

## SESJA IV

### AGROTECHNIKA I WYKORZYSTANIE SORGO

#### SPIS TREŚCI

1. **Jäger F.:** Aktuelle Erfahrungen mit dem Anbau neuer Sorghumhybriden als Energie- und Futterpflanze in Deutschland  
*Aktualne doświadczenia z uprawą nowych odmian sorgo mieszańcowego jako rośliny energetycznej i paszowej w Niemczech*
2. **Bury M., Hury G. i in.:** Plonowanie wybranych odmian sorgo uprawianych na glebie lekkiej w warunkach Niziny Szczecińskiej
3. **Gładysiak S., Góral A. i in.:** Wydajność biomasy kukurydzy i topinamburu w kilku gospodarstwach Wielkopolski w zależności od terminu zbioru
4. **Gołębiowska H., Domaradzki K.:** Powschodowe możliwości eliminacji zachwaszczenia w uprawie sorgo mieszaninami herbicydów
5. **Kaczmarek S., Matysiak K. i in.:** Reakcja sorgo zwyczajnego (*Sorghum vulgare* Perz.) na herbicydy stosowane nalistnie
6. **Michalski T., Kowalik I. i in.:** Porównanie wydajności różnych odmian sorgo
7. **Sowiński J., Szydelko–Rabska E.:** Porównanie plonowania różnych form sorgo w warunkach południowo–zachodniej Polski
8. **Szydelko–Rabska E., Sowiński J. i in.:** Wpływ rodzaju nawozu azotowego na wydajność soku z sorgo cukrowego i jego konwersję do bioetanolu

# **AKTUELLE ERFAHRUNGEN MIT DEM ANBAU NEUER SORGHUMHYBRIDEN ALS ENERGIE- UND FUTTERPFLANZE IN DEUTSCHLAND**

## ***AKTUALNE DOŚWIADCZENIA Z UPRAWĄ NOWYCH ODMIAN SORGA MIESZAŃCOWEGO JAKO ROSLINY ENERGETYCZNEJ I PASZOWEJ W NIEMCZECH***

**Von Friedrich Jäger**  
AgriSem GmbH, Einbeck

### **Einleitung**

Nach Informationen des Deutschen Maiskomitees (DMK) wurde 2011 auf etwa 650.000 ha in Deutschland Silomais angebaut, um die mehr als 6.000 Biogasanlagen mit Biomasse zu versorgen. Auch wenn der Anteil des Maises an der gesamten Ackerfläche in Deutschland von etwa 13% nicht sehr hoch ist, so erreichen in einigen Regionen der Anteile des Maises an der Fruchtfolge kritische Werte.

In Gebieten mit starkem Körnermaisbau, speziell im Südwesten, werden die Pflanzen zunehmend durch den sich ausbreitenden Westlichen Maiswurzelbohrer geschädigt. Folgende Gründe können für den Anbau alternativen Kulturpflanzenarten genannt werden:

- Neue Kulturpflanzenarten können die Biodiversität im Pflanzenbau erhöhen und sinnvolle Ergänzungen in Maisfruchtfolgen sein.
- In Regionen mit zunehmender Sommertrockenheit, können trockenstresstolerante Arten den Pflanzenbau sicherer machen.

Nach 5 – 6 Jahren Forschung und Erfahrungen in der Praxis ist zu erwarten, dass Sorghum als Ganzpflanzensilage für die Biogasproduktion eine größere Bedeutung erhalten wird. In diesem Jahr wird aber auch auf über 1.000 ha Sorghum zur Körnernutzung ausgesät.

Um diese Wärme liebende Pflanze den Wachstumsbedingungen in Nordeuropa anzupassen, ist ein wichtiges Züchtungsziel die Verbesserung der Kälteverträglichkeit.

### **Methan: Zielgröße in der Energiepflanzenproduktion**

Je nach Ausgangssubstrat enthält Biogas aus landwirtschaftlichen Kulturpflanzen etwa 50-55% Methan, das Endprodukt der Fermentation im Biogasreaktor und Treibstoff für die Erzeugung des elektrischen Stroms. Die Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung mit einer Biogasanlage ist also direkt abhängig von der Methanausbeute des eingesetzten Substrates und den Kosten für die Produktion der Biomasse. Diese können einen Anteil von über 50% an den Kosten der Anlage haben. Für die Planung der erforderlichen Energiepflanzenanbaufläche

und die Kalkulation der täglich benötigten Substratmenge sind Informationen über die möglichen Methanerträge deshalb äußerst hilfreich. Diese sind aber nicht nur von der Biomasseleistung der angebauten Kulturpflanze abhängig, sondern auch von der Zusammensetzung der Inhaltsstoffe im Erntegut. Organisches Material mit einem hohen Anteil an Ligninhaltiger Rohfaser hat ein geringeres Methanbildungspotenzial als ein Substrat mit hohen Gehalten an gut verdaulichen Inhaltsstoffen.

Abbildung 1,2. Einfluss der Inhaltsstoffe auf die Methanerträge verschiedener Substrate

Rycina 1,2. Wpływ zawartości włókna surowego i bezazotowych wyciągów w różnych substratach na wydajność metanu

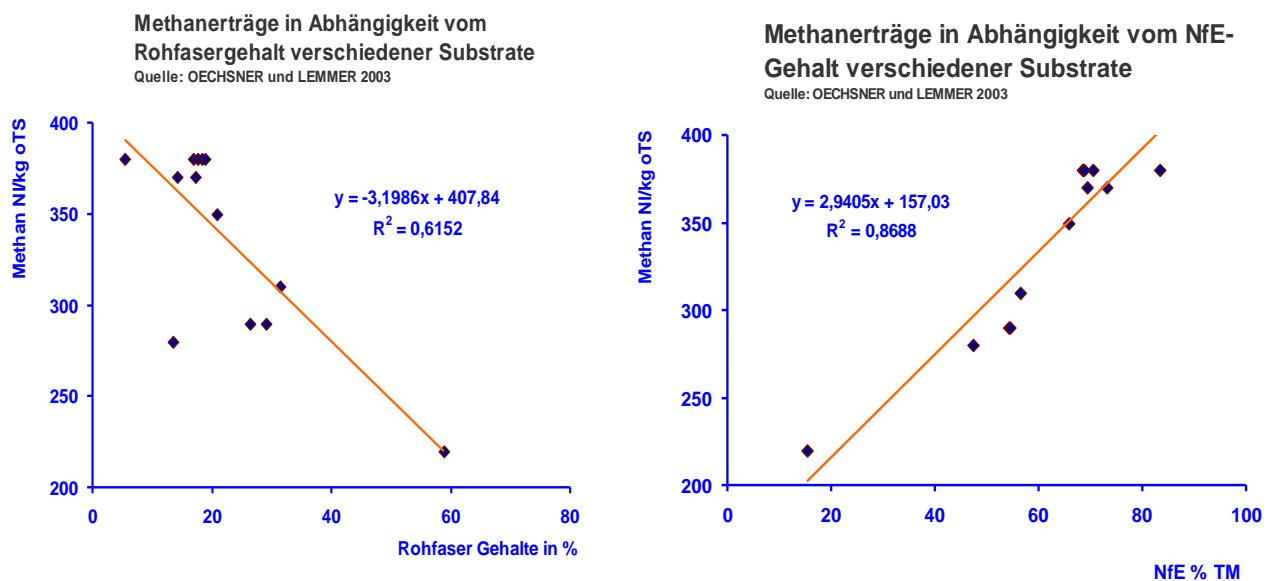
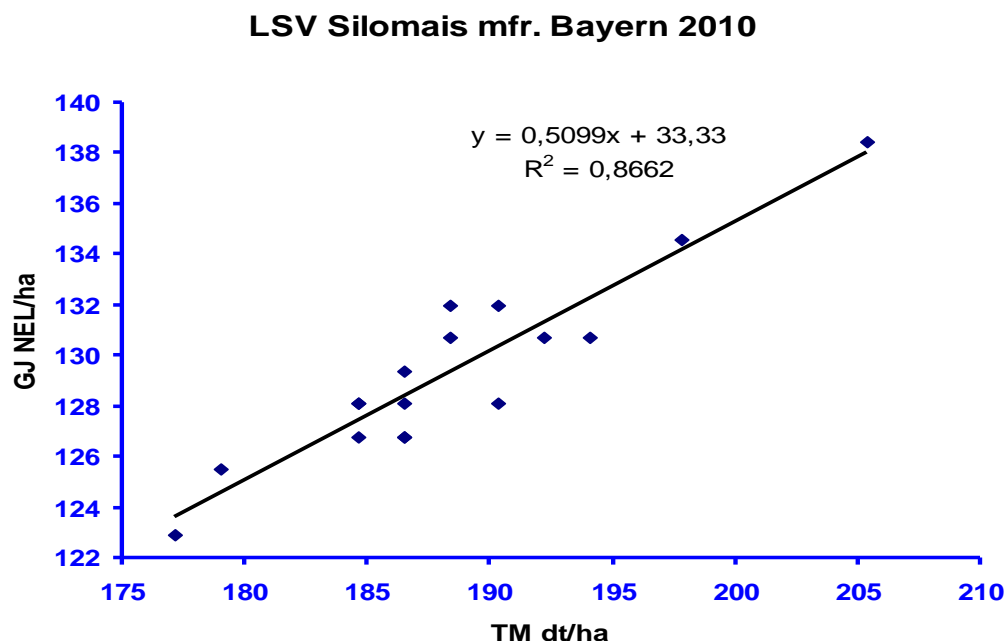


Abbildung 3. Positiver Zusammenhang zwischen Energieerträgen und TM-Erträgen eines Silomais- Prüfsortimentes

Rycina 3. Pozytywna zależność między plonami energii netto a plonem suchej masy w asortymencie badanych odmian kukurydzy



## **Mais, Standardpflanze für die Biogasproduktion**

Silomais ist zurzeit wegen seiner hohen Flächenleistung, der guten Biogasausbeute und der wirtschaftlichen Produktion der am meisten genutzte Rohstoff in über 90% aller Biogasanlagen. Weitere Energiepflanzen wie Getreide und Getreide-Ganzpflanzensilagen werden von etwa 50% der Anlagen verwertet, es folgen Grassilage, CCM, Körnermais und Sonnenblumen.

Bei der Auswahl geeigneter Maissorten für die Biogasproduktion orientiert sich die Praxis überwiegend am Biomassertrag der Sorte/ha. Das ist deshalb sinnvoll, weil die empfohlenen Sorten für den Einsatz in der Tierernährung entwickelt und selektiert wurden und daher wegen ihres hohen Futterwertes auch besonders geeignet sind für die Biogasproduktion.

## **Die Eignung von Sorghum für die Biogasproduktion**

Der Anbau von Sorghum in Deutschland wird aus den folgenden Gründen zunehmen:

- Sorghum ist keine Wirtspflanze für viele Maisschädlinge.
- Sorghum besitzt eine hohe Trockenstresstoleranz.
- Sorghum ist vielseitig in der Nutzung, als Getreide und als silierfähige ganze Pflanze.
- Sorghum kann mit bekannter Anbautechnik produziert werden.

Die heute in der Praxis angebauten Sorghumsorten besitzen jedoch im Unterschied zu Mais eine deutlich größere genetische Streubreite mit entsprechend großen Unterschieden in ihren Leistungs- und Qualitätseigenschaften. Die Beziehung zwischen Biomassertrag und Methanertrag ist daher bei Sorghumgenotypen nicht so eng wie bei Mais. Die im gemeinsamen EU Katalog landwirtschaftlicher Nutzpflanzen enthaltenen Sorghumsorten sind zwar nach ihrer genetischen Herkunft geordnet, es gibt aber keine Hinweise auf den Nutzungstyp einer Sorte. In Ungarn z.B. werden die von den Züchtern zur Wertprüfung angemeldeten neuen Hybriden nach ihrem Futterwert beurteilt und im positiven Fall als Silo- oder Futterhirsesorte zugelassen.

Es ist daher notwendig, dem Energiepflanzenproduzenten nicht nur über Ertragspotenzialen einzelner Sorghumsorten sondern auch über sortenspezifische Qualitätseigenschaften zu informieren.

## **Sortenentwicklung und Sortenbeurteilung**

Die Flächenleistung eines Getreidebestandes, dazu gehören Mais und Sorghum, ist das Produkt aus der Anzahl der Pflanzen/Fläche und der Summe der Erträge an Korn, Blättern

und Stängeln der Einzelpflanzen. Durch die Selektion von Mais-Genotypen mit stärkerem vegetativen Wachstum und späterer Reife kann man den Biomassertrag deutlich steigern. Damit verbunden ist allerdings eine Reduzierung des Kornanteils und des Gehaltes an hoch verdaulicher und leicht fermentierbarer Stärke. Eine Steigerung des Flächenertrages durch eine Anhebung der Bestandesdichte verbietet sich wegen des zunehmenden Lagerrisikos und eines höheren Wasserverbrauchs der hochwüchsigen Pflanzen.

Die in Deutschland zurzeit angebauten und empfohlenen Sorghumsorten sind überwiegend Sorghum bicolor- und S. bicolor x S. sudanense Hybriden. Sie zeichnen sich durch hohe Biomasseleistung mit Pflanzenlängen bis zu 400 cm aus. Viele erreichen nicht das generative Stadium und besonders auf den nicht optimalen Standorten die erforderlichen TS-Gehalte für die Silierung. Reine Sorghum bicolor Sorten erlauben wegen des zunehmenden Lagerrisikos keine Steigerung der Bestandesdichten über 20 – 22 Pfl./m<sup>2</sup>, standfeste Sorten enthalten vergleichsweise hohe Mengen an Lignin.

Die Ergebnisse einer umfangreichen Forschungsarbeit am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I der Universität Gießen, die aktuell veröffentlicht wurden, zeigen die Notwendigkeit, bei der Beurteilung und Empfehlung von Sorghumsorten auf die großen Unterschiede in der Qualität hinzuweisen.

Abb. 4. Einfluss verschiedener Sorten auf die chemische Zusammensetzung in Sorghum Rycina 4. Wpływ różnych odmian na zawartość składników pokarmowych w sorgu

Effect of different cultivars (CV) on protein (XP), sugar (XZ), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent lignin (ADL) and ash (XA) of sorghum in Groß-Gerau Mahmood Athar, 2012									
Sortentyp:	CV	XP % DM	XZ % DM	ADF % DM	NDF % DM	ADL % DM	XA % DM	Biogas IN/kg VS	Methane IN/kg VS
Biomasse	Goliath	6,30	11,20	38.7	58.0	5,30	7,90	519	280
Futtersorghum	Rona-1	7,50	10,70	28,40	50.3	3,10	6,20	721	387
Sudangras	Akklimat	8,00	6,00	36.4	59.6	5,50	8,10	415	232

In Leistungsprüfungen in Baden Württemberg erreichen heute schon die besten EU-Körnerhirsesorten mit Spitzenerträgen von 12 Tonnen/ha (Kornertrag mit 14% Feuchte) das Niveau des Körnermaises in des Landessortenversuchen mit einem 3-jährigen durchschnittlichen Kornertrag von etwa 13 Tonnen/ha. Neue Körnerhirshybriden, die in diesem Jahr die Prüfungen beginnen, sollten ein vergleichbares Ertragspotenzial besitzen.

Aus der Sicht der Futtermittelwerke kann Körnersorghum wegen der Qualität der Inhaltsstoffe als eine wertvolle Komponente in Mischfutterprodukten eingesetzt werden.

Abbildung 5. Nähstoffgehalte von Körnerhirse

Rycina 5. Zawartość składników w ziarnie sorga w porównaniu do zbóż

<b>Nährstoffgehalte von Körnerhirse im Vergleich zu anderen Getreidearten in g/kg Trockenmasse</b>					
Quelle: N. LÜTKE ENTRUP u.a. 2000; Bllg 2009					
<b>Getreide</b>	<b>Rohprotein g/kg TM</b>	<b>Rohfett g/kg TM</b>	<b>Rohfaser g/kg TM</b>	<b>NfE g/kg TM</b>	<b>Stärke g/kg TM</b>
Weizen	138	20	29	794	675
Gerste	125	27	57	764	600
Mais	106	46	26	805	695
Roggen	113	18	28	819	646
Hafer	123	52	113	679	447
<b>Körnerhirse</b>	<b>128</b>	<b>33</b>	<b>27</b>	<b>790</b>	<b>659</b>

Die Steigerung der Gesamtpflanzenenerträge neuer Züchtungen zeigt sich ebenfalls im Vergleich mit den bereits bekannten Sorten. Eine deutlich größere Wuchshöhe in Verbindung mit einer im Vergleich zu Mais 3-mal so hohen Bestandesdichte heben das Niveau auf über 15 t/ha Trockenmasse an.

Abb. 6. Leistungsniveau neuer Sorghum hybrid

Rycina 6. Poziom wydajności nowych mieszańców sorga

<b>Leistungsniveau neuer Sorghumhybriden</b>					
Groß Gerau 2011, GAUDCHAU					
<b>Sorte/Stamm</b>	<b>TM-Ertrag t/ha</b>	<b>TS %</b>	<b>Kornertrag (14%) t/ha</b>	<b>KE/TM t/ha</b>	<b>Pflanzenlänge cm</b>
SC 25-05	15,22	30,6	9,52	62,55	159
SC 57-82	14,39	33,2	8,78	61,01	145
Alfödi *	9,64	35,0	6,41	66,49	82
Emese *	9,62	37,2	6,76	70,27	87

\* = EU Sorte

Die Eigenschaften dieser neuen Sorghumhybriden bringen auch deutliche agronomische Vorteile mit:

- Die höhere Bestandesdichte in Verbindung mit engen Reiheabständen ermöglicht eine gleichmäßigere Verteilung der Pflanzen auf der Fläche.
- Die niedrige Wuchshöhe lässt Pflegearbeiten auch bei fortgeschrittener Entwicklung zu.

Im Vergleich zu überwiegend vegetative wachsenden Sorten erreichen kornbetonte

- Sorghumtypen höhere Trockensubstanzgehalte.
- Probleme bei den Erntearbeiten sind wegen der guten Standfestigkeit so gut wie ausgeschlossen.
- Die sortenspezifische unterschiedliche Färbung der Körner während der Abreife und die überschaubare Höhe des Pflanzenbestandes werden als positiver Beitrag für das Landschaftsbild gesehen.

**Fazit:**

Viele Vorteile dieser bei uns noch nicht heimischen Kulturpflanze lassen sich bereits heute mit den verfügbaren Sorten nutzen. Auf günstigen Standorten kann die Wärmeliebende Sorghumpflanze vergleichbare Erträge und Qualitäten erreichen wie der Mais. Besonders wegen ihrer deutlichen Überlegenheit in den Qualitätseigenschaften werden kornbetonte Sorghumsorten von zunehmend mehr Landwirten für die Biogasproduktion oder für die Körnernutzung angebaut.

Die Entwicklung neuer, kälteverträglicher Sorten könnte in den nächsten Jahren zu einer weiteren Verbreitung beitragen.

**PLONOWANIE WYBRANYCH ODMIAN SORGO (*Sorghum bicolor*)  
UPRAWIANYCH NA GLEBIE LEKKIEJ W WARUNKACH NIZINY  
SZCZECIŃSKIEJ**

***YIELDING OF CHOSEN VARIETIES OF SORGHUM (*Sorghum bicolor*) GROWING  
ON LIGHT SOIL IN CONDITION OF SZCZECIN LOWLAND***

**Marek Bury, Grzegorz Hury, Sławomir Stankowski, Ewa Krzywy-Gawrońska\*,  
Barbara Amroży\*\*, Krzysztof Kuglarz**

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Agronomii,

\*Zakład Rekultywacji i Chemii Środowiska,

\*\*Rolnicza Stacja Doświadczalna w Lipniku,

[marek.bury@zut.edu.pl](mailto:marek.bury@zut.edu.pl)

**WSTĘP**

Sorgo zwyczajne zwane cukrowym (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) należy do najważniejszych roślin zbożowych uprawianych w świecie i zajmuje obecnie 5 miejsce pod względem powierzchni i zbiorów. Wg International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) powierzchnia sorgo w roku 2010 wynosiła ok. 44 mil. Ha, a zbiory – ok. 60 mil Mg<sup>1</sup>. Wykorzystywane jest do produkcji żywności i paszy dla zwierząt (ziarno, zielonka, kiszonka) oraz na cele przemysłowe (do produkcji piwa, alkoholu, cukru, celulozy). Jest rośliną jednoroczną jarą należącą, podobnie jak kukurydza, do roślin szlaku fotosyntezy C4 (o wysokiej wydajności fotosyntezy) i uprawianą na słabych kompleksach glebowych ze względu na małe wymagania glebowe tego gatunku i dużą tolerancję na suszę.<sup>2</sup>

Na Pomorzu Zachodnim przeważają gleby lekkie (gleby piaszczyste) i panują niezbyt korzystne warunki klimatyczne do uprawy kukurydzy. Wg Koźmińskiego i Michalskiej (2000)<sup>3</sup> średnia roczna temperatura powietrza wynosi ok. 8,1<sup>0</sup>C, a roczne opady atmosferyczne w okolicach Stargardu Szczecińskiego wahają się w granicach ok. 500-550 mm. Dominuje zimna i późna wiosna z niskimi temperaturami, zwłaszcza w nocy oraz niezbyt ciepłe lato z częstym zachmurzeniem i opadami. Pomimo takich warunków powierzchnia kukurydzy na cele pastewne, a nawet na ziarno wzrasta, a plony nie odbiegają od plonów uzyskiwanych w innych częściach kraju. Dlatego uprawa innych ciepłolubnych

---

<sup>1</sup> Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) <http://www.icrisat.org/crop-sorghum.htm>

<sup>2</sup> Bury M. i F. Jäger. 2011. Sorghum as a source of renewable energy and new forage crop in Central Europe. [w: Use of biomass in power engineering. Economic and ecological aspects. Edt. Michał Jasiulewicz (monograph)]. Koszalin University of Technology. Wyd. Intro-Druk Koszalin. s. 255-268.

<sup>3</sup> Koźmiński Czesław i Bożena Michalska. Klimatyczna charakterystyka rejonu stacji agrometeorologicznej w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego. Wyd. AR Szczecin 2000



gatunków roślin, takich jak sorgo, w warunkach siedliskowych Niziny Szczecińskiej jest możliwa, zwłaszcza że postęp hodowlany i technologiczny w uprawie tego „nowego” gatunku w Europie w ostatnich latach jest znaczący.

Celem prowadzonych badań była ocena potencjału plonowania wybranych mieszańców trawy sudańskiej i sorgo zwyczajnego w zależności od nawożenia mineralnego azotem w warunkach klimatyczno-glebowych Niziny Szczecińskiej.

## MATERIAŁ I METODYKA

Badania polowe przeprowadzono w 2011 roku w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Lipniku koło Stargardu Szczecińskiego (53°20'36.960"N, 14°58'130.908"E) na lekkiej glebie piaszczystej w warunkach Niziny Szczecińskiej. Doświadczenia eksperymentalne wykonano w celu określenia potencjalnego plonu biomasy 7 odmian mieszańcowych trawy sudańskiej i sorgo cukrowego ((*Sorghum bicolor* (L.) Moench  $\times$  *S. sudanense* (Piper) Stapf), w pracy nazywane jako trawa sudańska) oraz 5 odmian sorgo cukrowego (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), uprawianych na czterech poziomach nawożenia mineralnego azotem (0, 50, 100 i 150 kg N na 1 ha). Zastosowano jednolite nawożenie fosforem i potasem pod całe doświadczenie w zależności od zasobności gleby w przyswajalne formy obu makroskładników. Obiekt kontrolny stanowiła kukurydza energetyczna z hodowli KWS (odmiana Atletico, FAO 280), wysiewana w optymalnym terminie (02.05.2011 r.)<sup>4</sup>. Sorgo cukrowe i trawę sudańską wysiano natomiast dnia 19 maja 2011 r. – ponad dwa tygodnie później. Gatunki te uprawiano na poletkach wielkości 1,5 x 12m w rozstawie rzędów co 35 cm, w czterech powtórzeniach. W trzeciej dekadzie września (21.09.2011 r.) rośliny zostały ścięte i określono plon świeżej masy z każdego poletka i przeliczono średnie plony na 1 ha.

## WYNIKI

Otrzymane plony biomasy obu gatunków sorgo były duże i sięgały do 86 Mg świeżej masy na 1 ha (Tab. 1). Plony odmian mieszańcowych trawy sudańskiej (*Sorghum bicolor*  $\times$  *S. sudanense*) wahały się w granicach od ok. 57 do 75 Mg świeżej masy w zależności od poziomu nawożenia azotem. Plony sorgo cukrowego (*Sorghum bicolor*) były większe i mieściły się w przedziale między 66 a 86 Mg świeżej masy na 1 ha, również w zależności od dawki nawożenia mineralnego azotem. Plon świeżej masy obu gatunków był duży nawet na

---

<sup>4</sup> Badania finansowane przez MNiSW ze środków na naukę w latach 2010-2013 jako projekt badawczy nr N N310 162938 (Wydajność fitomasy sorga i trawy sudańskiej i jej wartość energetyczna oraz specyficzny plon metanu w zależności od nawożenia mineralnego azotem)

objektach bez nawożenia azotowego (ok. 62 Mg·ha<sup>-1</sup>) i sukcesywnie wzrastał w miarę zwiększania dawki nawożenia mineralnego azotem od 50 do 150 kg na 1 ha w zakresie od ok. 69 do ok. 80 Mg na 1 ha (Tab. 1).

U kukurydzy energetycznej, odmiany Atletico, uprawianej w tych samych warunkach glebowych i klimatycznych oraz w dłuższym okresie wegetacji, stwierdzono mniejsze plony świeżej masy niż u trawy sudańskiej i sorgo cukrowego, ale nie we wszystkich wariantach nawozowych. Średnie plony biomasy kukurydzy wynosiły ok. 63 Mg·ha<sup>-1</sup> i wahały się od ok. 51 do 78,5 Mg na 1 ha, w zależności od dawki nawożenia mineralnego azotem (Tab. 1).

Tabela 1. Plon świeżej masy (Mg·ha<sup>-1</sup>) trawy sudańskiej, sorgo cukrowego i kukurydzy w 2011 roku.

Table 1. Fresh mass yield (Mg·ha<sup>-1</sup>) of Sudan grass hybrids, Sorghum and maize in 2011

Gatunek <i>Species</i>	Nawożenie mineralne azotem <i>Mineral N fertilizing [kgN·ha<sup>-1</sup>]</i>				Średnio <i>Average</i>
	0	50	100	150	
Trawa sudańska <i>Sudan grass</i>	57,10	65,97	69,92	75,13	67,03
Sorgo cukrowe <i>Sugar sorghum</i>	66,07	71,56	83,56	85,66	76,71
Średnio dla trawy sudańskiej i sorgo <i>Average for Sudan grass and sorghum</i>	61,58	68,76	76,74	80,39	71,87
Kukurydza <i>Maize</i>	51,13	52,93	67,67	78,50	62,56
Średnio <i>Average</i>	<b>58,10</b>	<b>63,49</b>	<b>73,71</b>	<b>79,76</b>	<b>68,76</b>

Plon biomasy mieszańców trawy sudańskiej (*Sorghum bicolor x sudanense*) zależał od poziomu nawożenia azotem i w porównaniu do plonu świeżej masy kukurydzy był średnio o 7% większy (Tab. 2). Plon mieszańców trawy sudańskiej wzrastał w porównaniu do plonu świeżej masy kukurydzy średnio o 12 % na obiektach bez nawożenia mineralnego azotem i o 25% na obiektach nawożonych najmniejszą dawką azotu, tj. 50 kg na 1 ha. Przy dalszym zwiększaniu dawki nawożenia azotowego do 100 kg N na 1 ha, plon trawy sudańskiej wzrósł tylko o 3% w porównaniu do plonu kukurydzy, a na obiektach nawożonych największą dawką azotu mineralnego (150 kg N na 1 ha) – był nawet mniejszy o 4% od plonu biomasy kukurydzy (Tab. 2).

Natomiast plon świeżej masy sorgo cukrowego (*Sorghum bicolor*) był większy średnio o 23% od plonu kukurydzy i zależał również od zastosowanej dawki nawożenia mineralnego azotem. Plon biomasy sorgo na obiektach kontrolnych był większy o ok. 29% od plonu

kukurydzy. Zwiększając poziom nawożenia mineralnego azotem z 0 do 50 kg N na 1 ha, plon sorgo zwiększał się o ok. 35% w porównaniu do plonu kukurydzy. Dalsze zwiększanie nawożenia mineralnego azotem powodowało, że różnica ta malała z 23% przy 100 kg N do 9% przy 150 kg N na korzyść biomasy z sorga (Tab. 2).

Plon biomasy obu gatunków sorgo (zarówno mieszańców trawy sudańskiej, jak i sorgo cukrowego) z obiektów, gdzie nie stosowano nawożenia mineralnego azotem (0 kg N na 1 ha) był większy od plonu świeżej masy kukurydzy średnio o 20%. Największą różnicę do plonu biomasy kukurydzy uzyskano pod wpływem zastosowania dawki 50 kg N na 1 ha – był on o ok. 30% większy. Natomiast na obiektach, gdzie zastosowano 100 i 150 kg N na 1ha, średni plon świeżej masy trawy sudańskiej i sorgo cukrowego był odpowiednio o ok. 13 i 2% większy niż plon kukurydzy (Tab. 2).

Tabela 2. Porównanie plonu świeżej masy mieszańców trawy sudańskiej i sorgo cukrowego do plonu świeżej masy kukurydzy (%).

Table 2. Fresh mass yield of Sudan grass hybrids and Sorghum in comparison to maize (%).

Gatunek <i>Species</i>	Nawożenie mineralne azotem <i>Mineral N fertilizing [kgN·ha<sup>-1</sup>]</i>				Średnio kukurydza <i>Average Maize</i> = 100
	0	50	100	150	
Kukurydza <i>Maize</i>	100	100	100	100	100
Trawa sudańska <i>Sudan grass</i>	112	125	103	96	107
Sorgo cukrowe <i>Sugar sorghum</i>	129	135	123	109	123
Średnio dla trawy sudan. i sorgo <i>Average for Sudan grass and sorghum</i>	<b>120</b>	<b>130</b>	<b>113</b>	<b>102</b>	<b>115</b>

Uzyskane wyniki wykazały duży pozytywny wpływ nawożenia mineralnego azotem na plon świeżej masy zarówno kukurydzy, jak i trawy sudańskiej oraz sorgo cukrowego (Tab. 3). Niezależnie od gatunku i poziomu nawożenia mineralnego plon biomasy wzrósł o ok. 18% w porównaniu do kontroli bez nawożenia.

Pierwszy poziom nawożenia azotem (50 kg N) spowodował zwiększenie wydajności biomasy wszystkich badanych gatunków w stosunku do kontroli bez nawożenia azotem (0 kg N na 1ha) o ok. 9%. Najsilniej zareagowały na nawożenie mineralne tą dawką azotu odmiany mieszańcowe trawy sudańskiej (o ok. 16%), a najsłabiej kukurydza, odmiany Atletico – o ok. 4%.

Dalsze zwiększenie dawki nawożenia mineralnego azotem z 50 do 100 kg N na 1 ha spowodowało dalszy wzrost świeżej masy plonu, średnio o kolejne 18%, niezależnie od gatunku. Największy wzrost plonu biomasy stwierdzono u kukurydzy – o ok. 28%, a słabszy dla badanych odmian trawy sudańskiej i sorgo cukrowego (o ok. 6% dla trawy sudańskiej i 18% dla sorgo).

Stosując największą dawkę nawożenia azotem (150 kg N) uzyskano znaczny wzrost plonu świeżej masy wszystkich gatunków, o ok. 10%, w porównaniu do dawki 100 kg N·ha<sup>-1</sup>. Stwierdzono różną reakcję poszczególnych gatunków na zwiększenie nawożenia mineralnego azotem: najbardziej reagowała kukurydza, odmiany Atletico – plon zwiększył się o ok. 22%, słabiej sorgo cukrowe – plon wzrósł o ok. 10%, a najslabiej odmiany mieszańcowe trawy sudańskiej, gdzie plon zwiększył się o ok. 6% w porównaniu do dawki 100 kg N·ha<sup>-1</sup>.

Ogólnie plon świeżej masy badanych odmian trawy sudańskiej i sorgo cukrowego po zastosowaniu dawki 150 kgN·ha<sup>-1</sup>, w porównaniu do plonu z obiektu kontrolnego (0 kg N na 1ha), był większy o ok. 31% (Tab. 3).

Tabela 3. Plon świeżej masy kukurydzy, mieszańców trawy sudańskiej i sorgo cukrowego w porównaniu do obiektu kontrolnego bez nawożenia mineralnego azotem (0 N kg·ha<sup>-1</sup>).

*Table 3. Fresh mass yield of maize, Sudan grass hybrids and Sorghum in comparison to control without fertilizing of nitrogen (0 N kg·ha<sup>-1</sup>).*

Gatunek <i>Species</i>	Nawożenie mineralne azotem <i>Mineral N fertilizing [kgN·ha<sup>-1</sup>]</i>				Średnio <i>Average</i> 0 kgN·ha <sup>-1</sup> = 100
	0	50	100	150	
Kukurydza <i>Maize</i>	100	104	132	154	<b>122</b>
Trawa sudańska <i>Sudan grass</i>	100	116	122	132	<b>117</b>
Sorgo cukrowe <i>Sugar sorghum</i>	100	108	126	130	<b>116</b>
Średnio <i>Average</i>	100	109	127	137	<b>118</b>

### PODSUMOWANIE

Uzyskane jednoroczne wyniki wykazały, że trawa sudańska i sorgo cukrowe mogą być uprawiane z powodzeniem na lekkich glebach piaszczystych na Nizinie Szczecińskiej i mogą wzbogacić grupę roślin uprawianych dla celów energetycznych, szczególnie do produkcji kiszonki z przeznaczeniem do produkcji biogazu. Potwierdzają to duże plony świeżej masy

uzyskane w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie w roku 2011.

#### **LITERATURA**

1. Bury Marek i Friedrich Jäger. 2011. Sorghum as a source of renewable energy and new forage crop in Central Europe. [w: Use of biomass in power engineering. Economic and ecological aspects. Edt. Michał Jasiulewicz (monograph)]. Koszalin University of Technology. Wyd. Intro-Druk Koszalin. s. 255-268.
2. Koźmiński Czesław i Bożena Michalska. Klimatyczna charakterystyka rejonu stacji agrometeorologicznej w Lipkach k. Stargardu Szczecińskiego. Wyd. AR Szczecin 2000.
3. Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), <http://www.icrisat.org/crop-sorghum.htm>.

**OCENA BIOMASY KUKURYDZY I TOPINAMBURU W KILKU  
GOSPODARSTWACH WIELKOPOLSKI W ZALEŻNOŚCI OD TERMINU  
ZBIORU**

***EVALUATION OF MAIZE AND TOPIUNAMBOUR BIOMASS IN SEVERAL  
FARMS OF WIELKOPOLSKA DEPENDING ON THE HARVEST DATE***

**Stanisław Gładysiak, Adam Góral, Zbigniew Jankowiak, Mateusz Robak**

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Lesznie, Instytut Rolnictwa

**WSTĘP**

Kukurydza i topinambur (słonecznik bulwiasty) są roślinami dnia krótkiego, o dużym potencjale plonotwórczym i energetycznym. Są to rośliny wszechstronnego użytkowania (na cele jadalne, pasze, surowiec dla przemysłu oraz dla produkcji bioenergii). Kukurydza obecnie w Polsce jest coraz powszechniej uprawiana na paszę ale również stopniowo na substrat do produkcji biogazu.

Topinambur w Polsce jest znany od początku XIX w lecz w uprawie polowej nie zyskał większego znaczenia, chociaż podaje się wiele jego zalet. Wprowadzenie topinamburu do uprawy polowej jako rośliny jednorocznej (np. w zmianowaniu z roślinami paszowymi i energetycznymi) zwiększy udział roślin liściastych w strukturze zasiewu, produkcje zielonej masy na pasze i dla potrzeb biogazowi kłoby mogą być wykorzystane do produkcji etanolu i syropu fruktozowego. Poza tym uprawa topinamburu zapewni efektywniejsze wykorzystanie maszyn i narzędzi używany w uprawie kukurydzy i ziemniaków.

Cele przeprowadzonych badań w trzech gospodarstwach była ocena świeżej i suchej biomasy topinamburu i kukurydzy zbieranych w dwóch terminach z przeznaczeniem na potrzeby żywieniowe i energetyczne.

**METODYKA I WARUNKI DOŚWIADCZEŃ**

W 2010 r. przeprowadzono doświadczenia polowe w trzech gospodarstwach rolnych południowo-zachodniej Wielkopolski (dawne woj. leszczyńskie). Gospodarstwa znajdowały się w gminach: Niechlów (gosp. pierwsze), Gostyń (gosp. drugie), Kobylin (gosp. trzecie).

Doświadczenia przeprowadzono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach, z kukurydzą i topinamburem, w ramach których rozlosowano dwa terminy zbioru (tab.)

Roślina	Gospodarstwo w gminie					
	Niechlów		Gostyń		Kobylin	
	termin zbioru					
	1	2	1	2	1	2
<b>Kukurydza</b>	13.10	26.10	13.10	26.10	12.10	22.10
<b>Topinambur</b>	23.10	5.11	23.10	2.11	23.10	2.11

Rośliny kukurydzy uprawiano w rozstawie 70 x 15 cm (95238/ha roślin), a topinambur 70 x 30 cm (47619/ha roślin). Na poletku bez obsiewki do zbioru było kukurydzy 168 i topinamburu 84 rośliny a pomiary wysokości w okresie wegetacji i strukturę plonu podczas zbioru robiono na 15 roślinach, po pięć kolejnych w trzech miejscach. Na tych samych roślinach podczas zbioru oceniano masę i liczbę kłębów z podziałem na frakcje do 30 g, 30-60 g i powyżej 60 g, a u kukurydzy oceniano masę kolb bez okryw liściowych ich długość i zaziarnienie oraz porażenie głownią kukurydzy. Do określenia suchej masy metodą suszarkową pobierano próby z pędów, kolb z liśami okrywowymi i kłębów.

Doświadczenia prowadzono na glebach klasy bonitacyjnej IIIb – IVa, o pH 6,5-7,2, zasobności w  $P_2O_5$  średniej do wysokiej w  $K_2O$  niskiej do średniej i w Mg niskiej do średniej. Stosowano nawożenie obornikiem w dawce 30 t/ha i mineralne w dawce 70 kg N/ha, 70 kg/ha  $P_2O_5$ , 140 kg/ha  $K_2O$ .

Warunki pogodowe (średnie temperatury powietrza i opady ze Smolic i Dusiny) za okres od kwietnia do października 2010 r. i wielolecie. Średnie temperatury z tego okresu wyniosły 14,3 °C i 14,5°C i były wyższe od średnich wieloletnich o 0,4 °C i 0,7 °C a suma opadów 474 mm i 505 mm była wyższa od wieloletnich o 120 mm i 126 mm. Niedobory opadów w miesiącu październiku wyniosły 72% i 75% a w czerwcu 45% i 70%. W bardzo mokrym miesiącu maju (177,7 mm w Smolicach) były kilkudniowe podmoknięcia, na kilku poletkach kukurydzy i topinamburu w gospodarstwie trzecim.

Materiałem siewnym kukurydzy była odmiana mieszańcowa ‘Ceplan’ firmy Oseva o dobrych możliwościach wykorzystania na kiszonkę i ziarno oraz sadzeniaki topinamburu ‘Rubik’.

Ziarno sadzono na głębokość 5 cm a sadzeniaki o masie 58-70 g (2,76 – 3,33 t/ha) sadzono na głębokość 10-12 cm po uformowaniu redlin. Zabiegi spulchniające glebę i zwalczające chwasty wykonywano ręcznie do czasu zakrycia przez rośliny międzyrzędzi. Plony świeżej i suchej masy zostały poddane ocenie statystycznej.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Od pierwszego pomiaru wysokości roślin w gospodarstwach (27.05 – 7.06) w odstępach 14-to dniowych topinambur rósł do zbiorów, a kukurydza kończyła wzrost przed pierwszym terminem zbiorów (23.08 – 16.09). Największą dynamikę wzrostu topinamburu (3,6 – 5,6 cm na dzień) stwierdzono w czasie 25-41 dni (21.06-22.08) a kukurydzy (4,4-7,0 cm/dzień) w czasie 28-31 dni (21.06-25.07). Wysokość roślin w gospodarstwach podczas zbiorów wyniosła kukurydzy 231-259 cm a topinamburu 288-358 cm.

Tabela 1. Plon świeżej masy kukurydzy w zależności od gospodarstwa i terminu zbioru (t/ha)

*Table. 1. Fresh weight yield of maize depending on the farm and harvest date (t/ha)*

Gospodarstwo	Termin 1	Termin 2	Średnio	NIR dla porównania:	
<b>Pędy</b>					
1	49,5	35,4	42,5	gospodarstw	3,09
2	60,3	40,6	50,5	terminów	2,04
3	37,7	33,1	35,4	interakcji	5,55
Średnio	49,2	36,4			
<b>Kolby</b>					
1	26,7	23,7	25,2	gospodarstw	0,75
2	26,6	22,7	24,6	terminów	0,50
3	19,8	18,2	19,0	interakcji	r.n.
Średnio	24,4	21,5			
<b>Razem</b>					
1	76,3	59,1	67,7	gospodarstw	3,63
2	86,9	63,3	75,1	terminów	2,40
3	57,6	51,3	54,4	interakcji	6,54
Średnio	73,6	57,9			



Tabela 2. Plon świeżej masy topinamburu w zależności od gospodarstwa i terminu zbioru (t/ha)

Table. 2. Fresh weight yield of topinambour depending on the farm and harvest date (t/ha)

Gospodarstwo	Termin 1	Termin 2	Średnio	NIR dla porównania:	
<b>Pędy</b>					
1	73,8	53,7	63,7	gospodarstw	3,16
2	72,6	41,6	57,1	terminów	2,09
3	68,3	54,5	61,4	interakcji	r.n.
Średnio	71,6	49,9			
<b>Kłębby</b>					
1	45,3	52,4	48,9	gospodarstw	3,29
2	34,7	39,2	37,0	terminów	r.n.
3	47,4	48,4	47,9	interakcji	r.n.
Średnio	42,5	46,7			
<b>Razem</b>					
1	119,1	106,1	112,6	gospodarstw	6,08
2	107,3	80,9	94,1	terminów	4,02
3	115,8	102,9	109,3	interakcji	r.n.
Średnio	114,1	96,6			

Przedłużenie wegetacji (terminy zbioru) spowodowało spadek plonu łącznego świeżej masy pędów i kolb kukurydzy, średnio dla gospodarstw o 15,7 t/ha tj. o 21,3% (tab. 1). Ta sama zależność spowodowała spadek plonu łącznego pędów i kłębów topinamburu o 15,3% co było wynikiem spadku plonu pędów o 30,3% i wzrostu plonu kłębów o 9,9% (tab. 2). Wyższy plon kłębów w drugim terminie zbiorów był wynikiem wzrostu masy kłębów o 2,9 g, a w strukturze plonu zwiększał się głównie udział kłębów o masie 30-60 g kosztem kłębów o masie do 30 g. W plonie kolb średnio dla gospodarstw okrywy liściowe stanowiły 8,8%, długość kolby wynosiła 19,8 cm, przy zaziarnieniu 91% długości a porażenie główką kukurydzy wyniosło w gospodarstwach 2 i 3 odpowiednio w pierwszym terminie zbioru 3,3% i 2,2% a w drugim terminie 8,3% i 5,8%.

Tabela 3. Zawartość suchej masy (%) w roślinach kukurydzy i topinamburu w zależności od gospodarstwa i terminu zbioru

*Table. 3. Dry matter content (%) in maize and topinambour plants depending on farm and harvest date*

Termin zbioru	Kukurydza			Topinambur	
	pędy	kolby	pędy + kolby	pędy	kłęby
Gospodarstwo 1					
1	17,4	63,5	33,6	20,2	25,1
2	24,7	67,8	42,0	29,6	23,9
Gospodarstwo 2					
1	19,0	62,0	32,2	21,0	24,0
2	28,0	68,0	42,3	26,0	20,4
Gospodarstwo 3					
1	22,1	60,6	35,4	26,5	20,6
2	32,3	62,3	43,0	29,9	23,1

Plon suchej masy w zależności od badanych czynników (gospodarstwa i terminy zbiorów) silnie różnicowały plon świeżej masy i zawartość suchej masy w ocenianych częściach roślin.

Przedłużenie wegetacji powodowało wzrost zawartości suchej masy niezależnie od gospodarstwa, w pędach i kolbach kukurydzy oraz pędach i kłębach (gospodarstwo 3) topinamburu (tab. 3).

Tabela 4. Plon suchej masy kukurydzy w zależności od gospodarstwa i terminu zbioru (t/ha)

Table. 4. Dry weight yield of maize depending on the farm and harvest date (t/ha)

Gospodarstwo	Termin 1	Termin 2	Średnio	NIR dla porównania:	
Pędy					
1	8,6	8,7	8,7	gospodarstw	0,81
2	11,5	11,4	11,4	terminów	r.n.
3	8,3	10,8	9,6	interakcji	r.n.
Średnio	9,5	10,3			
Kolby					
1	17,0	16,1	16,5	gospodarstw	0,49
2	16,5	15,4	15,9	terminów	0,32
3	12,0	11,3	11,7	interakcji	r.n.
Średnio	15,2	14,3			
Razem					
1	25,6	24,8	25,2	gospodarstw	1,19
2	27,9	26,8	27,4	terminów	r.n.
3	20,4	22,1	21,2	interakcji	r.n.
Średnio	24,6	24,6			

Tabela 5. Plon suchej masy topinamburu w zależności od gospodarstwa i terminu zbioru (t/ha)

*Table. 5. Dry weight yield of topinambour depending on the farm and harvest date (t/ha)*

Gospodarstwo	Termin 1	Termin 2	Średnio	NIR dla porównania:	
<b>Pędy</b>					
1	14,9	15,9	15,4	gospodarstw	1,17
2	15,2	10,8	13,0	terminów	0,78
3	18,1	16,4	17,2	interakcji	2,11
Średnio	16,1	14,4			
<b>Kłęby</b>					
1	11,4	12,5	12,0	gospodarstw	0,84
2	8,3	8,0	8,2	terminów	r.n.
3	9,8	11,2	10,5	interakcji	r.n.
Średnio	9,8	10,6			
<b>Razem</b>					
1	26,3	28,4	27,4	gospodarstw	1,86
2	23,6	18,8	21,2	terminów	r.n.
3	27,8	27,5	27,7	interakcji	r.n.
Średnio	25,9	24,9			

Plon suchej masy oddzielnie pędów oraz łączny pędów i kolb kukurydzy uzyskano najwyższy w gospodarstwie drugim odpowiednio 11,4 t/ha i 27,4 t/ha a kolb w gospodarstwie pierwszym (tab. 4). Terminy zbioru różnicowały tylko plon kolb, który był wyższy w pierwszym o 0,9 t/ha tj. o 6,3%. Plon suchej masy łącznie pędów i kłębów topinamburu zebrano najwyższy w gospodarstwach 1 i 3 odpowiednio 27,7 i 27,4 t/ha a kłębów w gospodarstwie pierwszym (tab. 5). Wyższy plon pędów w pierwszym terminie zbioru był spowodowany wzrostem tylko w gospodarstwie drugim i trzecim.

Plon suchej biomasy średnio dla gospodarstw i terminów zbioru wyniósł dla kukurydzy 24,6 t/ha a dla topinamburu 25,4 t/ha. Natomiast kolby stanowiły 60% a kłęby 40,2% plonu całkowitego.

W uprawie kukurydzy kiszonkowej czynnikiem silnie wpływającym na wartość surowca jest termin zbioru, decydujący o zawartości i strukturze plonu suchej masy (Michalski 1997). Zielonka przeznaczona do zakiszania powinna zawierać 30-35% suchej masy i udział kolb w suchej masie rośliny 45-55% ( Podkówka W., Podkówka Z. 2004).

Tym parametrom odpowiada odmiana 'Ceplan' zbierana w pierwszym terminie, zawierająca w zależności od gospodarstwa 32,2- 35,4% suchej masy, a udział kolb w plonie suchej masy wynosił 58,8- 66,4%. Plon suchej masy całych roślin kukurydzy w pierwszym terminie zbioru w zależności od gospodarstw wynosił 20,4- 27,9 t/ha i był on wyższy od plonów z doświadczeń porejestrowych w 2010 roku ( 15 odmian w 19 punktach), który średnio wyniósł 17,03 t/ha ( Kurczych 2011).

Rośliny topinamburu odmiany 'Rubik' w innych badaniach osiągały wysokość 149-291cm (Góral 1999, Prośba-Białczyk 2007). Plon świeżej masy pędów wynosił 40-50t/ha (Góral 1999, Sawicka i in. 2009), kłębów 30,8-49,9t/ha (Góral 1999, Prośba-Białczyk i in.2007). Natomiast zawartość suchej masy w pędach 21,2-33% (Gładysiak i in. 2008, Sawicka i in. 2009) i w kłębach 21,3-24,4 (Prośba-Białczyk 2007, Gładysiak i in. 2008, Sawicka i in.2009). Plon suchej masy pędów 8,5t/ha stwierdzono w badaniach Sawickiej i innych 2009 i kłębów 6-9,8t/ha w badaniach Sawickiej i innych 2009, oraz Prośby-Białczyk 2007. Wg Sawickiej i in. 2009 z średniego plonu suchej masy pędów 8,53t/ha odmiany 'Rubik' można otrzymać 4689m<sup>3</sup>/ha biometanu o wartości opałowej 153GJ/ha.

Przedłużenie wegetacji w październiku o 21 dni zmniejszało plon świeżej masy pędów o 12,2% i zwiększało plon kłębów o 26,8% (Gładysiak i in. 2008). Zielonka topinamburu zbierana od 1.09-1.11 nawet częściowo podsuszona dobrze się kisiła i dawała dobrą paszę (Tabin i Woźnica 1959).

## WNIOSKI

Wysokość roślin w zależności od gospodarstwa wynosiła odmiany mieszańcowej kukurydzy 'Ceplan' 231-259cm, odmiany topinamburu 'Rubik' 288-358cm.

Przedłużenie wegetacji roślin kukurydzy i topinamburu o 10-13 dni powodowało:

u kukurydzy spadek plonu łącznego świeżej masy pędów i kolb z liśćmi okrywowymi o 21,3%, u topinamburu spadek plonu pędów o 30,3%,

wzrost zawartości suchej masy w pędach i kolbach z liśćmi okrywowymi kukurydzy, oraz pędach i kłębach (gospodarstwo 3) topinamburu,

u kukurydzy spadek plonu suchej masy kolb o 6% a u topinamburu spadek plonu pędów o 10,6%,

Między gospodarstwami stwierdzono różnice w plonie świeżej i suchej masy poszczególnych części roślin a także w zawartości suchej masy.

## LITERATURA

1. Gładysiak S., Maćkowska M., Pluta K., Ptaszyńska P., Rejek D., Skoczylas M., Staniszczyk B., Strzłkowski P., Tomczak B., Wasyluk J., Witkowska J., „Topinambur, roślina o dużym potencjale plonotwórczym i energetycznym, w: Zrównoważone gospodarowanie energią i odpadami w aspekcie zmian klimatu” Ogólnopolska konferencja naukowa U.P. Poznań 24-25 04 2008.
2. Góral S. 1999 Wartość użytkowa topinamburu (*Helianthus tuberosus L.*). Zesz.Probl. PNR z.468: 89-94.
3. Kurczych Z. 2011. Wyniki doświadczeń porejestrowych: w 2011 roku, w: Kukurydza nowe perspektywy. Wyd. Biznes Press Sp. z.o.o Warszawa.
4. Michalski T. 1997: Wartość pastewna plonów kukurydzy w zależności od sposobu i terminu zbioru. Zesz. Probl. PNR z.450:133-162
5. Podkówka W., Podkówka Z. 2004. Technologie produkcji kiszonki z całych roślin kukurydzy i jej wykorzystanie w żywieniu zwierząt, w: Technologia produkcji kukurydzy. Wydawnictwo „Wieś Jutra”.
6. Prośba-Białczyk U. 2007. Produkcyjność topinamburu (*Helianthus tuberosus L.*) uprawianego bez nawożenia. Fragm.Agronomica (XXIV) nr 4 (96): 106-111.
7. Sawicka B., Skiba D., Michałek W. 2009. Słonecznik bulwiasty jako alternatywne źródło biomasy na Lubelszczyźnie. Zesz.Probl. PNR z.542: 465-479.
8. Tabin S., Woźnica J. 1959. Wartość pastewna zielonej masy bulwy (*Helianthus tuberosus L.*) i kiszonek z niej sporządzonych . Zesz. Probl. PNR z.21, PWRiL. Warszawa.

# WPLYW RODZAJU AZOTU NAWOZOWEGO NA WYDAJNOŚĆ SOKU Z SORGA CUKROWEGO I JEGO KONWERSJĘ DO BIOETANOLU

## *EFFECT OF NITROGEN FERTILIZER ON JUICE YIELD FROM SORGHUM AND CONVERSION TO BIOETHANOL*

Ewelina Szydelko-Rabska<sup>1</sup>, Józef Sowiński<sup>1</sup>, Joanna Chmielewska<sup>2</sup>,  
Joanna Kawa-Rygielska<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, UP we Wrocławiu

<sup>2</sup> Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, UP we Wrocławiu

### WSTĘP

W ostatnich latach prowadzone są intensywne badania dotyczące pozyskiwania energii z odnawialnych źródeł, na przykład z biomasy roślinnej do produkcji etanolu. Doniesienia literatury światowej świadczą o dużej przydatności sorga cukrowego. Zaletami predysponującymi do uprawy tego gatunku na cele bioenergetyczne są: wysoka zawartość cukrów fermentujących, dobra adaptacja do warunków klimatycznych, małe potrzeby wodne i pokarmowe, niższe nakłady energetyczne na produkcję i zbiór niż u innych roślin cukrodajnych a przede wszystkim wysoka wydajność etanolu ( $3,1-5,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ).

Zawartość soku waha się od 700 do 800  $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$  świeżej masy łodyg, a z tego 16-18% stanowią cukry fermentujące, najwięcej jest sacharozy, fruktozy i glukozy. Na proces fermentacji etanolowej wpływają: temperatura, pH, początkowa zawartość cukrów i stosunek masy unieruchomionych drożdży do masy roztworu fermentacyjnego. Najważniejszym parametrem określającym jakość soku są: zawartość ekstraktu, sacharozy i cukrów redukujących.

### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków, w 2011 roku na glebie lekkiej należącej do V klasy bonitacyjnej, na polach należących od KSUR Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Czynnikiem zmiennym był rodzaj nawozu (chlerek amonu, saletra wapniowa, saletra amonowa, siarczan amonu, mocznik, mocznik o spowolnionym działaniu - Meister) - kontrolę stanowił obiekt bez nawożenia. Przed siewem zastosowano nawozy  $70 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  w postaci superfosfatu potrójnego,  $120 \text{ K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  w formie soli potasowej i azotowe według schematu doświadczenia w dawce  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Nasiona odmiany Sucrosorgo 304 wysiano w pierwszej dekadzie maja w ilości 20 ziarniaków  $\cdot \text{m}^{-2}$ . Rośliny zebrane w fazie dojrzałości mleczno-woskowej ziarna, rozdrobniono a następnie na prasie tłokowej, pod ciśnieniem 30 barów wyciśnięto sok, który poddano procesowi okresowej

fermentacji przez drożdże gorzelnicze *Saccharomyces cerevisiae* Ethanol Red ( $2 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) w temperaturze  $30^{\circ}\text{C}$ .. Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji w programie Statistica 9. Przedziały ufności testowano testem Duncana na poziomie istotności ( $\alpha=0,05$ ).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Istotnie najwięcej soku ( $24690 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) uzyskano z roślin nawożonych siarczanem amonu, o 25% niższą wydajność soku stwierdzono gdy sorga nie nawożono azotem. Poornima i in. (2008) z roślin nawożonych uzyskali  $13070$ , a nienawożonych  $9370 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$  a zawartość ekstraktu wynosiła odpowiednio 16,48 i 13,42% wag. W badaniach własnych najwyższą zawartością ekstraktu (14,6% wag.) oraz wydajnością 100% etanolu ( $64,0 \text{ dm}^{-3} \cdot \text{t}^{-1}$  soku) charakteryzował się sok pozyskany z roślin nawożonych saletrą wapniową. Ratnavathi in. (2010) podają, że w zależności od odmiany ekstrahowany sok stanowił od 39,7 do 47,6% biomasy, a jego wydajność wahała się od 20,56 do  $34,36 \text{ m}^{-3} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W badaniach Holou i Stevens (2011) ilość uzyskanego etanolu z soku sorga cukrowego wynosiła od 1,57 do  $4,50 \text{ m}^{-3} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Davila-Gomez i in. (2011) podają, że w zależności od odmiany zawartość ekstraktu wynosiła od 10,1 do 13,2% wag., a wydajność etanolu od 35,78 do  $56,36 \text{ ml} \cdot \text{l}^{-1}$  soku.

## LITERATURA

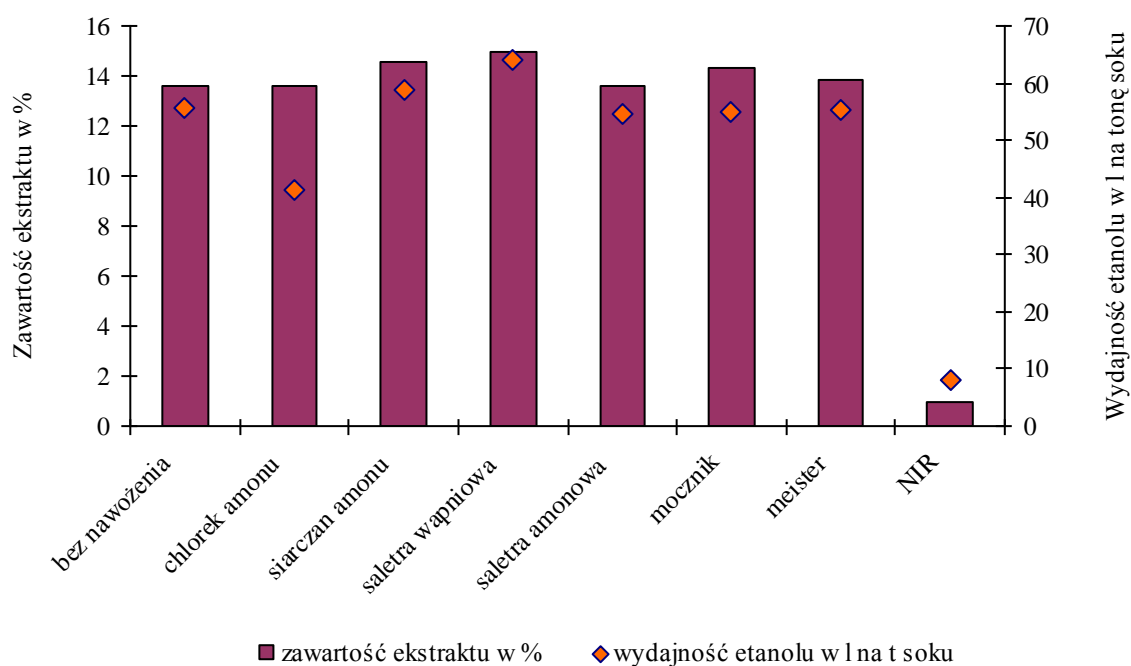
1. Davila-Gomez F., Chuch-Hernandez C., Perez-Carrillo E., Rooney W., Serna-Saldivar S. 2011. Evaluation of bioethanol production from FIDE different varieties of sweet and forage sorghums (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Ind. Crop.Prod. 33: 611-616.
2. Holou R., Stevens G. 2011. Juice, sugar, and bagasse response of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. M81E) to N fertilization and soil type. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1757-1707.2011.01126.x/full>
3. Poornima S., Geethalakshmi V., Leelamathi M. 2008. Sowing dates and nitrogen levels an yield and juice quality of sweet sorghum. Res. J. Agric.Biol. Sci.. 4(6): 651-654. skrót nazwy czasopisma
4. Ratnavathi C., Suresh K., Vijay Kumar B., Pallavi M., Komala V., Seetharama N. 2010. Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice. Biomass Bioenerg..34: 947-952.



Tabela 1. Wydajność soku ( $t \cdot ha^{-1}$ ) i etanolu ( $dm^{-3}$  100% etanolu  $\cdot ha^{-1}$ ) w zależności od zastosowanego nawozu

Table 1. Juice yield ( $t \cdot ha^{-1}$ ) and ethanol yield ( $dm^{-3}$  100% ethanol  $\cdot ha^{-1}$ ) depending on fertilizer

Wariant	Wydajność soku ( $t \cdot ha^{-1}$ )	Wydajność etanolu ( $dm^{-3}$ 100% etanolu $\cdot ha^{-1}$ )
Bez nawożenia	18,4	1027,2
Chlorek amonu	20,6	850,3
Siarczan amonu	24,7	1456,4
Saletra wapniowa	23,5	1503,1
Saletra amonowa	22,9	1250,2
Mocznik	21,9	1203,0
Meister	22,4	1232,8
NIR $\alpha=0,05$	2,5	203,5



Rys. 1. Zawartość ekstraktu (% wag.) i wydajność etanolu ( $dm^{-3}$  100% etanolu  $\cdot t^{-1}$  soku) w zależności od zastosowanego nawozu

Fig 1. Extract content (% of weight) and ethanol production ( $dm^{-3}$  100% ethanol  $\cdot ha^{-1}$ ) depending on fertilizer type

## **POWSCHODOWE MOŻLIWOŚCI ELIMINACJI ZACHWASZCZENIA W UPRAWIE SORGO MIESZANINAMI HERBICYDÓW**

### ***ELIMINATE THE POSSIBILITY OF POST-EMERGENCE WEED CONTROL IN THE CULTIVATION OF SORGHUM OF HERBICIDE MIXTURES***

**Hanna Gołębiowska, Krzysztof Domaradzki**

Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Oddział Wrocław

Uprawy małoobszarowe stanowią marginalną pozycją w strukturze zasiewów. Dlatego też producenci środków ochrony roślin nie są zainteresowani ponoszeniem nakładów na opracowywanie i rozwój systemów ochrony tej grupy upraw. Obecnie obowiązuje nowe Rozporządzenie UE 1107/2009 dotyczące wprowadzania do obrotu i stosowania środków ochrony roślin oraz nadzór nad ich stosowaniem i obrotem. Ten akt prawny przewiduje możliwość ubiegania się o zezwolenie na stosowanie środka ochrony roślin w innych uprawach niż te, wskazane w etykiecie - instrukcji stosowania. Rozwiązanie takie pozwala na rejestrację środków ochrony roślin przeznaczonych dla upraw małoobszarowych, jeżeli przedłożono wymaganą dokumentację uzasadniającą rozszerzenie stosowania, w szczególności dotyczące poziomu pozostałości oraz dane dotyczące oceny ryzyka dla użytkowników, pracowników i osób postronnych. To tzw. zezwolenie pozaetykietowe może zapewnić, że nie dojdzie do zagrożenia różnorodności upraw w rolnictwie i ogrodnictwie z powodu niedostępności środków ochrony roślin oraz pozwala rozwinąć uprawy roślin, które mogą stanowić cenne ogniwo w płodozmianach, mogą chronić glebę przed erozją i działać na nią fitosanitarnie, a także korzystnie wpływać na bioróżnorodność upraw.

Uzyskane wyniki przydatności niektórych herbicydów stosowanych w zbożach, buraku czy rzepaku do niszczenia chwastów występujących w uprawach prosa, gryki, czy gorczycy wsazują możliwość badania środków stosowanych w kukurydzy z wykorzystaniem ich w ochronie sorga, kolejnej uprawy małoobszarowej.

W hali wegetacyjnej Zakładu Herbologii i Technik Uprawy Roli IUNG PIB we Wrocławiu przed założeniem doświadczeń polowych w 2009 roku wykonano trzy serie testów biologicznych w warunkach o kontrolowanym poziomie wilgotności gleby, powietrza i temperatury. Ich celem była możliwość wykorzystania herbicydów i ich mieszanin zalecanych w kukurydzy do zastosowania w sorgo użytych jednorazowo lub metodą dawek dzielonych. Na podstawie ubytku świeżej masy pomiędzy obiektami traktowanymi herbicydami, a obiektem kontrolnym (bez użycia herbicydu) określono wpływ

fitotoksycznego oddziaływanie badanych środków na odmianę sorga RONA 1. Na podstawie wyników badań uzyskanych z przeprowadzonych testów wybrano po 8 kombinacji herbicydowych w celu oceny ich selektywności i skuteczności działania w warunkach doświadczeń polowych.

Doświadczenia polowe były zakładane metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach w cyklu trzyletnim, na polach gospodarstw w okolicach Wrocławia na czarnej ziemi wrocławskiej zakwalifikowanej do I kompleksu przydatności rolniczej, o zawartości próchnicy 3,6% i pH 6,3 oraz w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB Jelcz-Laskowice, na glebach brunatnych.

Istotną cechą sorga jest wydajna fotosynteza, która przebiega tzw. torem C4, dając w warunkach ciepłego lata i dostatecznej ilości wody, znacznie większy przyrost biomasy niż tradycyjne rośliny uprawne jak pszenica czy rzepak (rośliny toru C3). Tak jak inne zboża sorgo jest paszą energetyczną ponieważ posiada wysoką zawartość skrobi podobną do kukurydzy (około 73% s.m.), zawiera do 13% białka, tłuszczu - 3,6% s.m oraz witaminy z grupy B.

Warunki klimatyczne Polski spełniają wymagania sorga, które potrzebuje od momentu siewu do zbioru ziarna o wilgotności 25% sumy efektywnych temperatur od 1600 do 1900 C. Sorgo wykazuje mniejsze wymagania glebowe, większą odporność na zasolenie w porównaniu z kukurydzą, a dzięki lepiej rozwiniętemu systemowi korzeniowemu również na niską zawartość wody w glebie, jednak w okresie kwitnienia jest dość wrażliwe na herbicydy.

Herbicydy o wysokiej selektywności i skuteczności działania zarejestrowane do uprawy kukurydzy okazały się mniej bezpieczne w uprawie sorga zwyczajnego. Stosowane przedwschodowo w wielu przypadkach hamowały kiełkowanie, ograniczały wschody, a stosowane powschodowo wywoływały trwałe deformacje roślin (Boreal 58 WG, Guardian Max 840 EC, Adengo 315 SC). Wyniki oceny selektywności i skuteczności wybranych do doświadczeń polowych preparatów wskazują, że przed i po wschodach można bezpiecznie stosować Chwastox Turbo 340 SL w dawce 2 l/ha oraz krótko po wschodach Mocarz 75 WG + Atpolan 80 EC w dawce 0,2 kg + 1,5 l/ha, a w późniejszym terminie również herbicyd Laudis 44 OD w dawce 2,25 l/ha. Herbicydy te jednak nie były w pełni skuteczne w niszczeniu gatunków jednoliściennych licznie występujących na stanowisku gleb płowych, natomiast dwuliścienne z dużym udziałem *Chenopodium album*, *Solanum nigrum* czy *Viola arvensis* eliminowały w zadowalającym stopniu. Herbicyd Mocarz 75 WG + Atpolan 80 EC okazał się najbardziej przydatny do regulacji zbiorowiska chwastów jedno i dwuliściennych w

uprawie sorga zwyczajnego na obu stanowiskach glebowych, i nie oddziaływał fitotoksycznie na roślinę uprawną.

## **REAKCJA SORGA ZWYCZAJNEGO (SORGHUM VULGARE PERZ.) NA HERBICYDY STOSOWANE NALISTNIE**

### ***RESPONSE OF SORGHUM VULGARE PERZ. ON POSTEMERGENCE HERBICIDES***

**Sylwia Kaczmarek, Kinga Matysiak, Roman Kierzek, Roman Krawczyk**

Zakład Herbologii i Techniki Ochrony Roślin

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

W latach 2010 – 2011 w Instytucie Ochrony Roślin – PIB wykonano ściśle doświadczenia polowe, które miały na celu określenie przydatności wybranych herbicydów w uprawie sorga zwyczajnego odmiany Sucrosorgo 505. Badania w uprawie sorga podjęto z uwagi na fakt, że jest to roślina małoobszarowa, dla której w Polsce nie ma zarejestrowanych środków ochrony roślin. W związku z pojawiającym się pogorszeniem warunków wilgotnościowych w naszym kraju sorgo coraz częściej uprawiane jest w mieszance z kukurydzą, jednak nie wszystkie herbicydy aplikowane w kukurydzy mogą okazać się bezpieczne również dla sorga zwyczajnego.

Doświadczenia założono na poletkach o powierzchni 16,5 m<sup>2</sup>, w czterech powtórzeniach w układzie bloków losowanych, na terenie Polowej Stacji Doświadczalnej w Winnej Górze, mieszczącej się około 60 kilometrów na południowy wschód od Poznania. W badaniach zastosowano następujące kombinacje substancji aktywnych: bromoksynil + terbutylazyna w dawce 1,8 l/ha, bromoksynil + terbutylazyna w dawce 1,0 l/ha + mezotrion w dawce 1,0 l/ha, terbutylazyna + mezotrion + s-metolachlor w dawce 3,0 l/ha, s-metolachlor + mezotrion w dawce 2,0 l/ha, mezotrion + terbutylazyna w dawce 1,25 l/ha, fluroksypyr w dawce 1,0 l/ha + mezotrion w dawce 1,0 l/ha. Wszystkie herbicydy aplikowano nalistnie, w fazie 3-4 liści rośliny uprawnej. Do zabiegów wykorzystano ciśnieniowy opryskiwacz plecakowy Gloria o pojemności 4 l, wydatku cieczy roboczej 200 l/ha, z rozpylaczami typu Tee Jet 110 03 XR.

Oceny wrażliwości roślin sorga zwyczajnego na zastosowane herbicydy przeprowadzono na podstawie wykonanych przed zbiorem sorga analiz: obsady roślin i świeżej masy roślin na poletku oraz wysokości roślin (średnia z 15 roślin z poletka). Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej dla doświadczeń jednoczynnikowych metodą analizy wariancji na poziomie istotności  $\alpha \leq 0,05$ . W trakcie wegetacji rośliny uprawnej (3-4 tygodnie po zabiegu) oceniano wizualnie skuteczność chwastobójczą herbicydów, szacując stan i liczbę chwastów w poszczególnych obiektach doświadczalnych w porównaniu do obiektów kontrolnych. Na

każdym poletku kontrolnym w obrębie ramki o wymiarach 25 x 50 cm umieszczonej w czterech losowo wybranych miejscach policzono wszystkie znajdujące się chwasty z podziałem na gatunki. Na podstawie wykonanych obserwacji można stwierdzić, że każda w następstwie stosowanych kombinacji substancji aktywnych herbicydów odnotowano istotny przyrost świeżej masy sorga zwyczajnego. Ponadto, na podstawie wykonanych analiz świeżej masy, obsady oraz wysokości roślin sorga można stwierdzić, że najkorzystniejszy wpływ na roślinę uprawną wykazano dla kombinacji: bromoksynil + terbutylazyna, terbutylazyna + mezotrion + s-metolachlor oraz s-metolachlor + mezotrion.

## **PORÓWNANIE WYDAJNOŚCI RÓŻNYCH ODMIAN SORGO**

### ***COMPARING THE EFFICIENCY OF DIFFERENT VARIETIES OF SORGHUM***

**Tadeusz Michalski , Ireneusz Kowalik**  
UP Poznań

Kukurydza w Polsce, w zależności od województwa stanowi od 30 do 75% powierzchni paszowej. Często występujące susze powodują straty w jej uprawie oraz braki pasz

objętościowych. szukać należy więc alternatywnych roślin, które mają małe potrzeby wodne, a ich okres krytyczny przypada w innym terminie niż u kukurydzy. Taką rośliną może być sorgo (*Sorghum bicolor* Moench.), które szerzej uprawiane jest w ciepłych i suchych rejonach (Afryka, USA) na ziarno. Duży postęp w hodowli stworzył warunki do ekspansji tej rośliny w rejony o chłodniejszym klimacie. W strefie klimatu umiarkowanego sorgo, podobnie jak i kukurydza, jest przede wszystkim rośliną zielonkową, użytkowaną w celu pozyskania biomasy.

Sorgo i kukurydza są bliskimi krewniakami, różnią się jednak wymaganiami siedliskowymi i termicznymi. Oba te rodzaje należą do roślin prosowatych, dobrze wykorzystujących energię światła i dwutlenek węgla i produkujących węglowodany według tzw. toru C4. Sorgo w warunkach Polski, jako roślina krótkiego dnia, przedłuża swój rozwój wegetatywny, natomiast opóźnia dojrzewanie. Dlatego też wytwarza rośliny wysokie, o dużej masie wegetatywnej i słabo rozwiniętym owocostanie. W efekcie tego zawartość suchej masy w plonie nie osiąga 30%, jest więc na ogół zbyt niska do dobrego przebiegu procesu kiszzenia.

Celem pracy było ocena wydajności polowej odmian sorga oraz przydatności zebranego plonu do produkcji kiszonki. Porównywano cztery odmian sorga oraz jako obiekt kontrolny odmianę kukurydzy Vitras (HR Smolice), o dużej przydatności do produkcji biomasy np. na cele biogazowe. Badania prowadzone były w ZD Swadzim k. Poznania w latach 2009-2010, na glebie kompleksu żyniego dobrego, klasy IV a. Badane obiekty rozlosowano w formie jednoczynnikowego doświadczenia, w 4 powtórzeniach polowych. Ocenie poddany został plon świeżej i suchej masy oraz zawartość suchej masy w poszczególnych częściach roślin (liście, łodygi, wiechy) oraz ich udział w całym plonie.

W roku 2009 oba gatunki siano w jednym terminie. Ze względu na bardzo długi okres wschodów sorgo, w roku następnym opóźniono siew o 2,5 tygodnia w relacji do siewu kukurydzy. Terminy siewu i zbioru podano w tabeli 1. Wegetacja roślin sorgo (również w 2010 mimo późniejszego siewu) trwała o 2 tygodnie dłużej w stosunku do roślin kukurydzy Vitras. Zbierając sorgo dopiero pod koniec października możliwe było jednak osiągnięcie zbliżonej do 30% zawartości suchej masy w plonie. W roku 2009 dla odmian sorga mieściła się ona w zakresie 28-35%, natomiast w 2010 była rzędu 25-27% (tab. 2).

Średnio za dwa lata najwyższe plony świeżej masy dały późne odmiany sorgo: 'Topsilo' (Sucrosorgo w 2010) oraz Goliath. Przewyższały one kukurydze o ok. 20%. Odmiana 'Aron' plonowała na poziomie kukurydzy 'Vitras', a średnio-wczesna odmiana Rona o 12% niżej.

Największe plony suchej masy dawała jednak kukurydza. Średnio za dwa lata plon s.m. odmiany 'Vitras' wyniósł 226 dt, natomiast odmiany sorgo plonowały o 15-60 dt niżej.

Odpowiada to spadkowi o 7-27% (tab. 3). Spośród odmian sorga, najwyższy plon s.m. uzyskano z późnych odmian: ‘Goliath’ i ‘Topsilo’ Znacząco niżej plonowały odmiany ‘Aron’, a zwłaszcza ‘Rona’, która jest najwcześniejsza i zawierała największy procent suchej masy w plonie.

Pod względem struktury plonu, a więc udziału łodyg, liści i wiech/kolb, sorgo o dużym udziale łodyg (55-80%) i małym udziale wiech, charakteryzowało się zdecydowanie gorszym składem niż kukurydza, u której łodygi stanowiły 24-30%, a kolby z liśćmi okrywowymi 56-63% plonu suchej masy.

Tabela 1. Terminy siewu i zbioru sorga i kukurydzy  
Table 1. Sowing and harvesting terms of sorghum and maize

Wyszczególnienie	Jednostka	2009		2010	
		sorgo	kukurydza	sorgo	kukurydza
Termin siewu	data	14.05	14.05	17.05	29.04
Termin zbioru	data	26.10	26.10	27.10	30.09
Siew - wyrzucanie wiech	dni	80-90	63	90-98*	89
Siew - zbiór	dni	165	149	161	146

\*- Sucrosorgo i Goliath nie wiechowały

Tabela 2. Procentowa zawartość suchej masy w roślinach w trakcie zbioru  
Table 2. Percentage of dry matter in plants at harvest

Gatunek	Odmiana	2009	2010	2009-2010	Vitras =100
<b>Sorgo</b>	Aron	31,3	27,3	29,3	80
	Rona	34,8	26,3	30,6	83
	Topsilo/Sucrosorgo	28,6	25,7	27,2	74
	Goliath	32,3	24,4	28,4	77
<b>Kukurydza</b>	<b>Vitras</b>	<b>40,7</b>	<b>32,7</b>	<b>36,7</b>	<b>100</b>
	NIR	4,89	5,95		

Tabela 3. Plon suchej masy całych roślin [dt·ha<sup>-1</sup>]  
Table 3. Dry master field of whole plants [dt·ha<sup>-1</sup>]

Gatunek	Odmiana	2009	2010	2009-2010	Vitras =100
<b>Sorgo</b>	Aron	179,9	189,3	184,6	82
	Rona	175,6	154,0	164,8	73
	Topsilo/Sucrosorgo	199,4	196,0	197,7	87
	Goliath	204,5	217,3	210,9	93
<b>Kukurydza</b>	<b>Vitras</b>	<b>236,1</b>	<b>215,8</b>	<b>226,0</b>	<b>100</b>
	NIR	49,65	51,48		





# PORÓWNANIE PLONOWANIA RÓŻNYCH FORM SORGA W WARUNKACH POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ POLSKI

## COMPARISON OF SORGHUM TYPE YIELDING IN SOUTH-WESTERN POLAND CONDITIONS

Józef Sowiński, Ewelina Szydelko-Rabska

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, UP we Wrocławiu

### WSTĘP

Rośliny z rodzaju *Sorghum* należą do rodziny traw (*Poaceae*), podrodziny prosowatych (*Panicoideae*), do której zaliczane są tak ważne dla światowej gospodarki rośliny jak: kukurydza, trzcina cukrowa, proso zwyczajne. *Sorghum bicolor* obejmuje wszystkie jednoroczne formy uprawne, zaś formy dzikie i chwasty należą do *S. halepense* i *S. propinquum*. Wśród uprawnych typów sorga *Sorghum bicolor ssp. bicolor* wyróżniane są: sorgo ziarnowe, sorgo cukrowe, trawa sudańska, mieszańce trawy sudańskiej z sorgiem oraz sorgo miotłkowe. Trawa sudańska i mieszańce trawy sudańskiej z sorgiem cechują się dobrym ulistnieniem, szybkim tempem wzrostu oraz zdolnością do odrastania poprzez tworzenie merystemów interkalarnych, dzięki temu mogą być użytkowane wielokrotnie (Berenji i Dahlberg 2004).

Celem badań była ocena przydatności różnych form sorga do uprawy w warunkach południowo-zachodniej Polski.

### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2009-2011 metodą losowanych podbloków na glebie średniej, należącej do klasy bonitacyjnej IIIb, na polach należących od Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Badania miały na celu porównanie plonowania trawy sudańskiej (odm. Akklimat), sorga (odm. Rona 1 i Sucrosorgo 506) z mieszańcami trawy sudańskiej z sorgiem (odm. Csaba, Nutri Honey). Trawę sudańską oraz mieszańce trawy sudańskiej z sorgiem użytkowano w różny sposób: jednokośnie i dwukośnie. Pierwszy pokos, w użytkowaniu II-kośnym zbierano w fazie formowania pędu lub na początku wiechowania, a drugi w fazie kwitnienia. Sorgo użytkowane I-kośnie było zbierane w fazie dojrzałości woskowej ziarna.

Przedsięwzięcie wykonano nawożenie azotowe (w dawce  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), fosforowe ( $70 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) i potasowe ( $100 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Doświadczenie zakładano w drugiej dekadzie maja

wysiewając po 40 ziarniaków na m<sup>2</sup> (trawę sudańską) i po 20 ziarniaków u pozostałych odmian.

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji w programie Statistica 9. Przedziały ufności testowano testem Duncana na poziomie istotności ( $\alpha=0,05$ ).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Największą obsadą po wschodach charakteryzowała się odmiana Akklimat, co było wynikiem dwukrotnie większej niż u pozostałych odmian ilości wysiewu (tab. 1). Wszystkie odmiany użytkowane 1-kośnie miały mniejszą liczbę pędów przed zbiorem niż użytkowane 2-kośnie. Przy takiej samej ilości wysiewu mieszańca sorga z trawą sudańską Sowiński i Szydełko (2011) odnotowali po wschodach 13,9 i 14,3 roślin·m<sup>-2</sup>. Przed zbiorem przy użytkowaniu 1-kośnym liczba pędów wynosiła 34,6 pędów·m<sup>-2</sup> a 2-kośnym 56,4 ·m<sup>-2</sup>.

Największy plon świeżej masy uzyskano z sorga (61,18 i 57,96 t·ha<sup>-1</sup>), natomiast najwięcej suchej masy z odmiany Nutri Honey użytkowanej 1-kośnie. Venuto i in. (2008) podają, że trawa sudańska użytkowana II-kośnie plonowała niżej - 20 t·ha<sup>-1</sup> niż mieszaniec sorga z trawą sudańską - 24,3 t·ha<sup>-1</sup>. W badaniach Mahmood i in. (2012), z mieszańców sorga z trawą sudańską otrzymano od 9,94 do 14,81 t·ha<sup>-1</sup> s.m., a z sorga od 15,04 do 20,84 t·ha<sup>-1</sup> s.m. W badaniach Gul i in. (2008) sorgo również plonowało wyżej (24,79 i 22,38 t·ha<sup>-1</sup>), w porównaniu do mieszańców (19,70 i 17,75 t·ha<sup>-1</sup> s.m.). Tew i in. (2008) podają, że plon świeżej masy dla odmian sorga cukrowego wahał się od 81,2 do 89,6 t·ha<sup>-1</sup> ś.m., a u mieszańców sorga z trawą sudańską był w szerszych granicach i wynosił od 67,4 do 105,3 t·ha<sup>-1</sup> ś.m.

U wszystkich odmian największy udział w świeżej masie miały łodygi (od 63,4 do 73,7%) (tab. 2). Mieszańce użytkowane 1-kośnie charakteryzowały się większym udziałem wiech niż użytkowane dwukośnie. Podobne wyniki uzyskali Sowiński i Szydełko (2011), u mieszańca użytkowanego 1-kośnie udział łodyg wynosił 62,3%, liści 21,0% a wiech 16,8%. Przy użytkowaniu 2-kośnym udział liści był podobny, zaś udział łodyg o 7 p.p. wyższy, a wiech o 5,9 p.p. niższy.

## LITERATURA

1. Berenji J., Dahlberg J. 2004. Perspectives of *Sorghum* in Europe. J. Agron. Crop Sci. 190: 332-338.
2. Gul I., Demirel R., Kilicalp N., Sumerli M., Kilic H. 2008. Effect of crop maturity stages on yield, silage chemical composition and in vivo digestibilities of the maize, sorghum and sorghum-sudangrass hybrids grow in semi-arid conditions. J. Anim, Vet. Adv. 7(8): 1021-1028.
3. Mahmood A., Honermeier B. 2012. Chemical composition and methane yield of sorghum cultivars with contrasting row spacing. Field Crop. Res. 128: 27-33.
4. Sowiński J., Szydełko E. 2011. Growth rate and yields of a sorghum-sudangrass hybrid variety grown on a light and a medium-heavy soil as affected by cutting management and seeding rate. Pol. J. Agron. 4: 23-28.
5. Tew T. L., Cobill R. M., Richard E. P. 2008. Evaluation of sweet sorghum and sorghum-sudangrass hybrids as feedstocks for ethanol production. BioEnergy Research 1: 147-152.
6. Venuto B., Kindiger B. 2008. Forage and biomass feedstock production from hybrid forage sorghum and sorghum-sudangrass hybrids. Grass. Sci. 54: 189-196.

Tabela 1. Wpływ formy sorga i sposobu użytkowania na obsadę po wschodach, liczbę pędów przed zbiorem oraz plon świeżej i suchej masy. Średnie z lat 2009-2011

Table 1. Effect of sorghum type and cutting management on number of plants after emergence, number of tillers before harvest, fresh and dry matter yield. Average from years 2009-2011

Odmiana i użytkowanie	Obsada po wschodach (m <sup>2</sup> )	Liczba pędów przed zbiorem (m <sup>2</sup> )	Plon (t·ha <sup>-1</sup> )	
			świeżej masy	suchej masy
Rona	11,2	20,4	57,96	15,24
Sucrosorgo 506	7,8	14,4	61,18	15,34
Akklimat, 1-kośne	19,4	68,4	43,54	13,48
Akklimat, 2-kośne	19,2	102,0	53,88	12,30
Csaba, 1-kośne	9,2	31,2	53,31	10,55
Csaba, 2-kośne	10,0	73,0	41,47	8,53
Nurti Honey, 1-kośne	7,6	27,4	55,80	16,02
Nurti Honey, 2-kośne	6,6	34,2	37,06	9,90
NIR $\alpha=0,05$	4,4	32,4	9,03	2,87

Tabela 2. Struktura plonu w zależności od formy sorga i sposobu użytkowania. Średnie z lat 2009-2011

Table 2. Effect of sorghum type, cutting management on yield components composition. Average from years 2009-2011

Odmiana i użytkowanie	Pokos	Udział w świeżej masie (%)		
		łodyg	liści	wiech
Rona	1	70,6	12,7	16,7
Sucrosorgo 506	1	73,1	17,8	9,1
Akklimat, 1-kośne	1	67,6	13,0	19,4
Akklimat, 2-kośne	1	67,7	24,9	7,4
Akklimat, 2-kośne	2	73,7	17,4	8,9
Csaba, 1-kośne	1	63,4	15,2	21,4
Csaba, 2-kośne	1	63,3	30,0	6,7
Csaba, 2-kośne	2	70,9	18,4	10,7
Nurti Honey, 1-kośne	1	68,4	14,1	17,5
Nurti Honey, 2-kośne	1	63,9	34,7	1,4
Nurti Honey, 2-kośne	2	72,7	16,3	11,0
NIR $\alpha=0,05$		r.n.	6,9	9,9