

## **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**

Józef Sowiński, Agata Liszka-Podkowa

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Streszczenie.** W latach 2005-2007 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Pawłowicach (51°09' N; 17°06' E), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, przeprowadzono badania polowe mające na celu ocenę plonowania dwóch mieszańców heterozyjnych sorga cukrowego (wiechowe – 506 i bezwiechowe – G 1990) oraz kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę. Doświadczenie zostało założone na madzie rzecznej, bardzo lekkiej, położonej na piasku luźnym i żwirze piaszczystym. Oceniano reakcję roślin paszowych na zróżnicowane nawożenie azotem (100, 130 i 160 kg N·ha<sup>-1</sup>). Plon świeżej masy kukurydzy (41,2 t·ha<sup>-1</sup>) był niższy niż testowanych form hodowlanych sorga: bezwiechowe – 57,3 t·ha<sup>-1</sup> i wiechowe – 65,7 t·ha<sup>-1</sup>. Istotnie wyższy plon suchej masy zebrano z sorga wiechowego (15,7 t s.m.·ha<sup>-1</sup>) niż z pozostałych gatunków roślin paszowych. Sorgo wiechowe i bezwiechowe miało niższą zawartość suchej masy niż kukurydza, a różnica wynosiła od 7,3 do 13,7%.

**Słowa kluczowe:** kukurydza, plon, sorgo bezwiechowe, sorgo wiechowe, struktura plonu

### **WSTĘP**

Warunki pogodowe w okresie wegetacji mają duży wpływ na plonowanie roślin i każde odchylenie od przeciętnego przebiegu oddziałuje na produkcję rolniczą. Nadmiar, a także brak opadów, zbyt niska lub za wysoka temperatura w dużym stopniu decydują o stabilności plonowania [Hopkins 2003]. Ocieplenie klimatu ma bezpośredni i pośredni wpływ na niektóre parametry pogody: wielkość i rozkład opadów, częstotliwość pojawiania się burz i ich intensywność, występowanie suszy i posuchy [Farre i Faci 2006, Hulme i in. 2002]. Do prowadzenia produkcji roślinnej w pogarszających się warunkach pogodowych konieczne jest wykonanie badań mających na celu dobór roślin uprawnych, tolerancyjnych na czynniki stresowe.

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr hab. Józef Sowiński, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24a, 50-363 Wrocław, e-mail: jozef.sowinski@up.wroc.pl

Sorgo (*Sorghum*) jest rodzajem obejmującym około 25 gatunków, szeroko rozpowszechnionych i uprawianych w świecie. Jednym z najważniejszych jest sorgo cukrowe (zwyczajne – *Sorghum bicolor* (L. Moench.), określane też w literaturze angielskojęzycznej jako *Sucrosorgo*). Powierzchnia jego uprawy na świecie wynosi około 42,6 mln ha i zajmuje 5 miejsce w światowej produkcji zbóż [FAOSTAT 2006]. Gatunek ten ma wielokierunkowe zastosowanie; jest uprawiany na ziarno, wykorzystuje się go na paszę dla zwierząt, ale może być także surowcem do produkcji cukru, alkoholu i papieru [Habyarimana i in. 2004]. Sorgo cukrowe *Sucrosorgo* pochodzi z Afryki i uprawiane jest w rejonach suchych i zbyt gorących dla innych roślin. We wcześniejszych opracowaniach wykazano jego dobre przystosowanie do uprawy w warunkach ograniczonego dostępu do wody [Muchow 1989]. Sorgo cukrowe jest wartościową rośliną paszową, podawaną zwierzętom w stanie świeżym lub zakiszczonym. Pasza ma dobrą wartość pokarmową, odznacza się wysoką zawartością cukrów rozpuszczalnych w wodzie. Niekorzystną cechą jest niska zawartość suchej masy, co może mieć wpływ na procesy mikrobiologiczne podczas zakiszczania i wyciek soków kiszonkarskich. Przyczyną niskiej koncentracji składników pokarmowych jest mały udział owocostanów w plonie [Barbanti i in. 2006].

W warunkach Polski, przy występujących okresowych niedoborach wody, uprawa sorga, zwłaszcza na glebach słabszych, może być alternatywnym rozwiązaniem pozwalającym uzyskać paszę wtedy, gdy uprawa kukurydzy jest zawodna [Machul i Książak 2004]. Wśród zalet sorga autorzy wymieniają: wysoki plon zielonej masy, dużą odporność na wyleganie, wysoką zawartość cukrów rozpuszczalnych i tolerancję na suszę. Sorgo ma wysokie wymagania termiczne. Charakteryzuje się wyższym potencjałem plonotwórczym niż kukurydza [Krieg i Lascano 1990, Camargo i Hubbard 1999]. Oszczędna gospodarka wodna tego gatunku jest powiązana z niskim współczynnikiem transpiracji oraz głębokim zasięgiem systemu korzeniowego, pobierającego wodę z głębszych warstw gleby [Wright i Smith 1983, Singh i Singh 1995]. Większa odporność sorga na suszę niż kukurydzy może być argumentem przemawiającym za wprowadzeniem tego gatunku do uprawy, zwłaszcza w rejonach charakteryzujących się niedoborem wody w okresie wegetacji lub na glebach lekkich. Kukurydza jest wrażliwa na czynniki stresowe zarówno w początkowym okresie wzrostu, jak i podczas kwitnienia. Niedobór wody (zwłaszcza w fazach krytycznych) powoduje obniżenie plonu i pogorszenie jego jakości [Pandey i in. 2000]. W warunkach Polski, w optymalnych warunkach pogodowych i na dobrych stanowiskach, sorgo ustępuje kukurydzy pod względem wysokości plonu suchej masy [Machul i Książak 2004]. Z uwagi na brak kolb sorgo ma większą zawartość włókna i mniejszą wartość energetyczną niż kukurydza. Jego wartość żywieniowa stanowi około 80-90% wartości kukurydzy.

Sorgo cukrowe (odmiana wiechowa – *heades Sucrosorgo* 506, jak i bezwiechowa – *headless G* 1990) zalecane jest do uprawy na obszarach, na których potencjał kukurydzy jest ograniczony. Odmiany są tolerancyjne na niekorzystnie rozłożone w sezonie wegetacyjnym opady, jak również dobrze i stabilnie plonują w warunkach wysokich temperatur oraz niskiej zasobności gleby w składniki pokarmowe [Hybryd... 2004-2005, Machul i Książak 2004].

Celem badań było porównanie plonowania mieszańców heterozyjnych kukurydzy oraz wiechowego i bezwiechowego mieszańca sorga cukrowego na glebie piaszczystej przy zróżnicowanym nawożeniu azotem. Podjęto próbę wykazania, czy w warunkach Dolnego Śląska, na glebie lekkiej piaszczystej sorgo może być alternatywnym gatunkiem dla kukurydzy.

## MATERIAŁ I METODY

Badania realizowano w latach 2005-2007 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Pawłowicach (51°09' N; 17°06' E), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Doświadczenie zostało założone na madzie rzecznej, bardzo lekkiej, położonej na piasku luźnym i żwirze piaszczystym. Udział frakcji 1,0-0,1 mm wynosił 83%, 0,1-0,02 mm – 8%, <0,02 mm – 9%, a zawartość frakcji szkieletowych 6%. W profilu glebowym wyodrębniono poziom próchniczny – Ap (0-25÷30 cm), poziom mieszany Ap/Cgg (30-38÷40 cm), skały macierzystej – Cgg1/Cgg2 (40-85 cm) oraz glejowy <85cm. Odczyn gleby był kwaśny do lekko kwaśnego, zasobność w fosfor wysoka do bardzo wysokiej, w potas niska do średniej, a w magnez od bardzo niskiej do średniej.

W doświadczeniu porównywano plonowanie dwóch mieszańców sorga cukrowego i kukurydzy przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym. Doświadczenie przeprowadzono w układzie split-plot z dwoma czynnikami:

1) gatunki i mieszańce heterozyjne:

- kukurydza – mieszaniec średnio wczesny Blask (FAO 250),
- sorgo cukrowe – mieszaniec o nazwie handlowej 506 (forma wiechowa),
- sorgo cukrowe – mieszaniec o nazwie handlowej G-1990 (forma bezwiechowa);

2) nawożenie azotem:

- 100 kg N·ha<sup>-1</sup> zastosowane jednorazowo przed siewem,
- 130 kg N·ha<sup>-1</sup> (100 przed siewem, 30 kg powierzchniowo w fazie 5-6 liści kukurydzy),
- 160 kg N·ha<sup>-1</sup> (100 przed siewem, 60 kg powierzchniowo w fazie 5-6 liści kukurydzy).

Materiał siewny kukurydzy zakupiono w SHR Smolice, natomiast materiał siewny sorga cukrowego otrzymano z firmy Syngenta. Badano mieszańce heterozyjne sorga wyhodowane przez amerykańską firmę Sorghum Partners Inc. i wpisane do rejestru odmian hodowlanych na Węgrzech. Przed siewem zastosowano nawożenie fosforem, potasem oraz azotem. Fosfor w formie superfosfatu potrójnego wysiewano w dawce 39,5 kg P·ha<sup>-1</sup>, potas w formie soli potasowej w dawce 100 kg K·ha<sup>-1</sup>, a azot w postaci mocznika (według schematu czynnika drugiego). Nawozy wymieszano z glebą za pomocą agregatu aktywnego, składającego się z brony wirnikowej i wału zębowego. Uzupełniającą dawkę mocznika zastosowano w fazie 5-6 liści kukurydzy. Ziarno wysiano siewnikiem poletkowym Wintersteiger na początku drugiej dekady maja w ilości 100 tys. ziaren kukurydzy i 200 tys. ziarniaków sorga na 1 ha. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 13,5 m<sup>2</sup>. Doświadczenie zostało założone w czterech powtórzeniach.

Obsadę roślin określono w fazie 2-3 liści, a liczbę pędów – przed zbiorem. Zbiór przeprowadzono w fazie dojrzałości mleczno-woskowej kukurydzy. Pobrano próbki materiału roślinnego do analiz botanicznych i chemicznych. Na podstawie wyników analiz chemicznych oraz plonu suchej masy obliczono wydajność białka i energii netto z jednostki powierzchni według metody INRA 1988 [Ryś i in. 1997].

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji modelu ANOVA w programie STATISTICA 7. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi testowano za pomocą testu Duncana na poziomie ufności  $\alpha = 0,05$ .

Warunki pogodowe we wszystkich latach badań nie sprzyjały wegetacji roślin. W roku 2005 w okresie od kwietnia do października temperatura powietrza kształtowała się na poziomie średniej z wielolecia 1970-2005 lub ją przewyższała (tab. 1). Średnio za

cały okres wegetacji różnica wynosiła  $+0,6^{\circ}\text{C}$ . W roku 2006 tylko w sierpniu temperatura była poniżej średniej wieloletniej o  $0,6^{\circ}\text{C}$ , w pozostałych miesiącach przekraczała średnią wieloletnią. W lipcu 2006 zanotowano średnią temperaturę miesięczną wynoszącą  $23,4^{\circ}\text{C}$ , wyższą o  $4,7^{\circ}\text{C}$  od średniej z wielolecia. W okresie od kwietnia do października temperatura była wyższa o  $1,7^{\circ}\text{C}$  od średniej z wielolecia. W 2007 roku tylko we wrześniu temperatura była niższa o  $0,4^{\circ}\text{C}$  niż średnia z wielolecia. W pozostałych miesiącach tego sezonu wegetacyjnego temperatura była wyższa i średnio o  $1,1^{\circ}\text{C}$  przekraczała średnią wieloletnią za okres od maja do września.

Tabela 1. Średnie miesięczne temperatury oraz sumy opadów w okresie wegetacji  
Table 1. Mean monthly temperature and precipitation during vegetation period

Miesiąc Months	Temperatura – Temperature, $^{\circ}\text{C}$				Opady – Precipitation, mm			
	2005	2006	2007	1970-2005	2005	2006	2007	1970-2000
Maj – May	14,3	14,3	16,2	14,1	14,3	15,9	50,3	51,3
Czerwiec – June	16,9	18,5	19,2	16,9	36,3	56,6	69,2	59,5
Lipiec – July	19,8	23,4	19,2	18,7	109,3	12,0	92,4	78,9
Sierpień – August	17,7	17,3	18,9	17,9	51,0	166,7	52,8	61,7
Wrzesień – September	15,2	16,2	12,9	13,3	20,2	17,6	46,1	46,1
Maj – Wrzesień May – September	16,8	17,9	17,3	16,2	231,1	268,8	310,8	297,5

Niekorzystne warunki pogodowe potęgował brak opadów w krytycznych fazach wzrostu roślin. W maju i czerwcu 2005 roku spadło 50,6 mm deszczu, co stanowiło 45,7% średniej normy z wielolecia. W 2006 roku w okresie od maja do lipca wystąpił niedobór opadów, których suma w stosunku do wieloletniej wynosiła 44,4%. Obfite opady w lipcu 2005 r. oraz w sierpniu 2006 poprawiły bilans wodny za okres wegetacji, ale nierównomierny ich rozkład miał wpływ na rozwój roślin, strukturę plonu i plonowanie, zwłaszcza kukurydzy. W 2007 roku rozkład opadów był równomierny, a suma za okres od maja do września była wyższa o 13,3 mm od wieloletniej.

Sumy temperatur efektywnych obliczono, przyjmując dla kukurydzy próg termiczny  $+6^{\circ}\text{C}$ , natomiast dla sorga  $+8^{\circ}\text{C}$  (tab. 2).

Tabela 2. Suma temperatur efektywnych w okresie od siewu do zbioru w latach badań na tle wielolecia

Table 2. Accumulated effective temperatures from sowing to harvest in experimental years in relation to multiyear average

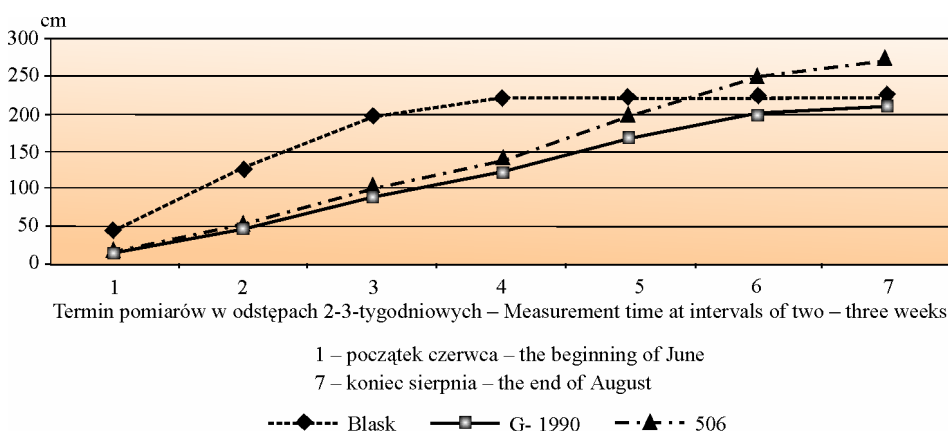
Rok – Year	Kukurydza – Maize		Sorgo wiechowe i bezwiechowe Headed and headless sorghum	
	Suma temperatur efektywnych Accumulated effective temperatures	%	Suma temperatur efektywnych Accumulated effective temperatures	%
2005	1470	+8	1222	+11
2006	1660	+22	1392	+26
2007	1487	+9	1243	+13
Średnia z lat 1970-2005 Mean from 1970-2005	1362		1104	

% odchylenie od średniej z wielolecia 1970-2005 – % deviation from multiyear average 1970-2005

We wszystkich latach badań panowała temperatura wyższa niż średnia wieloletnia, a suma temperatur efektywnych w okresie od siewu do zbioru przewyższała średnią wieloletnią obliczoną w okresie od 15 maja do 20 września – w najcieplejszym 2006 roku dla kukurydzy – o 22%, a dla sorga o 26%.

## WYNIKI

Pomiarów wysokości roślin dokonywano w odstępach 2-3-tygodniowych od początku czerwca do końca sierpnia. Dynamika wzrostu obydwu mieszańców sorga cukrowego była wolniejsza niż kukurydzy do piątego terminu pomiaru (rys. 1). W późniejszym okresie sorgo wiechowe przerosło pozostałe rośliny paszowe i pod koniec wegetacji było o 50 cm wyższe niż kukurydza i o 70 cm wyższe od sorga bezwiechowego.



Rys. 1. Dynamika wzrostu kukurydzy i sorga  
Fig. 1. Maize and sweet sorghum plant growth

Liczba roślin sorga po wschodach była niższa od zakładanej i wynosiła średnio 151 tys. $\cdot$ ha<sup>-1</sup> (sorgo bezwiechowe) i 184 tys. $\cdot$ ha<sup>-1</sup> (sorgo wiechowe) (tab. 3). Obsada kukurydzy wynosiła średnio 92 tys. roślin $\cdot$ ha<sup>-1</sup>. Tendencje stwierdzone w okresie wschodów odnotowano również podczas zbioru roślin. W porównaniu z pierwszym pomiarem obniżyła się (ze względu na wypadanie) liczba roślin kukurydzy (o 7 tys. roślin $\cdot$ ha<sup>-1</sup>), natomiast poprzez rozkrzewianie wzrosła liczba źdźbeł u sorga bezwiechowego (średnio o 27 tys. $\cdot$ ha<sup>-1</sup>). Nawożenie azotem nie miało istotnego wpływu na obsadę roślin po wschodach i liczbę pędów przed zbiorem.

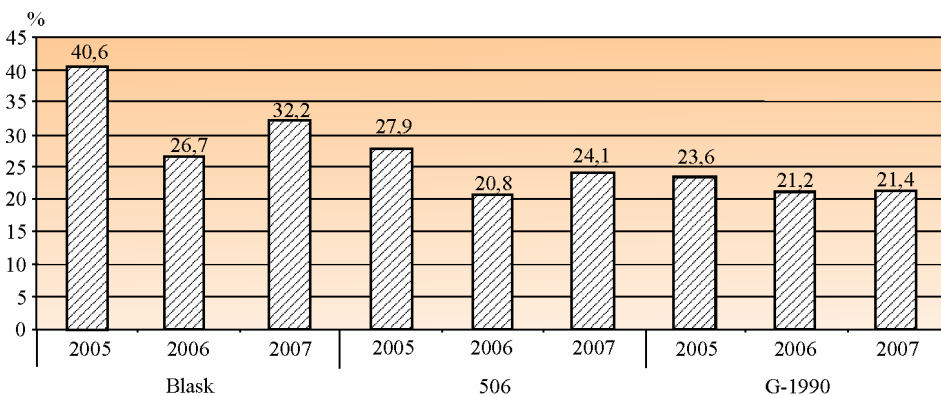
Uzyskany plon świeżej masy był istotnie wyższy z sorga (niezależnie od formy) niż z kukurydzy. Plon suchej masy kukurydzy (13,2 t $\cdot$ ha<sup>-1</sup>) był wyższy niż sorga bezwiechowego (12,5 t $\cdot$ ha<sup>-1</sup>). Sorgo wiechowe wydało istotnie wyższy plon suchej masy (15,7 t $\cdot$ ha<sup>-1</sup>) w porównaniu z pozostałymi gatunkami roślin paszowych. Nawożenie azotem nie miało istotnego wpływu na plon świeżej i suchej masy. Stwierdzono jedynie niewielką tendencję zwiększenia plonu pod wpływem wzrastających dawek azotu.

Tabela 3. Liczba roślin po wschodach i pędów przed zbiorem oraz plon świeżej i suchej masy  
Table 3. Plant density after emergency, stem number before harvest, fresh and dry matter yield

Mieszaniec Hybrid	Nawożenie azotem Nitrogen fertilization kg·ha <sup>-1</sup>	Liczba – Number ×1000 ha <sup>-1</sup>		Plon masy – Matter yield t·ha <sup>-1</sup>	
		roślin – plants	pędów – stems	świeżej – fresh	suchej – dry
Blask	–	92	85	41,2	13,2
506	–	184	183	65,7	15,7
G-1990	–	151	178	57,3	12,5
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		18	18	9,1	2,0
–	100	144	148	52,5	12,8
–	130	140	147	54,0	14,1
–	160	144	152	57,7	14,6
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		ni – ns	ni – ns	ni – ns	ni – ns

ni – ns – różnice nieistotne – non significant differences

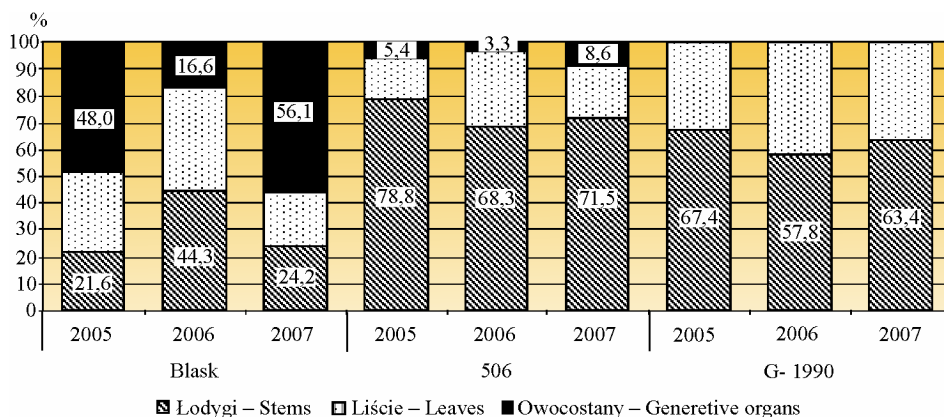
Mniejsze różnice plonów suchej niż świeżej masy pomiędzy roślinami paszowymi wynikały z wyższej koncentracji suchej masy w kukurydzy w porównaniu z sorgiem (rys. 2). Niedobór opadów w 2005 roku spowodował szybkie zasychanie liści, przyspieszone dojrzewanie i zawartość suchej masy w kukurydzy podczas zbioru wynosiła średnio 40,6%. W 2006 roku stwierdzono dużo niższą niż w pozostałych latach zawartość suchej masy w kukurydzy, ze względu na słabe zawiązywanie kolb (26,7%). We wszystkich latach badań zawartość suchej masy w sorgu była niższa niż w kukurydzy. Sorgo bezwiechowe odznaczało się od 2,7 do 4,3% niższą zawartością suchej masy niż wiechowe.



Rys. 2. Zawartość suchej masy podczas zbioru roślin

Fig. 2. Dry matter content in the harvest period

Udział kolb kukurydzy w suchej masie ze względu na niekorzystny przebieg pogody był najniższy w 2006 roku – 16,6% (rys. 3). W 2007 roku udział organów generatywnych wynosił 56,1% plonu suchej masy. Wiechy sorga 506 stanowiły 3,3-8,6% zebranego plonu. U obu mieszańców sorga w zebranej masie dominowały łodygi, a ich udział wahał się od 57,8 (sorgo bezwiechowe w 2006 r.) do 78,8% (sorgo wiechowe w 2005 r.).



Rys. 3. Udział organów wegetatywnych i generatywnych w plonie suchej masy kukurydzy i sorga  
Fig. 3. Percentage of vegetative and generative organs in maize and sweet sorghum dry matter yield

Zawartość białka ogółem była najniższa u sorga wiechowego, o 0,82% niższa niż u bezwiechowego i o 1,24% niż u kukurydzy (tab. 4). Pod wpływem nawożenia azotem zwiększała się zawartość białka w biomase kukurydzy i sorga bezwiechowego. Zwiększenie dawki azotu o 30 kg N·ha<sup>-1</sup> powodowało przyrost zawartości białka średnio o 0,36%, a o 60 kg N·ha<sup>-1</sup> – o 0,71%.

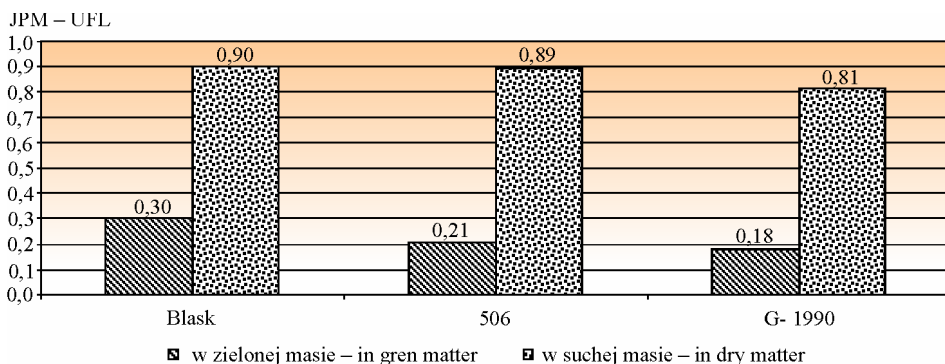
Tabela 4. Zawartość związków organicznych w roślinach paszowych podczas dojrzałości zbiorczej, % s.m.

Table 4. Organic compound content in the forage crops at harvesting maturity, % D.M.

Mieszaniec Hybrid	Dawka N N doses kg·ha <sup>-1</sup>	Białko ogółem Crude protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	BAW N-free extract
Blask	100	6,8	2,8	21,1	65,0
	130	7,6	2,2	23,3	62,2
	160	8,1	2,7	21,2	61,8
506	100	6,6	1,7	33,4	53,0
	130	6,1	2,0	30,3	56,2
	160	6,1	1,3	33,0	54,6
G-1990	100	6,4	1,8	33,7	52,2
	130	7,2	2,0	33,2	51,5
	160	7,7	1,7	34,2	50,8
Średnia dla odmian – Mean for hybrids					
Blask	–	7,5	2,6	21,85	63,00
506	–	6,3	1,7	32,22	54,60
G-1990	–	7,1	1,8	33,67	51,50
Średnia dla nawożenia – Mean for fertilization					
–	100	6,59	2,1	29,4	56,7
–	130	6,95	2,0	28,9	56,6
–	160	7,30	1,9	29,4	55,8

Większe różnice stwierdzono w zawartości włókna surowego. Biomasa kukurydzy charakteryzowała się o 10,37% niższą zawartością włókna niż sorgo wiechowe i o 11,8% niż bezwiechowe. Nawożenie azotem miało nieznaczny wpływ na zawartość tego składnika.

Wartość energetyczna 1 kg świeżej masy sorga bezwiechowego była o 0,12 JPM niższa niż kukurydzy, odpowiednio w suchej masie różnica wynosiła 0,09 JPM (rys. 4).



Rys. 4. Wartość energetyczna 1 kg świeżej i suchej masy  
Fig. 4. Energetic value of 1 kg fresh and dry matter

Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy testowanymi gatunkami w wydajności białka (tab. 5). Pod wpływem wzrostu dawki nawożenia azotem o 30 i 60 kg N·ha<sup>-1</sup> wydajność białka zwiększyła się średnio odpowiednio o 123 i istotnie o 206 kg·ha<sup>-1</sup> w porównaniu z uzyskaną po nawożeniu dawką 100 kg N·ha<sup>-1</sup>. Sorgo wiechowe (13,9 tys. JPM) zapewniło uzyskanie istotnie wyższej wydajności energii niż pozostałe rośliny paszowe. Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu nawożenia azotem na wydajność energetyczną roślin.

Tabela 5. Plon białka ogółem i energii JPM  
Table 5. Crude protein and energy yield

Mieszaniec Hybrid	Nawożenie azotem Nitrogen fertilization kg·ha <sup>-1</sup>	Plon – Yield	
		białka ogółem – crude protein kg·ha <sup>-1</sup>	JPM – UFL × 1000·ha <sup>-1</sup>
Blask	–	1001	11,9
506	–	988	13,9
G-1990	–	898	10,1
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	ni – ns	1,7
–	100	853	11,1
–	130	976	12,2
–	160	1059	12,6
	NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	159	ni – ns

ni – ns – różnice nieistotne – non significant differences



## DYSKUSJA

Badania przeprowadzono w warunkach odbiegających od przeciętnych dla obszaru południowo-zachodniej Polski. Wysokie sumy temperatur oraz niedobór opadów w fazach krytycznych miały wpływ na przebieg wegetacji oraz plonowanie roślin. W roku 2005 nastąpiło wczesne zasychanie kukurydzy. W 2006 roku niekorzystne warunki pogodowe oddziaływały na przebieg zapylenia, zapłodnienia kwiatów kukurydzy, zawiązywania i zaziarnienia kolb. Pandey i in. [2000] podają, że w okresie kwitnienia kukurydza jest gatunkiem szczególnie wrażliwym na czynniki stresowe. Sorgo jest tolerancyjne na dłuższe okresy bezdeszczowe, gdyż dzięki głębokiemu systemowi korzeniowemu jest zdolne do pobierania wody z głębszych warstw gleby [Wright i Smith 1983]. Rośliny tego gatunku dłużej utrzymują liście, zasychają później i w mniejszym stopniu niż kukurydza.

Sorgo jest gatunkiem bardzo plennym, uzyskuje się z niego bardzo wysoki plon wynoszący od 18 do 25 t s.m. $\cdot$ ha<sup>-1</sup> [Barbanti i in. 2006]. W badaniach przeprowadzonych w warunkach Polski przez Machula i Księżaka [2004] uzyskano 17 t suchej masy z ha, to jest o 5 t z ha mniej niż z kukurydzy. W badaniach własnych plon suchej masy wynosił od 12,5 do 15,7 t s.m. $\cdot$ ha<sup>-1</sup>, podczas gdy kukurydza plonowała na poziomie 13,2 t s.m. $\cdot$ ha<sup>-1</sup>.

Pogłówne nawożenie azotem w fazie 5-6 liści nie miało istotnego wpływu na wysokość plonu roślin paszowych. Buxton i in. [1999] po zastosowaniu 140 kg N $\cdot$ ha<sup>-1</sup> uzyskali niewielki wzrost plonu s.m. (o 0,8 t z ha) w porównaniu z nawożeniem 70 kg N $\cdot$ ha<sup>-1</sup>, a dalszy wzrost dawki przyczynił się do obniżki plonu. Podobnie Geng i in. [1989] nie uzyskali przyrostu plonu sorga po podniesieniu dawki azotu powyżej 100 kg $\cdot$ ha<sup>-1</sup>.

W plonie suchej masy kukurydzy udział organów generatywnych wynosił od 16,6 do 56,1%, podczas gdy u wiechowej odmiany sorga owocostany stanowiły tylko 3,3-8,6%. Podobne wyniki uzyskali Barbanti i in. [2006]. Sorgo bezwiechowe cechowało się gorszą strukturą zebranego plonu oraz niższą koncentracją suchej masy. Odmiany bezwiechowe nie dojrzewają w warunkach Polski i ich wartość gospodarcza jest niższa niż wiechowych. Pasza charakteryzuje się niższą zawartością suchej masy.

Zawartość s.m. podczas zbioru roślin paszowych przeznaczonych do bezpośredniego zakiszania powinna wynosić od 28 do 35%. Optymalna jej zawartość zapewnia właściwe ubicie materiału roślinnego i zmniejszenie strat podczas zakiszania. Obydwie formy sorga charakteryzowały się niższą zawartością suchej masy niż zalecana. Zakiszając materiał roślinny o mniejszej zawartości s.m., należy ograniczać straty składników pokarmowych powodowane poprzez wyciek soków kiszonkarskich. W tym celu należałoby podczas zakiszania dodawać inne pasze wiążące nadmiar soków lub uprawiać sorgo w systemie mix cropping (z kukurydzą).

Uzyskane wyniki potwierdziły hipotezę roboczą; w warunkach Dolnego Śląska sorgo cukrowe może być uprawiane. Na glebach lekkich oraz w latach charakteryzujących się niedoborem opadów lub nierównomiernym ich rozkładem może być konkurencyjne dla kukurydzy.

## WNIOSKI

1. W latach charakteryzujących się niedoborem opadów lub nierównomiernym ich rozkładem, na glebie lekkiej piaszczystej plony sorga wiechowego były wyższe niż kukurydzy.

2. Nawożenie azotem w zakresie dawek 100, 130, 160 kg N·ha<sup>-1</sup> nie wpłynęło na różnicowanie plonów badanych roślin.

3. Obydwie formy sorga charakteryzowały się wyższą zawartością włókna surowego niż kukurydza, co było silnie powiązane z niższym udziałem organów generatywnych w zebranej paszy.

4. Plon białka ogólnego z sorga i kukurydzy był podobny. Jego zwiększenie nastąpiło po podniesieniu dawki azotu ze 100 do 160 kg N·ha<sup>-1</sup>.

5. Wartość pokarmowa świeżej masy sorga wiechowego była na poziomie 70%, a sorga bezwiechowego na poziomie 60% wartości pokarmowej kukurydzy.

## PIŚMIENNICTWO

- 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.
- 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(1), 93-101.
- Camargo M.B.P., Hubbard K.G., 1999. Drought sensitivity indices for sorghum crop. *J. Prod. Agric.* 12, 312-316.
- FAOSTAT, 2006. <http://faostat.fao.org>
- Farre I., Faci J.M., 2006. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agric. Water Manage.* 8(3), 135-143.
- 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 (1), 21-29.
- Habyarimana E., Laureti D., De Ninno M., Lorenzoni C., 2004., Performances of biomass sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] under different water regimes in Mediterranean region. *Ind. Crop Prod.* 20, 23-28.
- Hopkins A., 2003. Potential impacts of climate change for grassland: farming industry perceptions, adaptations and mitigation options. *Grass. Sci. in Eur.* 8, 483-486.
- Hulme M., Turnpenny J., Jenkins G., 2002. Climate change scenarios for the United Kingdom. The UKCIP02 Briefing Report, [www.ukcip.org.uk](http://www.ukcip.org.uk)
- Hybrid detail information, 2004-2005. Download spec sheet. Sorghum Partners Inc. [www.sorghum-partners.com/detail.asp?id=80](http://www.sorghum-partners.com/detail.asp?id=80) and [www.sorghum-partners.com/detail.asp?id=104](http://www.sorghum-partners.com/detail.asp?id=104)
- Krieg D.R., Lascano R.J., 1990. Sorghum. Irrigation of Agricultural Crops. American Society of Agronomy, Madison, USA, 719-740.
- Machul M., Księżak J., 2004. Ocena poziomu plonowania sorga w zależności od sposobu siewu i poziomu nawożenia azotem. Sprawozdanie z badań IUNG Puławy, [www.nk.com/media/92850/sorgo%20iung.pdf](http://www.nk.com/media/92850/sorgo%20iung.pdf)
- Muchow R.C., 1989. Comparative productivity of maize sorghum and pearl millet in a semi-arid tropical environment. II. Effect of water deficits. *Field Crops Res.* 20, 207-219.
- Pandey R.K., Maranville J.W., Admou, A., 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. I. Grain yield and yield 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.

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.

**FRESH AND DRY MATTER YIELD QUANTITY AND QUALITY OF MAIZE (*Zea mays* L.) AND SWEET SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH.) ON SANDY SOIL DEPENDING ON NITROGEN FERTILIZATION**

**Abstract.** In the years 2005-2007 at the Pawłowice Research Experimental Station (51°09' N; 17°06' E) of the Wrocław University of Environmental and Life Science an investigation was carried out with maize and sweet sorghum yields comparison. Two sweet sorghum breeding forms (headed – 506 and headless – G 1990), and Blask maize hybrids (FAO 250) were tested in the research. The experiment was located on light sandy soil. Additionally, the reaction of forage crops to three nitrogen doses (100, 130, 160 kg N·ha<sup>-1</sup>) was estimated. On light sandy soil, fresh and dry matter yield of maize was significantly lower compared with the headed sweet sorghum. Headed sweet sorghum gave a significantly higher dry matter yield (15.7 t D.M.·ha<sup>-1</sup>). Both sweet sorghum breeding forms have lower dry matter concentration before harvesting than maize. Differences ranged from 7.3 to 13.7%. Low dry matter content in biomass can have a negative effect on ensilage processes and silage quality.

**Key words:** headed sweet sorghum, headless sweet sorghum, maize, yield, yield structure

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.12.2008