

## Właściwości biologiczne i chemiczne *Sorghum saccharatum* w aspekcie możliwości jego uprawy w Polsce

S. KOZŁOWSKI<sup>1</sup>, W. ZIELEWICZ<sup>1</sup>, R. OLIWA<sup>2</sup>, M. JAKUBOWSKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Łąkarstwa, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu,

<sup>2</sup>Syngenta Seeds, Warszawa

### Biological and chemical properties of *Sorghum saccharatum* from the point of view of possibilities of its cultivation in Poland

**Abstract.** In the climatic-soil conditions prevailing in our country, maize with its wide range of cultivars has already established itself as a fodder grass, contrary to species classified as *Sorghum* genus, which have had no long tradition of cultivation. In the past, the Sudan-grass was propagated with differing intensity, while recently, attempts have been undertaken to introduce sweet sorghum, into cultivation in a mixture with maize in conditions of mixed sowing. The main advantage of sorghum cultivation is its resistance to difficult thermal and moisture conditions during vegetation, especially in summer. Heat waves and droughts which have occurred in different regions of our country in recent years pose a serious threat to maize cultivation. That is why, *Sorghum saccharatum* is treated more and more often as a very competitive grass in relation to *Zea mays*. Therefore, it is quite justified to recognize biological and chemical properties of *Sorghum saccharatum* and to undertake investigations aiming at the determination of the production potentials of this species, especially the fodder value of this grass, and possibilities of its cultivation in Polish climatic-soil conditions with a view of its utilisation as forage.

**Key words:** *Sorghum saccharatum*, biological properties, chemical properties, mixed sowing, forage

#### 1. Wstęp

Sorgo cukrowe dzięki dużej odporności na suszę oraz możliwości wszechstronnego wykorzystania w przemyśle spożywczym, zwiększa zasięg występowania, zajmując trzecie miejsce w areale uprawy zbóż na świecie. Ziarno wykorzystywane jest w żywieniu ludzi i zwierząt. W przemyśle służy jako surowiec do produkcji krochmalu i alkoholu. Również słoma ma znaczną wartość pastewną i energetyczną. W wielu regionach świata o ciepłym klimacie słoma sorga wykorzystywana jest do wyrobu mat o różnym przeznaczeniu. Zielonka sorga wyróżnia się głównie wysoką zawartością cukrów, co czyni z niej wartościową paszę do bezpośredniego skarmiania. Właściwość ta wskazuje na przydatność tego gatunku do tworzenia wartościowych kiszzonek (KRUPA i wsp., 1972). Spasanie świeżej zielonki w większych ilościach i we wczesnych fazach rozwo-

jowych roślin nie jest jednak zalecane ze względu na obecność glukozydów cyjanogen-nych (LONC i REGIEROWA, 1967).

Sorgo jest jedną z najważniejszych roślin uprawnych na kontynencie afrykańskim. Jego uprawa została szeroko rozpowszechniona w krajach azjatyckich oraz w Ameryce Północnej i Południowej, zwłaszcza w rejonach o gorącym i suchym klimacie (NOWIŃSKI, 1970). Znaczenie sorga jako rośliny pastewnej szybko wzrasta we wszystkich regionach, w których latem występują wysokie temperatury powietrza oraz okresowy deficyt wody, a więc także w niektórych krajach południowej Europy, między innymi we Francji, w Chorwacji, Serbii. Na Węgrzech uprawa sorga od lat zyskuje na znaczeniu zarówno w czystym siewie, jak i w mieszkankach z kukurydzą.

W naszym kraju, wyróżniającym się warunkami klimatycznymi odbiegającymi od wymagań tego gatunku, nie odgrywa on większej roli jako roślina pastewna. W okresie międzywojennym uprawiano na paszę w południowo-wschodniej Polsce trawę sudańską (RALSKI, 1937). Zainteresowanie sorgiem powróciło w latach 80. ubiegłego stulecia. Badania nad przydatnością i określeniem potencjału produkcyjnego w naszych warunkach prowadzone były przez DACZEWSKĄ i OSTROWSKIEGO (1986). Zdaniem BOCHNIARZA (1969) przy doborze odpowiedniej odmiany i opracowaniu technologii uprawy sorgo mogłoby stać się cenną rośliną pastewną. W siewie czystym lub mieszance z innymi gatunkami roślin sorgo może być alternatywą dla kukurydzy lub jej komponentem. W ostatnich latach na polskim rynku pojawiają się odmiany sorga cukrowego wykazujące zwiększoną odporność na przymrozki oraz niską zawartość glukozydów cyjanogennych. Historię uprawy sorga w aspekcie jego wykorzystania dla produkcji kiszonek przedstawili ostatnio ŚLIWIŃSKI i BRZÓSKA (2006). Wnikanie sorga cukrowego na rynek roślin pastewnych stwarza podstawowe pytanie o walory pokarmowe i produkcyjne tego gatunku w polskich warunkach klimatyczno-glebowych. U podstaw ich określenia znajdują się właściwości biologiczne i chemiczne tego gatunku i jego odmian hodowlanych. Jak najpełniejsze poznanie tych właściwości stanowiło inspirację dla podjęcia badań.

Studując prace o sorgu, należy też zwrócić uwagę na poprawność określenia tożsamości poszczególnych jego taksonomów, co niewątpliwie ma związek z różnorodnością układów taksonomicznych, w których gatunki sorga są klasyfikowane.

Celem badań było poznanie właściwości biologicznych i chemicznych sorga cukrowego w aspekcie zasadności i możliwości jego uprawy w warunkach klimatyczno-glebowych Wielkopolski i regionów podobnych do niej pod tym względem.

## 2. Materiał i metody

Prace badawcze prowadzono w latach 2004-2005. Podmiotem badań było sorgo cukrowe (odmiana *Sucrosorgo* 506). Natomiast gatunkiem porównawczym był *Zea mays* (odmiana *Magister*), ponieważ w sferze wielu właściwości biologicznych i chemicznych są to gatunki podobne. Zbliżone są też ich wymagania co do agrotechniki. Za wyborem odmiany *Magister* przemawiał fakt, że jest ona stosunkowo późna (FAO 270), co jest pożądane dla uzyskania dobrej jakości zielonki i kiszonki w warunkach klimatycznych naszego kraju.

Materiał roślinny pochodził z polowych upraw sorga o charakterze produkcyjnym zlokalizowanych na terenie Rolniczego Gospodarstwa Doświadczalnego Brody Akademii Rolniczej w Poznaniu. Pod uprawę wykorzystano glebę płową i gatunku: piasek gliniasty lekki, średnio głęboki, zalegający na glinach lekkich. Wyniki analiz chemicznych gleby wskazują, że wyróżniała się ona wysoką zasobnością w fosfor, średnią zawartością potasu i wysoką zawartością magnezu (Tabela 1).

Tabela 1. Właściwości fizyczne i chemiczne gleby  
Table 1. Soil physical and chemical properties

Części spławialne (%) Fine fraction (%)	Zawartość próchnicy (%) Humus content (%)	Odczyn – Reaction pH 1n KCl	Zawartość mg w 100 g gleby Content (mg in 100 g of soil)		
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg
16 %	1,22	5,5	18,3	14,3	5,8

Siew wykonywano w ostatniej dekadzie kwietnia siewnikiem Monosem z tarczowym systemem wysiewu. Dla zwalczania chwastów po zasiewie przeprowadzono oprysk preparatem Primextra Gold w dawce 3 l ha<sup>-1</sup>. Materiał siewny sorga cukrowego wyróżniał się zdolnością kiełkowania na poziomie 91%, a kukurydzy 88%.

Dla uprawy sorga wydzielono cztery kombinacje agrotechniczne, każda o powierzchni 112 m<sup>2</sup>.

Kombinacja A. Uprawa sorga w czystym siewie. Obsada roślin w tej kombinacji wynosiła 180 000 na 1 ha, rozstaw rzędów: 70 cm, a częstotliwość występowania roślin w rzędzie – 7 cm.

Kombinacja B. Mix-cropping – czyli uprawa sorga i kukurydzy w siewie współrzędnym przy układzie rzędów: sorgo-kukurydza-sorgo-kukurydza. Obsada roślin wynosiła 90 000 sorga i 40 000 roślin kukurydzy na 1 ha, rozstaw rzędów – 70 cm, częstotliwość występowania roślin w rzędach sorga co 7 cm, a kukurydzy co 17 cm.

Kombinacja C. Mix-cropping – czyli uprawa sorga i kukurydzy w siewie współrzędnym przy układzie rzędów: sorgo-sorgo-kukurydza. Obsada roślin wynosiła 130 000 sorga i 25 000 roślin kukurydzy na 1 ha, rozstaw rzędów – 70 cm, częstotliwość występowania roślin w rzędach: sorga – 7 cm, a kukurydzy – 17 cm.

Kombinacja D. Kontrola – uprawa kukurydzy w czystym siewie. Obsada roślin kukurydzy na 1 ha wynosiła 90 000, przy rozstawie rzędów – 70 cm i częstotliwości występowania roślin w rzędzie co 15 cm.

Dla powyższych kombinacji uprawowych wyznaczono jeden poziom nawożenia, a mianowicie jednorazowo zastosowano: N – 160 kg ha<sup>-1</sup>, P – 80 kg ha<sup>-1</sup>, K – 170 kg ha<sup>-1</sup>.

Wzrost i rozwój roślin następował w warunkach pogody nietypowej dla sorga cukrowego. Na podstawie pomiarów wykonanych w Stacji Meteorologicznej w Brodach, średnia temperatura powietrza w okresie od maja do września 2005 roku, a więc w porze intensywnego wzrostu i rozwoju tego gatunku, była zbliżona do średniej dla wielolecia tego regionu, czyli 16,2°C, a w przypadku pierwszego roku badań nawet niższa i to o 0,7°C. W sferze opadów sytuacja była podobna. Ilość opadów w tym okresie była większa do średniej dla wielolecia o 154,3 mm w pierwszym roku badań oraz o 45,5 mm w roku drugim.

Uprawy założone w miejscowości Brody były głównym źródłem pozyskiwania materiału badawczego. Ocenie poddano także uprawy tych gatunków w innych miejscowościach – Garzynie i Żurawinie. Pod uprawę wybrano pola o właściwościach glebowych zbliżonych do Brodów. Również warunki pogody w sferze opadów i temperatury powietrza były zbliżone do istniejących w Brodach.

Prace badawcze postępowały w dwóch kierunkach – nad poznawaniem właściwości chemicznych i biologicznych sorga cukrowego (na podstawie materiału pochodzącego tylko z zasiewów jednogatunkowych) oraz nad określeniem składu chemicznego masy roślinnej pozyskanej z kombinacji uprawowych (wszystkich kombinacji), a traktowanej jako surowiec do produkcji kiszzonek. Materiał analityczny stanowiły całe pędy obu gatunków i ich organy. Zbiór masy roślinnej dokonano w ciągu jednego dnia 30.09.2004 i 28.09.2005. O tej porze ziarniaki sorga cukrowego osiągnęły stadium dojrzałości mlecznej, a kukurydza była w fazie dojrzałości woskowej ziarna.

Kryteriami oceny jakościowej gatunków i masy roślinnej z poszczególnych kombinacji uprawowych było szerokie spektrum właściwości chemicznych sorga cukrowego i kukurydzy.

Podstawą badań analitycznych było określenie ilościowego udziału składników organicznych i mineralnych w całych nadziemnych częściach pędów lub określonych organach pędów. Dodać należy, że na każdej z kombinacji w obrębie wariantu uprawowego wyznaczono po 5 powierzchni traktowanych jako powtórzenia, z których pobierano losowo próby pędów o masie około 5 kg do analiz chemicznych.

W ocenie składu chemicznego wykorzystano powszechnie uznawane metody analityczne, a mianowicie: białko ogólne, którego zawartość określano za pomocą metody Kjeldahla, cukry rozpuszczalne (DUBOIS i wsp., 1956), celulozę i ligniny (VAN SOEST i WINE, 1968), hemicelulozy (HEYLAND, 1959), karoten oznaczono metodą chromatograficzną (BERGER, 1955) oraz azot azotanowy metodą DANIŁOWEJ (1963). Spośród składników mineralnych określano także fosfor i magnez metodą kolorymetryczną, wapń metodą miareczkowo-strąceniową. Stężenie glukozydów cyjanogennych określano wg metodyki podanej w pracy KOZŁOWSKIEGO i KUKUŁKI (1994).

Badania w sferze właściwości biologicznych miały mniejszy zakres i sprowadzały się do dwóch elementów – określenia żywotności roślin na podstawie zawartości chlorofilu oraz zdolności plonotwórczej masy nadziemnej pędów generatywnych rozstrzygających o wartości użytkowej sorga. Pierwszą z wymienionych właściwości oznaczano na podstawie występowania barwników chlorofilowych w liściach (SMITH i BENITEZ, 1955), wybierając do badań środkową część blaszek liściowych podflagowego piętra pędu. Przy określaniu plonu na każdej z kombinacji wyznaczono losowo 5 poletek o powierzchni 3,5 m<sup>2</sup>. Uzyskane dane przeliczano następnie na powierzchnię 1 ha. Skład chemiczny roślin oznaczano na materiale pochodzącym z poletek, na których określano plon.

W ten ciąg właściwości należy także wpisać prace nad określeniem struktury morfologicznej pędów generatywnych. Z zebranych prób sorga pobrano losowo 10 pędów generatywnych, które rozdzielano na poszczególne organy: łodygi, blaszki liściowe, pochwy i kwiatostany. Organy pędów poddano suszeniu w temperaturze 105°C, a następnie ważono.

### 3. Wyniki i dyskusja

Wyniki badań porównawczych nad składem chemicznym sorga cukrowego i kukurydzy pochodzących z jednogatunkowych, odrębnych upraw dają dostatecznie wyraźny obraz ich właściwości chemicznych (Tabela 2).

Tabela 2. Skład chemiczny *Sorghum saccharatum* i *Zea mays* ( $\text{g kg}^{-1}$  s.m.)  
Table 2. Chemical composition of *Sorghum saccharatum* and *Zea mays* ( $\text{g kg}^{-1}$  DM)

Składnik – Component	Rok – Year 2004			Rok – Year 2005		
	<i>Sorghum saccharatum</i>	<i>Zea mays</i>	NIR – LSD <sub>0,05</sub>	<i>Sorghum saccharatum</i>	<i>Zea mays</i>	NIR – LSD <sub>0,05</sub>
Białko ogólne – Crude protein	95,27	89,21	0,342	102,72	94,26	n.s.
Cukry – Sugars	91,75	58,06	6,136	151,34	75,71	7,435
Celuloza – Cellulose	311,57	240,32	16,131	302,25	318,45	10,636
Hemicelulozy – Hemicelluloses	246,12	287,24	3,214	232,15	212,45	8,383
Ligniny – Lignins	35,42	22,53	4,078	23,31	17,96	3,654
ADF	346,99	262,85	14,253	325,56	336,41	7,167
NDF	593,11	550,09	12,131	557,71	548,86	n.s.
Popiół surowy – Crude ash	44,86	47,95	2,568	56,36	50,73	3,622
Potas – Potassium	14,46	15,32	0,246	20,54	11,85	2,736
Wapń – Calcium	5,94	6,42	n.s.	6,62	6,13	n.s.
Magnez – Magnesium	2,41	1,49	0,496	2,65	1,23	0,639
Fosfor – Phosphorus	1,64	0,92	n.s.	2,15	2,35	n.s.
Sód – Sodium	0,88	1,02	n.s.	0,22	0,25	n.s.
Krzem – Silicon	2,61	3,12	1,533	4,12	3,36	0,178
N-NO <sub>3</sub>	1,31	0,22	0,428	2,20	0,26	0,538
HCN	++	–	–	++	–	–

Znajdujące się w fazie pełnego rozwoju generatywnego rośliny tych gatunków traw wykazują podobny poziom białka, natomiast różnią się zawartością cukrów oraz celulozy i lignin, a tym samym ADF i NDF na korzyść sorga. Nie można też nie zauważyć, że uzyskano wysokie wartości ADF i NDF dla kukurydzy, odbiegające od wartości spotykanych w literaturze (MICHALSKI, 2000). Różnice w składzie mineralnym są znaczne, ale zawsze korzystne dla sorga. Jednakże z uprawy kukurydzy uzyskuje się paszę bezpieczniejszą, wykazującą wyraźnie mniejsze ilości azotanów i niezawierającą glukozydów cyjanogennych. Stworzona przez rozdrobnienie masa badanych gatunków stanowi surowiec użytkowy, przede wszystkim dla produkcji kiszzonek. Porównując skład chemiczny roślin w kolejnych latach uprawy, można zauważyć daleko idącą stabilność w występowaniu składników organicznych i mineralnych. Można więc stwierdzić, że oddziaływanie czynników pogody w sferę składu chemicznego było niewielkie.

Jak już zaznaczono, wcześniej prace badawcze nad składem chemicznym sorga cukrowego prowadzono także w innych miejscowościach Wielkopolski. Ich rezultaty przedstawiono w Tabeli 3. Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniej wyprowadzony obraz *Sorghum saccharatum*.

Tabela 3. Skład chemiczny sorga cukrowego uprawianego w siewie czystym w gospodarstwach rolniczych

Table 3. Chemical composition of *Sorghum saccharatum* cultivated in pure sowing in farms

Składnik – Component	RZD Brody	OHZ Garzyń	GR Żurawina
Białko ogólne – Crude protein	96,21	85,64	92,57
Cukry – Sugars	37,84	56,28	66,24
Celuloza – Cellulose	313,93	330,08	354,48
Hemicelulozy – Hemicelluloses	241,42	201,66	225,08
Ligniny – Lignins	39,96	26,45	35,24
ADF	353,89	356,53	389,72
NDF	595,31	558,19	614,80
Popiół surowy – Crude ash	50,74	58,07	71,35
Potas – Potassium	13,01	24,13	19,62
Wapń – Calcium	6,81	4,20	6,68
Magnez – Magnesium	2,94	2,50	2,36
Fosfor – Phosphorus	1,68	1,78	2,05
Sód – Sodium	0,62	0,66	0,77
Krzem – Silicon	1,31	3,13	3,11
N-NO <sub>3</sub>	2,14	2,22	2,21
HCN	++	++	++

Wartość pokarmowa jest niewątpliwie rezultatem właściwości chemicznych gatunku, ale także struktury morfologicznej jego pędów. U sorga cukrowego organem wiodącym w masie pędu generatywnego jest łodyga (Tabela 4). W przypadku masy pędu kukurydzy organem wiodącym i najbardziej wartościowym jest niewątpliwie kolba. Stwierdzenie to dotyczy jednak pędu w pełni jego rozwoju generatywnego. Taka struk-

Tabela 4. Udział organów nadziemnych w suchej masie pędu generatywnego badanych traw (%)  
Table 4. Contribution of aerial parts on dry mass of generative shoot of grasses (%)

Części nadziemne pędu Aerial parts of plants	<i>Sorghum saccharatum</i>	<i>Zea mays</i>
Łodyga – Stem	63	32
Pochwy liściowe – Sheaths	6	12
Błazki liściowe – Leafs	17	12
Wiecha – Wisp	14	1
Kolby – Earcorns	–	43

tura przesądza też o terminie zbioru roślin i sposobie ich wykorzystania (PODKÓWKA, 2005). Niemniej jednak udział łądyg w strukturze pędów kukurydzy jest znaczący, chociaż średniowczesne odmiany kukurydzy na ogół charakteryzują się wyższym udziałem kolb w strukturze masy roślinnej. Należy też zauważyć, że wyraźnie większy jest udział blaszek liściowych sorga (17%) w strukturze pędu niż u kukurydzy (12%). Blaszkę liściową z żywieniowego punktu widzenia są najwartościowszym organem pędu traw łąkowych. W kierunku takiej oceny oscyluje zachowanie się sorga cukrowego.

Z badań tych łatwo można wyprowadzić istotne stwierdzenie, że poprawna ocena właściwości chemicznych sorga i kukurydzy jest możliwa tylko na podstawie badań analitycznych określonego organu pędu. Wyniki analiz blaszek liściowych wskazują (Tabela 5), że sorgo w tym organie zawiera więcej białka (o 32%), lignin (o 106%), hemiceluloz (o 16%), a tym samym ADF i NDF, a ze składników mineralnych fosforu (o 90%) i magnezu (o 40%) w porównaniu do kukurydzy. Gromadzi także mniejsze (o 30%) ilości krzemu. W świetle badań analitycznych blaszek liściowych sorgo cukrowe okazuje się rośliną kumulującą blisko dwukrotnie więcej azotanów. Niemniej jednak nie została przekroczona granica bezpieczeństwa, czyli 0,2% w s.m. W blaszkach liściowych stwierdzono także obecność glukozydów cyjanogennych.

Tabela 5. Porównanie składu chemicznego blaszek liściowych *Sorghum saccharatum* i *Zea mays* (g kg<sup>-1</sup> s.m.)

Table 5. Compare of chemical composition of leaf blades of *Sorghum saccharatum* and *Zea mays* (g kg<sup>-1</sup> DM)

Składnik – Component	<i>Sorghum saccharatum</i>	<i>Zea mays</i>	NIR – LSD <sub>0,05</sub>
Białko ogólne – Crude protein	164,27	128,46	7,233
Cukry – Sugars	52,17	50,65	5,631
Celuloza – Cellulose	291,25	260,11	6,839
Hemicelulozy – Hemicelluloses	245,12	210,95	10,337
Ligniny – Lignins	31,75	15,52	3,736
ADF	323,00	275,63	11,325
NDF	568,12	486,58	15,971
Popiół surowy – Crude ash	72,15	75,81	n.s.
Potas – Potassium	16,47	16,85	n.s.
Wapń – Calcium	8,81	16,15	2,163
Magnez – Magnesium	3,39	1,96	0,735
Fosfor – Phosphorus	2,83	1,78	0,755
Sód – Sodium	0,29	0,32	n.s.
Krzem – Silicon	4,69	6,12	1,399
β-karoten-β carotene (mg· g <sup>-1</sup> s.m. DM)	0,513	0,427	n.s.
N-NO <sub>3</sub>	0,56	0,29	0,073
HCN	+++	–	–

Porównując oba gatunki przez pryzmat składu chemicznego łądyg (Tabela 6), można stwierdzić, że różnice pomiędzy badanymi trawami ulegają odwróceniu. Sorgo zawiera mniej celulozy, hemiceluloz i lignin. Kukurydza uboższa jest w takie składniki mineralne jak magnez, fosfor i sód. Na podkreślenie zasługuje brak glukozydów cyjanogennych w łądygach sorga oraz niewielkie ilości nagromadzonego w nich potasu.

Tabela 6. Porównanie składu chemicznego łądyg *Sorghum saccharatum* i *Zea mays* (g kg<sup>-1</sup> s.m.)  
Table 6. Compare of chemical composition of stems of *Sorghum saccharatum* and *Zea mays* (g kg<sup>-1</sup> DM)

Składnik – Component	<i>Sorghum saccharatum</i>	<i>Zea mays</i>	NIR – LSD <sub>0.05</sub>
Białko ogólne – Crude protein	91,56	76,83	3,462
Cukry – Sugars	162,51	109,94	2,736
Celuloza – Cellulose	281,52	371,52	9,731
Hemicelulozy – Hemicelluloses	226,11	232,95	n.s.
Ligniny – Lignins	22,50	30,06	4,728
ADF	304,02	401,58	15,382
NDF	530,13	634,53	18,963
Popiół surowy – Crude ash	38,24	57,31	n.s.
Potas – Potassium	19,77	18,42	n.s.
Wapń – Calcium	6,25	7,51	n.s.
Magnez – Magnesium	1,82	1,41	n.s.
Fosfor – Phosphorus	1,87	0,67	0,063
Sód – Sodium	2,45	1,07	0,051
Krzem – Silicon	2,31	2,34	0,496
N-NO <sub>3</sub>	2,65	2,15	1,732
HCN	–	–	–

Materiał badawczy pochodził z różnych wariantów uprawowych sorga i kukurydzy. Produktem finalnym upraw jest rozdrobniona masa roślinna, traktowana jako surowiec do zakiszania. Wyniki badań tego surowca zamieszczono w Tabeli 7. Obie kombinacje uprawowe siewu współrzędnego sorga cukrowego z kukurydzą dostarczają masy o korzystnym składzie chemicznym. Okazuje się jednak, że cechami różnicującymi pozytywnie sorgo z jednogatunkowego zasiewu można uznać, podwyższony poziom cukrów i popiołu surowego a w jego składzie potasu, sodu i magnezu. Z kolei zielonka pozyskana z siewu współrzędnego obu gatunków jest bezpieczniejsza w sferze kumulacji glukozydów cyjanogennych i azotu azotanowego.

Wobec podobnego składu chemicznego masy roślinnej sorga w jego zróżnicowanych kombinacjach uprawowych istotną kwestią jest poziom jego plonowania. Jak się okazuje, uprawa kukurydzy w siewie czystym dostarcza plonu o około 20% większego w porównaniu do upraw sorga w siewie czystym, jak i współrzędnym (Tabela 8). Taki rezultat jest niewątpliwie efektem pogody, przede wszystkim opadów sprzyjających roz-



Tabela 7. Skład chemiczny surowca do zakiszania *Sorghum saccharatum* i *Zea mays* z kombinacji uprawy (g kg<sup>-1</sup> s.m.)Table 7. Chemical composition of ensilage material of *Sorghum saccharatum* and *Zea mays* from treatment of cultivation (g kg<sup>-1</sup> DM)

Składnik – Component	Kombinacje uprawowe – Treatment of cultivation		
	<i>Sorghum saccharatum</i>	<i>Sorghum saccharatum</i> – <i>Zea mays</i> 1:1	<i>Sorghum saccharatum</i> – <i>Zea mays</i> 2:1
Białko ogólne – Crude protein	96,23	92,51	93,72
Cukry – Sugars	37,82	26,53	21,87
Celuloza – Cellulose	313,94	289,15	306,73
Hemicelulozy – Hemicelluloses	241,42	250,82	277,38
Ligniny – Lignins	39,93	37,26	35,53
ADF	353,87	326,41	342,26
NDF	595,29	577,23	619,64
Popiół surowy – Crude ash	50,73	45,45	40,02
Potas – Potassium	19,02	11,36	10,04
Wapń – Calcium	6,81	6,88	6,01
Magnez – Magnesium	2,94	1,94	1,73
Fosfor – Phosphorus	1,68	2,02	1,93
Sód – Sodium	1,62	0,73	0,53
Krzem – Silicon	0,81	0,90	0,59
N-NO <sub>3</sub>	2,14	0,42	0,37
HCN	++	+	++

Tabela 8. Plon masy roślinnej uzyskany z poszczególnych kombinacji uprawy (t ha<sup>-1</sup> s.m.)Table 8. Yield of plants tops from different treatments of cultivation (t ha<sup>-1</sup> DM)

Kombinacja uprawy Treatments of cultivation	Rok – Year 2004	Rok – Year 2005
<i>Sorghum saccharatum</i>	12,427	17,39
<i>Zea mays</i>	15,712	19,64
<i>Sorghum saccharatum</i> – <i>Zea mays</i> 1:1	13,712	18,59
<i>Sorghum saccharatum</i> – <i>Zea mays</i> 2:1	12,891	18,65
NIR – LSD <sub>0,05</sub>	0,7368	0,4261

wojowi kukurydzy. Sorgo jako trawa o wysokich wymaganiach termicznych, o dużej odporności na niedobór wody i wysokie temperatury powietrza nie mogło uwydatnić swoich walorów. Wyniki badań nad plonowaniem kombinacji uprawowych dają podstawy do stwierdzenia, że kryterium rozstrzygającym o wprowadzaniu sorga cukrowego do uprawy jest przede wszystkim uzyskiwany plon.

Sorgo cukrowe wyróżnia się dużą żywotnością, czego wyrazem poziom zawartości chlorofilu. Taką też ocenę można wyprowadzić na podstawie badań własnych (Tabela 9). Jednakże poziom barwników chlorofilowych tak w sorgu cukrowym, jak i w kukurydzy, nie przewyższa wartości charakterystycznych dla nitrofilnych traw pastewnych (KOZŁOWSKI i wsp., 1999). W znacznej mierze jest to rezultatem analizy blaszek liściowych z roślin kończących jeź vegetację i oczekujących na defoliację i zakiszenie.

Tabela 9. Koncentracja chlorofilu w *Sorghum saccharatum* i *Zea mays*  
Table 9. Concentration of chlorophyll in *Sorghum saccharatum* and *Zea mays*

Rok – Year	<i>Sorghum saccharatum</i>		<i>Zea mays</i>	
	Chlorofil – Chlorophyll (a+b) (mg g <sup>-1</sup> s.m. – DM)	Chlorofil – Chlorophyll a:b	Chlorofil – Chlorophyll (a+b) (mg g <sup>-1</sup> s.m. – DM)	Chlorofil – Chlorophyll a:b
2004	8,05	3,49	8,34	4,18
2005	8,42	4,72	8,93	3,44

#### 4. Wnioski

- Sorgo cukrowe jest interesującą trawą pastewną w sferze właściwości chemicznych. Jako cechy charakterystyczne tego gatunku należy uznać zwiększoną zawartość cukrów, korzystną z żywieniowego punktu widzenia koncentrację celulozy i hemiceluloz oraz składników mineralnych.
- Składnikami chemicznymi ograniczającymi paszowe wykorzystanie sorga cukrowego są azotany i glukozydy cyjanogenne. Niebezpieczeństwo zatruć glukozydami cyjanogennymi można minimalizować przez zakiszenie roślin. Zdolność do kumulacji azotanów i wytwarzanie glukozydów cyjanogennych należy więc uznać jako kryterium oceny sorga w pracach hodowlanych.
- Sorgo cukrowe należy traktować jako pastewną roślinę uprawną komplementarną wobec kukurydzy. Za taką oceną przemawia wysoka żywotność sorga cukrowego i kukurydzy zwyczajnej, czego wyrazem jest plon masy nadziemnej pędów generatywnych tych traw.
- Siew współrzędny sorga cukrowego i kukurydzy daje dobre efekty produkcyjne. Plon masy nadziemnej pędów sorga cukrowego i kukurydzy oraz koszt jej produkcji są czynnikami rozstrzygającymi o wyborze wariantu uprawy w gospodarstwie.
- Badania nad właściwościami chemicznymi i biologicznymi sorga były realizowane w warunkach pogody nietypowej dla roślin sorga – dostatecznej ilości opadów i niezbyt wysokich temperatur powietrza. W takich warunkach sorgo nie mogło uwydatnić swoich odpornościowych walorów na stres termiczny i wilgotnościowy, wytwarzając większy plon masy nadziemnej pędów. Toteż zasadna jest kontynuacja badań w tym zakresie.

### Literatura

- BERGER S., 1953. Metoda ilościowego oznaczania karotenu (prowitamina A) i sumy karotenów w niektórych produktach roślinnych. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 4, 473-479.
- BOCHNIARZ J., 1969. Mieszance sorga z trawą sudańską mogą konkurować z kukurydzą. Nowe Rolnictwo, 11, 46-51.
- DACZEWSKA M., OSTROWSKI R., 1986. Skład chemiczny i wartość pokarmowa kilku mieszańców międzygatunkowych trawy sudańskiej i sorga cukrowego. Biuletyn Oceny Odmian, 9, 1, (16), 151-160.
- DANIŁOWA C., 1963. Opredielenie nitrátov v rastitelnom materiale. Fyzjologia Rastieni, 4, 46-59.
- DUBOIS M., GILLES K. A., HAMILTON J. K., ROBERS P. A., SMITH F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytic Chemistry, 28, 3, 350-356.
- HEYLAND K. U., 1959. Der Verlauf der Einlagerung von Gerüstsubstanzen und andern Kohlenhydraten in den Spross von Weizen und Roggen zwischen Ährenschieben und Todreife. Zeitschrift für Äcker- und Pflanzenbau, 108, 4, 473-496.
- KOZŁOWSKI S., KUKUŁKA I., 1994. Występowanie glukozydów cyjanogennych w odmianach hodowlanych *Trifolium repens* L. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych, LXXVII, 49-54.
- KOZŁOWSKI S., KUKUŁKA I., 1999. Próba określenia żywotności odmian hodowlanych *Festuca rubra* L. w warunkach zróżnicowanej częstotliwości defoliacji. Łąkarstwo w Polsce, 2, 67-74.
- KRUPA F., CYRANKOWSKA B., DŁUGOSZ W., 1972. Ocena plonów zielonej masy i jej jakości krajowych form sorga oraz mieszańców pochodzenia zagranicznego. Biuletyn IHAR, 3/4, 22-27.
- LONC W., REGIEROWA H., 1967. Wpływ terminów siewu i zbioru na plony zielonej masy sorga. Roczniki Nauk Rolniczych, 94, A, 1, 65-69.
- PODKÓWKA Z., 2005. Kukurydza w żywieniu zwierząt. Kukurydza rośliną przyszłości. Poradnik dla producentów, 67-70.
- MICHALSKI T., 2000. Kukurydza jako surowiec dla przemysłu. Kukurydza, 2, 16, 15-22.
- NOWIŃSKI M., 1970. Dzieje upraw i roślin uprawnych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- QUINBY J. R., KARPER R. E., 1962. Sorghum for Forage – In: Forages (ed.) Hughes H. D. Ed. 2, Iowa State University Press.
- RALSKI E., 1937. Trawa sudańska. Plon, 6, 19-20.
- SMITH J. H. C., BENITEZ A., 1955. Chlorophylls: analysis in plant materials. In: Peach K., Tracey M. V. (eds) Moderne Methoden der Pflanzenanalyse, Band 4, Verlag Springer, Berlin, 142-196.
- ŚLIWIŃSKI B. J., BRZÓSKA F., 2006. Historia uprawy sorgo i wartość pokarmowa tej rośliny w uprawie na kiszonkę. Postępy Nauk Rolniczych, 1, 25-37.
- VAN SOEST P. J., WINE R. H., 1968. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fibre with permanganate. Journal AOAC, 51, 4, 780-785.

## Biological and chemical properties of *Sorghum saccharatum* from the point of view of possibilities of its cultivation in Poland

S. KOZŁOWSKI<sup>1</sup>, W. ZIELEWICZ<sup>1</sup>, R. OLIWA<sup>2</sup>, M. JAKUBOWSKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Grassland Sciences, August Cieszkowski-Agricultural University of Poznań,* <sup>2</sup>*Syngenta Seeds, Warszawa*

### Summary

The goal of the performed experiments was to recognise chemical and biological properties of *Sorghum saccharatum* important from the point of view of its cultivation in the climatic and soil conditions found in the region of Wielkopolska. The material for investigations carried out in years 2004-2005 derived from four cultivation combinations established on the basis of our current knowledge on the subject:

- Combination A – cultivation of sorghum in pure sowing, plant density – 180 000 plants ha<sup>-1</sup>, inter-row spaces – 70 cm, frequency of plants in a row – 7 cm.
- Combination B – Mix-cropping – cultivation of sorghum and maize in mixed sowing, the row arrangement (1:1): sorghum-maize-sorghum-maize, plant density – 90 000 sorghum and 40 000 maize plants ha<sup>-1</sup>, inter-row spaces – 70 cm, frequency of plants in rows: sorghum – 7 cm, maize – 17 cm.
- Combination C – Mix-cropping – cultivation of sorghum and maize in mixed sowing, the row arrangement (2:1): sorghum-sorghum-maize, plant density – 130 000 sorghum and 25 000 maize plants ha<sup>-1</sup>, inter-row spaces – 70 cm, frequency of plants in rows: sorghum – 7 cm, maize – 17 cm.
- Combination D – control combination; cultivation of maize in pure sowing, maize plant density – 90 000 plants/ha, inter-row spaces – 70 cm, frequency of plants in a row – 15 cm.

Fertilisation per hectare was as follows: N – 160 kg, P – 80 kg, K – 170 kg of pure component.

The adopted criteria of assessment of sorghum and maize cultivation included the following wide spectra of biological and chemical properties: shoot height, structure of their organs, the yield of the over ground weight, plant vitality and crude protein, carbohydrate-lignin complex, nitrates, selected mineral components. The results of our investigations show sweet sorghum as an interesting fodder plant. The characteristic features of its chemical composition include: higher level of cellulose and lignin deposition and favourable mineral composition. Sweet sorghum can be treated as a fodder crop complementary for maize. This assessment of sweet sorghum is supported by its high vitality and resistance to difficult soil thermal and moisture content conditions. The applied mixed sowing of sweet sorghum and maize gives good production results. The yield of the shoot over ground weight of sweet sorghum and maize as well as the costs of its production are the decisive factors influencing the decision concerning the choice of the cultivation variant on a given farm.

Recenzent – Reviewer: *Tadeusz Michalski*

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Prof. dr hab. Stanisław Kozłowski

Katedra Łąkarstwa, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

ul. Wojska Polskiego 38/42, 60-627 Poznań

tel. (061) 8487412, fax. (061) 8487424

e-mail: sknardus@au.poznan.pl