niewielką tendencję zwyczajki plonu pod wpływem wzrastających dawek azotu.

Tabela 6. Wpływ dawek N na plony świeżej masy (t·ha⁻¹) i udział (%) poszczególnych organów (średnio 2008–2011)

Table 6. Effect of N rates on the fresh mass yields (t·ha⁻¹) and the part (%) of individual organs (mean of 2008–2011)

Dawki N – N rates (kg·ha ⁻¹)	Rośliny – Plants (t·ha ⁻¹)	Łodygi – Stems		Liście – Leaves		Wiechy – Wisps	
		t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%
0	76,2	63,3	82,6	9,3	12	3,7	5,4
25	77,9	64,1	82,2	10,6	13,3	3,3	4,5
50	79,4	66,6	83,8	9,2	11,4	3,6	4,9
75	81,5	68,2	83,5	9,6	11,4	3,7	5,1
100	81,9	68,7	83,6	9,9	11,7	3,2	4,7
125	82,1	68,6	83,2	10,0	11,8	3,5	5,0
150	84,2	70,4	83,4	10,6	12,2	3,2	4,4
175	83,0	69,0	82,8	10,3	12,2	3,7	4,9
200	86,3	71,4	82,4	10,5	11,9	4,5	5,7
225	82,5	68,4	82,8	10,1	11,8	4,1	5,3
250	86,5	72,1	83,1	10,4	11,7	4,0	5,2
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	1,3	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

Średnio dla lat, wpływ poziomu nawożenia azotem w badaniach własnych, na plon suchej masy stwierdzono w stosunku do całych roślin, łodyg i wiech (tab. 7). W przypadku plonu suchej masy całych roślin i łodyg można stwierdzić tendencję wzrostową w miarę zwiększa-

Tabela 7. Wpływ dawek N na plony suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) i udział (%) poszczególnych organów (średnio 2008–2011)Table 7. Effect of N rates on the dry mass yields ($t \cdot ha^{-1}$) and the part (%) of individual organs (mean of 2008–2011)

Dawki N – N rates ($kg \cdot ha^{-1}$)	Rośliny – Plants ($t \cdot ha^{-1}$)	Łodygi – Stems		Liście – Leaves		Wiechy – Wisps	
		$t \cdot ha^{-1}$	%	$t \cdot ha^{-1}$	%	$t \cdot ha^{-1}$	%
0	18,3	14,0	76,2	3,0	15,6	1,4	8,2
25	18,3	13,9	76,2	3,2	17,0	1,2	6,7
50	19,7	15,5	78,4	3,0	14,6	1,3	7,0
75	18,9	14,6	77,2	3,0	14,9	1,4	7,9
100	18,8	14,4	76,5	3,0	16,2	1,2	7,4
125	19,3	14,8	76,5	3,3	16,0	1,3	7,5
150	20,2	15,8	77,8	3,4	16,0	1,1	6,3
175	19,8	15,2	76,8	3,3	15,9	1,3	7,3
200	20,3	15,6	76,4	3,2	15,2	1,6	8,4
225	19,8	15,2	77,1	3,1	15,0	1,4	7,9
250	21,3	16,6	77,4	3,3	14,9	1,5	7,8
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	2,9	2,5	r.n.	r.n.	2,3	0,4	2,0

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

nia poziomu nawożenia azotem od 0 do 250 $kg N \cdot ha^{-1}$. Natomiast kierunek zmian pod wpływem stosowanego nawożenia azotem w odniesieniu do plonu suchej masy wiech jest trudny do wyjaśnienia. Plony suchej masy liści układały się niezależnie od wielkości dawki azotu. Z kolei Sowiński i Liszka-Podkowa [2008] wskazują jedynie na tendencję wzrostu plonu suchej masy roślin sorga pod wpływem wzrostu poziomu nawożenia azotem, bez potwierdzenia statystycznego. Książak i in. [2012], istotne zwiększenie poziomu plonowania sorga pod wpływem wzrostu dawek azotu z 80 do 160 $kg \cdot ha^{-1}$, zaobserwowali jedynie w roku o mniej korzystnych warunkach atmosferycznych podczas wegetacji czyli niedoborze wody w dwóch pierwszych dekadach lipca. W pozostałych latach, autorzy ci, najwyższe plon sorga uzyskali przy dawce 120 $kg N \cdot ha^{-1}$, lecz różnice zarówno do dawki 80 jak i 160 $kg N \cdot ha^{-1}$ były nieistotne. Książak i Machul [2007] zaobserwowali niewielki wzrost plonu sorga zwiększając dawkę azotu z 120 do 160 $kg \cdot ha^{-1}$. Buxton i in. [1999] najwyższy plon s.m. sorga uzyskali nawożąc dawką 140 $kg N \cdot ha^{-1}$, natomiast spadek plonu zarówno przy dawce 70 jak i 210 $kg N \cdot ha^{-1}$. Przekroczenie dawki 100 $kg N \cdot ha^{-1}$ nie powodowało przyrostu plonu sorga w badaniach prowadzonych przez Genga i in. [1989].

Udział wszystkich elementów składowych roślin sorga zarówno w świeżej jak i w suchej masie uzależniony był od przebiegu pogody (tab. 4 i 5). Potwierdzają to wyniki badań przeprowadzonych przez Sowińskiego i Liszkę-Podkową [2008] u których udział łodyg w latach badań wahał się od 68,3 do 78,8%, udział liści od 15,8 do 28,4% i wiech od 3,3 do 8,6%. W badaniach własnych najkorzystniejszą strukturę świeżej i suchej masy stwierdzono w 2011 roku, w którym uzyskano w obu plonach najniższy udział łodyg i jednocześnie najwyższy udział wiech. W roku tym stwierdzono najwyższy udział liści w świeżej masie oraz wysoki ich udział w suchej ma-

się. W pozostałych latach udział łodyg w świeżej i suchej masie sorga był podobny, natomiast udział liści i wiech ulegał dużym wahaniom.

Średnio dla lat, nie stwierdzono wpływu poziomu nawożenia azotem na udział w świeżej masie sorga poszczególnych organów rośliny (tab. 6). Niezależnie od lat, wielkość dawki azotu wywarła istotny wpływ na udział w suchej masie liści i wiech (tab. 7). Pomimo statystycznych różnic zależności te nie wskazują jednoznacznie kierunku zmian udziału liści i wiech w plonie suchej masy, wywołanych wzrastającym poziomem nawożenia azotem.

Zawartość suchej masy w całych roślinach oraz w łodygach, liściach i wiechach, najsilniej była zależna od przebiegu pogody (tab. 8). W roku 2011 sorgo charakteryzowało się najwyższą zawartością suchej masy w całych roślinach, łodygach oraz zdecydowanie we wiechach, co świadczy o uzyskaniu przez ziarniaki zaawansowanego stopnia dojrzałości. Średnio dla lat, wpływ poziomu nawożenia azotem na zawartość suchej masy stwierdzono jedynie w przypadku wiech sorga (tab. 9). Istotna różnica wystąpiła jednakże jedynie pomiędzy obiektem bez nawo-

Tabela 8. Wpływ lat na zawartość suchej masy (%)

Table 8. Effect of years on the content of the dry mass (%)

Lata – Years	Rośliny – Plants	Łodygi – Stems	Liście – Leaves	Wiechy – Wisps
2008	24,0	22,3	28,7	33,8
2009	23,9	21,8	31,2	33,0
2010	24,0	21,4	33,8	32,2
2011	26,7	23,3	30,5	41,9
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,9	1,2	3,0	6,3

Tabela 9. Wpływ dawek N na zawartość suchej masy (%), średnio 2008–2011

Table 9. Effect of N rates on the content of dry mass (%), mean of 2008–2011

Dawki N – N rates (kg·ha ⁻¹)	Rośliny Plants	Łodygi Stems	Liście Leaves	Wiechy Wisps
0	25,0	22,4	31,6	36,6
25	24,3	21,9	30,1	34,3
50	25,3	23,1	32,0	34,1
75	24,3	21,7	30,3	36,0
100	24,3	21,3	31,7	36,2
125	24,7	22,0	31,9	35,5
150	24,5	22,2	31,4	33,5
175	24,5	22,1	31,0	35,8
200	24,4	22,1	30,1	34,5
225	24,7	22,4	30,4	34,6
250	25,3	22,9	31,1	36,0
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.	3,1

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

żenia azotem i nawożonym dawką 150 kg N·ha⁻¹. Rozrzut wyników dla pozostałych obiektów nawozowych nie pozwala znaleźć żadnej logicznej zależności. Ponadto, jak wykazała analiza statystyczna do wyniku tego należy podchodzić z pewną dozą ostrożności, ponieważ wpływ dawki azotu na zawartość suchej masy w wiechach sorga uzależniony był od przebiegu pogody w latach. Istotny wpływ badanego czynnika na zawartość suchej masy w wiechach stwierdzono w latach 2009 i 2010. W obu tych latach, podobnie jak niezależnie od lat, układ wyników był nieprzejrzysty i nie pozwalał znaleźć logicznej zależności pomiędzy badanym czynnikiem i zawartością suchej masy w wiechach sorga. Również Księżak i in. [2012] potwierdzają, że zwiększenie poziomu nawożenia azotem miało niewielki wpływ na gromadzenie suchej masy w roślinach sorga. Według tych autorów zwiększenie poziomu nawożenia azotem w dwóch latach badań powodowało ograniczenie gromadzenia suchej masy, natomiast w niekorzystnym roku 2010 (susza w lipcu) wpływ ten był niewielki i niejednoznaczny.

Zarówno wysokość roślin jak i stopień rozkrzewienia uzależnione były od przebiegu pogody (tab. 10). Różnica pomiędzy rokiem 2008 o najniższych roślinach a 2009 rokiem o najwyższych roślinach wynosiła 82,5 cm. Wynik ten potwierdzają badania Księżaka i in. [2012] u których różnice w wysokości roślin, w zależności od roku, wynosiły od 30 do 90 cm. Badane poziomy nawożenia azotem nie determinowały wysokości roślin sorga w badaniach własnych (tab. 11). Na niewielki wpływ nawożenia azotem na tę cechę wskazują również badania Księżaka i in. [2012], którzy istotny wzrost wysokości roślin sorga zanotowali jedynie w jednym roku badań (2008), a w pozostałych latach wpływ ten był bardzo mały.

Tabela 10. Wpływ lat na wysokość roślin i stopień rozkrzewienia

Table 10. Effect of years on the height of plants and the degree of spreading

Lata Years	Wysokość roślin Height of plants (cm)	Liczba pędów na 1 roślinie Number of sprouts on 1 plant (sztuk – pieces)
2008	234	1,8
2009	317	2,0
2010	277	1,9
2011	281	2,4
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	47	0,4

Tabela 11. Wpływ dawek N na wysokość roślin i stopień rozkrzewienia (średnio 2008–2011)

Table 11. Effect of N rates on height of plants and the degree of spreading (mean of 2008–2011)

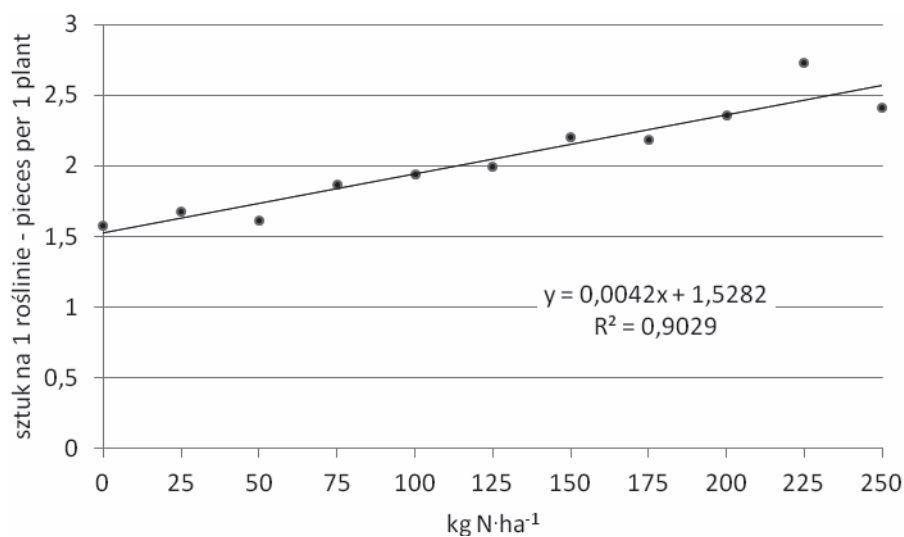
Dawki N N rates (kg·ha ⁻¹)	Wysokość roślin Height of plants (cm)	Liczba pędów na 1 roślinie Number of sprouts on 1 plant (sztuk – pieces)
0	275	1,6
25	276	1,7
50	277	1,6
75	277	1,9

Tabela 11. cd.
Table 11. cont.

100	274	1,9
125	276	2,0
150	282	2,2
175	278	2,2
200	280	2,4
225	282	2,7
250	272	2,4
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	1,1

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

Najwyższy stopień rozkrzewienia sorga miał miejsce w 2011 roku, a najslabiej sorgo krzewiło się w 2008 roku. Średnio dla lat, poziom nawożenia azotem wywierał istotny wpływ na stopień rozkrzewienia roślin sorga. W miarę wzrostu wielkości dawki azotu od 0 do 250 kg·ha⁻¹ liczba pędów przypadająca na 1 roślinę przed zbiorem zwiększała się, a zależność ta miała charakter prostoliniowy (rys. 2). Odmienny wynik uzyskali Sowiński i Liszka-Podkowa [2008], którzy nie stwierdzili wpływu nawożenia azotem na liczbę pędów przed zbiorem.



Rys. 2. Wpływ dawek N na liczbę pędów przypadających na 1 roślinę (średnio 2008–2011)
Fig. 2. Effect of N doses on number of sprouts falling on the 1 plant (mean of 2008–2011)

WNIOSKI

1. Wzrost dawki azotu od 0 do 250 kg N·ha⁻¹ nie różnicował plonów świeżej masy całych roślin i poszczególnych jej elementów, natomiast zwiększał plony suchej masy całych roślin i łądyg.
2. Stosowany zakres dawek azotu nie wpływał w istotny sposób na zawartość suchej masy w całych roślinach oraz poszczególnych jej organach.
3. Zwiększanie poziomu nawożenia azotem, stosowanego jednorazowo w całości przed siewem, ograniczało wschody ziarniaków sorga, co skutkowało zmniejszeniem się liczby roślin po wschodach na jednostce powierzchni.
4. Wzrost dostępności azotu zwiększał skłonność sorga do krzewienia.
5. Przebieg pogody w latach wywierał istotny wpływ na plonowanie sorga, zawartość suchej masy, wysokość roślin oraz stopień ich rozkrzewienia. Dostępność wody w ciągu całego okresu wegetacji zapewniała uzyskanie najwyższych plonów świeżej i suchej masy. Taki przebieg pogody jednakże przedłużał wegetację roślin, co ograniczało plon wiech oraz ich udział w świeżej i suchej masie zbieranego surowca.

PIŚMIENNICTWO

- Ashbell G., Weinberg Z.G. 1999. Silage from tropical cereals and forage crops. In: Silage making in the tropics with particular emphasis on smallholders. FAO Production and Protection Paper, 161. Proceed. FAO Electronic Conf. on Tropical Silage, Rome, Italy, 1 September – 15 December 1999 (<http://fao.org/ag>).
- Buxton D.R., Anderson I.C., Hallam A. 1999. Performance of sweet and forage sorghum grown continuously, double-cropped with winter rye, or in rotation with soybean and maize. *Agron. J.* 91: 93–101.
- 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.
- Geng S., Hills F.J., Johnson S.S., Sah R.N. 1989. Potential yields and on-farm ethanol production cost of corn, sweet sorghum, fodder beet and sugar beet. *J. Agron. Crop Sci.* 162: 21–29.
- Kordas L., Gieźma-Mikoda M., Jabłońska M. 2012. Ocena wartości energetycznej odmian sorga w zależności od terminu, gęstości siewu i nawożenia. *Fragm. Agron.* 29(3): 114–119.
- 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.
- Kruczek A. 2002. Effect of weather conditions on the development and ripening of maize cultivars of different earliness. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 1(1): 99–109.
- Książak J., Bojarszczuk J., Staniak M. 2012. Produkcyjność kukurydzy i sorga w zależności od poziomu nawożenia azotem. *Pol. J. Agron.* 8: 20–28.
- Książak J., Machul M. 2007. Ocena plonowania sorga w zależności od sposobu siewu i poziomu nawożenia azotem. *Rocz. Nauk Zoot., Supl.* 23: 103–106.
- Meeske R., Basson H.M. 1995. Research note; maize and forage sorghum as silage crops under drought conditions. *Afr. J. Range Forage Sci.* 12: 133–134.
- 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.
- Śliwiński B.J., Brzóška F. 2006. Historia uprawy sorgo i wartość pokarmowa tej rośliny w uprawie na kiszonkę. *Post. Nauk Rol.* 1: 25–37.
- Sowiński J. 2009. Porównanie plonowania kukurydzy i sorga cukrowego pod wpływem zróżnicowanych dawek nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 151: 649–661.

- 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.
- 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: 27–636.

A. KRUCZEK

THE INFLUENCE OF THE NITROGEN FERTILIZATION ON YIELDING OF SORGHUM

Summary

The field experiments were conducted in Experimental Agricultural Station at Swadzim, in 2008–2011 years. The qualification of the influence of the level of nitrogen fertilization on yielding of sorghum and chosen morphological features was the aim of studies. The course of weather in the years of studies was the factor determining the level of analyzed features the most strongly. Enlarging the doses of nitrogen from 0 to 250 kg·ha⁻¹ reduced the number of plants after emergency, enlarged the degree of the promotion of the plants and did not influence on the yields of the fresh mass of whole plants and individual her organs, the part the stems, leaves and wisps in the crop of the fresh mass and the content of the dry mass in whole plants, stems and leaves. The influence applied fertilization nitrogen on the yield of the fresh mass of wisps and content in them the dry mass he was ambiguous and difficult to the explanation. The growth of the level of nitrogen fertilization caused gradual increasing the yields of the dry mass of whole plants and stems. The applied doses of nitrogen did not differentiate the yield of the dry mass of leaves, and their influence on the yield of the dry mass of wisps and their part in this yield was readable little.

Key words: sorghum, biomass, nitrogen fertilization

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 11.04.2014

Do cytowania – *For citation*:

Kruczek A. 2014. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie sorga. *Fragm. Agron.* 31(2): 34–45.