

ANDRZEJ KRUCZEK

Katedra Agronomii
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

SKŁAD CHEMICZNY SORGA CUKROWEGO W ZALEŻNOŚCI OD POZIOMU NAWOŻENIA AZOTEM*

CHEMICAL COMPOSITION OF SUCRO-SORGHUM
IN DEPENDENCE ON THE LEVEL OF NITROGEN FERTILIZATION

Streszczenie. Doświadczenia polowe przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym w Swadzi-
miu koło Poznania w latach 2008-2010. Celem badań było określenie wpływu poziomu nawoże-
nia azotem na skład chemiczny sorga i pobieranie składników mineralnych w okresie wegetacji.
Azot był stosowany w dawkach od 0 do 250 kg/ha, z podziałem co 25 kg/ha. Wpływ badanych
poziomów nawożenia azotem na zawartość N, P, K, Ca i Mg w biomasie sorga był niewielki
w ciągu całego okresu wegetacji. Sorgo pobierało najwięcej potasu, a w dalszej kolejności azotu,
wapnia, magnezu i fosforu. Wzrastające dawki azotu zwiększały zawartość białka ogółem, a zmniejszały
zawartość włókna surowego.

Słowa kluczowe: sorgo cukrowe, nawożenie azotem, skład chemiczny

Wstęp

Sorgo jest gatunkiem o dużym potencjale plonowania (KRIEG i LASCANO 1990, CAMARGO i HUBBARD 1999, ŚLIWIŃSKI i BRZÓSKA 2006, KRUCZEK i IN. 2014) i dużej odporności na suszę (WRIGHT i SMITH 1983, SINGH i SINGH 1995). W wielu rejonach świata jest uprawiane na ziarno lub zieloną masę, wykorzystywaną do bezpośredniego skarmiania albo do sporządzania kiszzonek (NABI i IN. 2006, ŚLIWIŃSKI i BRZÓSKA 2006, SHOWEMIMO 2007). W warunkach Polski sorgo może być traktowane jako roślina alternatywna dla kukurydzy, zwłaszcza w rejonach o dużej koncentracji chowu bydła,

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

gorszych warunkach glebowych i niedoborach opadów (ASHBELL i WEINBERG 1999, SŁIWIŃSKI i BRZÓSKA 2006). Wadą sorga w stosunku do kukurydzy, w naszych warunkach środowiskowych, jest większa zawartość włókna i gorsza wartość żywieniowa (LISZKA-PODKOWA 2007). Plonowanie sorga oraz jakość uzyskanego surowca do zakiszenia jest uzależniona zarówno od czynników środowiskowych, jak i agrotechnicznych. Jednym z ważniejszych elementów technologii uprawy sorga jest nawożenie, zwłaszcza azotem. Badania dotyczące wpływu nawożenia azotem na ilość, a szczególnie jakość uzyskanej biomasy są nieliczne i nie dają jednoznacznej odpowiedzi (SOWIŃSKI i LISZKA-PODKOWA 2008, ZIELEWICZ i KOZŁOWSKI 2008, SOWIŃSKI 2009, KORDAS i IN. 2012, KSIEŻAK i IN. 2012, KRUCZEK 2014).

Celem badań było określenie wpływu wzrastającego poziomu nawożenia azotowego na skład mineralny i organiczny nadziemnej biomasy sorga cukrowego.

Material i metody

Badania przeprowadzono w latach 2008-2010 w Zakładzie Doświadczalnym w Swadzimiu koło Poznania. Doświadczenie polowe w układzie bloków losowanych w czterech powtórzeniach obejmowało 11 poziomów nawożenia azotem: od 0 do 250 kg/ha, z podziałem co 25 kg/ha. Nawozy azotowe wysiano jednorazowo w całej dawce przed siewem, w postaci mocznika. Przyjęto jednakowy poziom nawożenia fosforem i potasem dla wszystkich obiektów doświadczalnych, w dawkach 80 kg P₂O₅ i 140 kg K₂O na 1 ha. Nawozy te wysiano wczesną wiosną pod kultywator. Siew ziarna odmiany 'Sucrosorgo 506' wykonano siewnikiem punktowym w pierwszej dekadzie maja, w ilości 200 tys. ziarniaków sorga na 1 ha, przy rozstawie międzyrzędzi 70 cm. Zbiór sorga wykonano w fazie od zawiązania ziarna do dojrzałości woskowej, czyli w okresie od 2 października w roku 2008 do 19 października w roku 2009.

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

Glebę, na której prowadzono eksperymenty, zaliczono do gatunku piasku gliniastego mocnego płytko zalegającego na glinie lekkiej o składzie granulometrycznym glin lekkich. Należała ona do kompleksu przydatności rolniczej żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego oraz klasy bonitacyjnej IIIb i IVa.

Próby na zawartość składników mineralnych pobierano w fazach: 3 liści, 5 liści, różnicowania stożka wzrostu (początek tworzenia wiechy), liścia flagowego widocznego w okółku, butonizacji, kwitnienia i podczas zbioru. W czasie zbioru pobrano również próby w celu określenia składu organicznego roślin. Analizy składu chemicznego materiału roślinnego wykonano w laboratorium Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Poznaniu. Wyniki badań poddano analizie statystycznej, oszacowując istotność różnic na poziomie $\alpha = 0,05$.

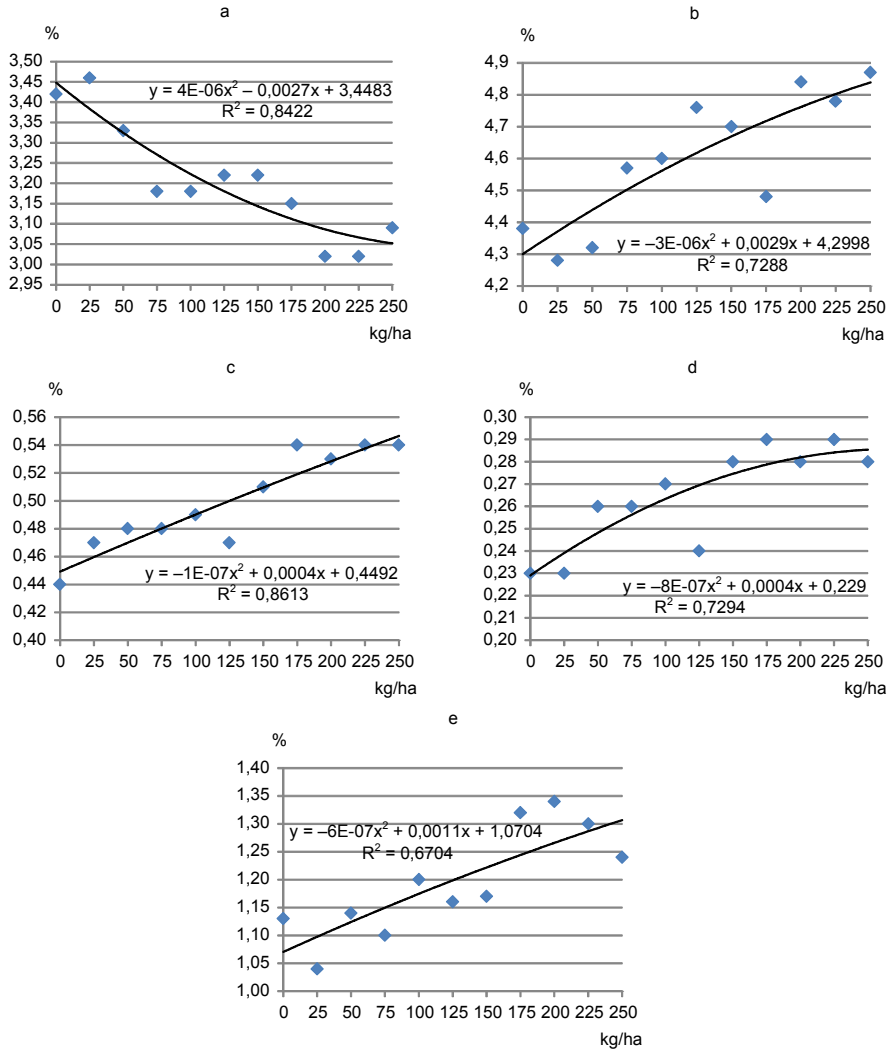
Wyniki i dyskusja

Wpływ poziomu nawożenia azotem na zawartość składników mineralnych w roślinach był niewielki. Średnie, dla dawek i lat, wartości składu mineralnego przedstawiono w tabeli 1. Poziom nawożenia azotem determinował jedynie zawartość potasu w fazie 3 liści, azotu ogólnego w fazach różnicowania stożka wzrostu i kwitnienia oraz w fazie butonizacji wapnia i magnezu. W fazach 5 liści i podczas zbioru nie stwierdzono zależności pomiędzy wielkością dawki azotu a składem mineralnym biomasy sorga. Istotne zależności pomiędzy poziomem nawożenia azotem a zawartością składników mineralnych w roślinach sorga przedstawiono na rysunku 1. Wzrost dawki N od 0 do 250 kg/ha powodował, w fazie 3 liści, spadek zawartości K w suchej masie roślin i wzrost zawartości N_{og} w fazach różnicowania stożka wzrostu i kwitnienia oraz Ca i Mg w fazie butonizacji. Wszystkie te zależności miały postać krzywej wielomianowej 2^o. Niewielki wpływ nawożenia na skład mineralny sorga potwierdzają badania ZIELEWICZA i KOZŁOWSKIEGO (2008). Autorzy ci uzyskali, w zielonce sorga cukrowego, przy nawożeniu azotem dawką podstawową 160 kg/ha, nieistotny wzrost zawartości P, K, Ca i Mg oraz istotny N-NO₃ w porównaniu z nawożeniem zmniejszonym o 40 kg/ha. Według KSIĘŻAKA i IN. (2012) zwiększenie dawki azotu z 80 do 160 kg/ha nie miało znaczącego wpływu na zawartość w sorgo P, Ca i Mg, natomiast powodowało wyraźny wzrost koncentracji K. Wzrost dawki azotu ze 100 do 160 kg/ha, według KSIĘŻAKA i MAGNUSZEWSKIEGO (2007), powodował zwiększenie zawartości N zarówno w roślinach sorga uprawianych na glebie brunatnej, jak i na madzie, natomiast nie miał wpływu na koncentrację P, K i Ca.

Tabela 1. Zawartość składników mineralnych w całych roślinach – średnie z lat i dawek azotu (% s.m.)

Table 1. Content of mineral components in whole plants – averages from years and nitrogen doses (% of d.m.)

Faza rozwojowa Developmental stage	N	P	K	Ca	Mg
3 liście – 3 leaves	5,14	0,62	3,21	1,11	0,33
5 liści – 5 leaves	5,09	0,66	3,37	0,93	0,33
Różnicowanie stożka wzrostu Growing point differentiation	4,60	0,52	4,29	0,91	0,35
Liść flagowy widoczny w okółku Flag leaf visible in whorl	2,00	0,25	3,05	0,62	0,37
Butonizacja – Boot	1,19	0,16	1,99	0,50	0,27
Kwitnienie – Blooming	1,19	0,18	1,56	0,47	0,24
Zbiór – Harvest	1,00	0,15	1,36	0,42	0,21

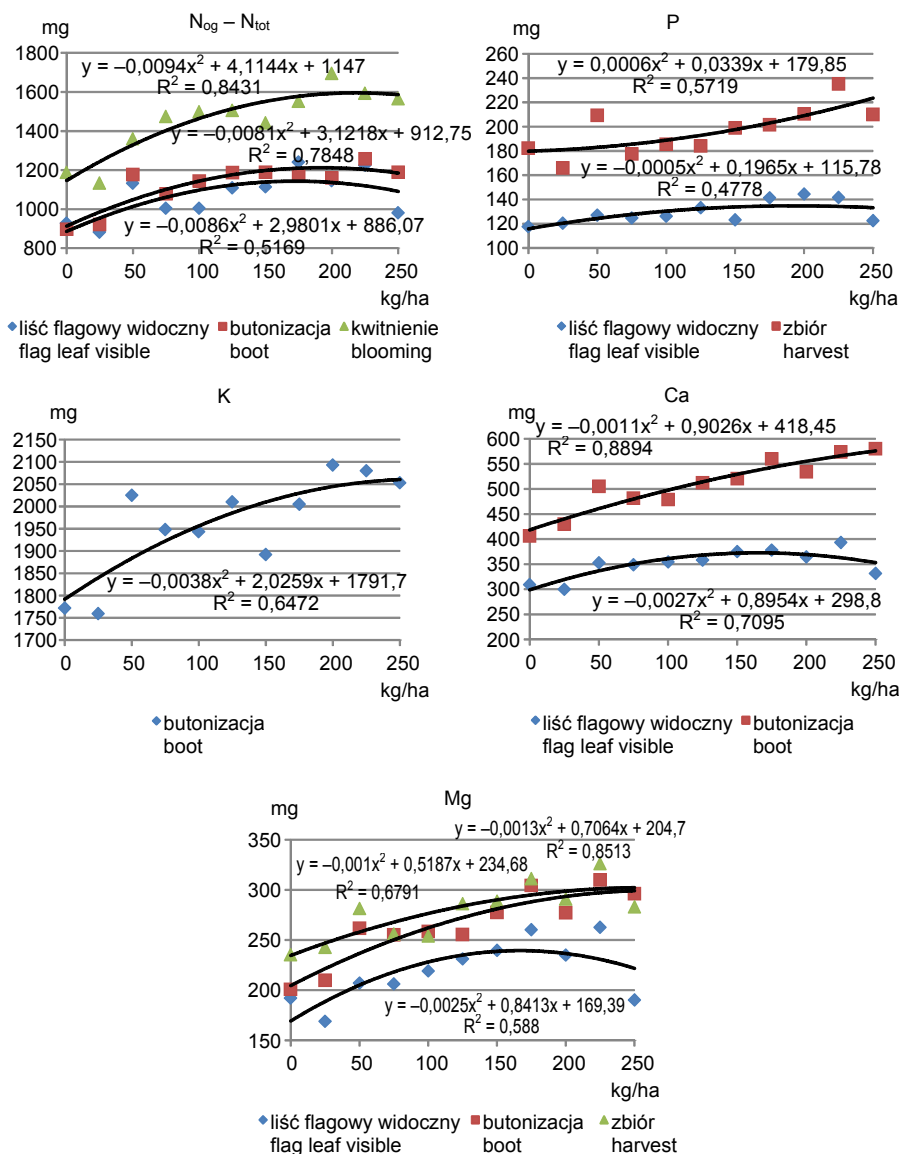


Rys. 1. Wpływ dawek N na zawartość w suchej masie całych roślin: a – K w fazie 3 liści, b – N_{og} w fazie różnicowania stożka wzrostu, c – Ca w fazie butonizacji, d – Mg w fazie butonizacji, e – N_{og} w fazie kwitnienia

Fig. 1. Influence of N doses on the content in the dry mass of whole plants: a – K in the stage of 3 leaves, b – N_{tot} in the stage of growing point differentiation, c – Ca in the stage of boot, d – Mg in the stage of boot, e – N_{tot} in the stage of blooming

Wzrost poziomu nawożenia azotem od 0 do 250 kg/ha zwiększał pobieranie przez rośliny sorga N_{og} w fazach liścia flagowego widocznego w okółku, butonizacji i kwitnienia, P w fazie liścia flagowego widocznego w okółku i podczas zbioru, K w fazie butonizacji, Ca w fazach liścia flagowego widocznego w okółku i butonizacji oraz Mg

w fazach liścia flagowego widocznego w okółku, butonizacji i podczas zbioru. Wszystkie te zależności miały postać krzywych wielomianowych 2^o (rys. 2).



Rys. 2. Pobieranie składników mineralnych przez pojedynczą roślinę w różnych fazach rozwojowych w zależności od dawki N

Fig. 2. Uptaking of mineral components by a single plant in different developmental stages in dependence on N dose

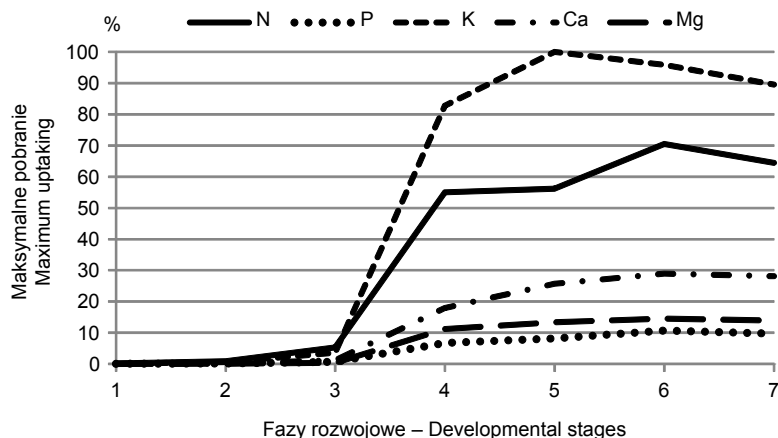
Dynamikę gromadzenia poszczególnych składników mineralnych przez sorgo przedstawiono w tabeli 2 i na rysunku 3. Sorgo jest gatunkiem pobierającym w największych ilościach potas, następnie azot, a w dalszej kolejności wapń, magnez i fosfor. Wykazanie mniejszego zapotrzebowania tego gatunku na fosfor niż na wapń i magnez jest określone po raz pierwszy i dotychczas nie potwierdzone w krajowej literaturze przedmiotu. W początkowym okresie wzrostu wszystkie składniki mineralne są pobierane stosunkowo wolno, co wynika z bardzo powolnego rozwoju i wzrostu w początkowym okresie wegetacji, aż do fazy różnicowania stożka wzrostu (faza 7-8 liści). W fazie różnicowania stożka wzrostu następuje szybki wzrost roślin, a tym samym początek gwałtownego wzrostu pobierania składników, który trwa aż do fazy, w której wiecha zamknięta jest w nabrzmiałej, rozszerzonej pochwie liścia flagowego. Do okresu kwitnienia pobieranie jest w dalszym ciągu dość intensywne, po czym zmniejsza się.

Tabela 2. Pobranie składników mineralnych przez sorgo – średnie z lat i dawek azotu (kg/ha)

Table 2. Uptaking of mineral components by sorghum – averages from years and nitrogen doses (kg/ha)

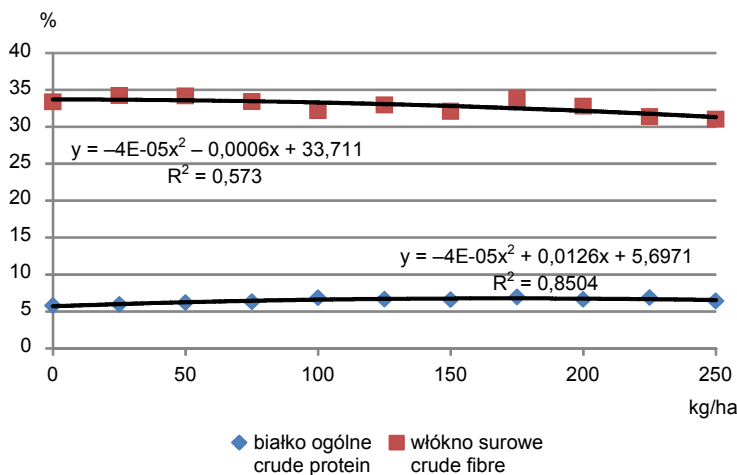
Faza rozwojowa Developmental stage	N	P	K	Ca	Mg
3 liście – 3 leaves	0,686	0,076	0,432	0,154	0,042
5 liści – 5 leaves	2,867	0,315	1,893	0,587	0,179
Różnicowanie stożka wzrostu Growing point differentiation	15,976	1,955	10,856	3,540	1,088
Liść flagowy widoczny w okółku Flag leaf visible in whorl	166,08	20,188	249,721	54,091	33,693
Butonizacja – Boot	169,560	24,567	301,744	77,525	40,408
Kwitnienie – Blooming	212,915	32,161	289,168	87,402	43,718
Zbiór – Harvest	194,592	29,358	270,125	84,878	41,859

Zastosowane dawki nawożenia azotem różnicowały jedynie zawartość białka ogólnego i włókna surowego w roślinach sorga. W miarę wzrostu poziomu nawożenia od 0 do 250 kg/ha wzrastała zawartość białka ogólnego, natomiast spadała zawartość włókna surowego. Opisane trendy miały przebieg krzywych wielomianowych 2° (rys. 4). SOWIŃSKI i LISZKA-PODKOWA (2008) stwierdzili wzrost w biomacie sorga zawartości białka ogółem pod wpływem zwiększenia dawki azotu ze 100 do 160 kg/ha oraz nieznaczny wpływ tego czynnika na gromadzenie włókna surowego. KSIEŻAK i MAGNUSZEWSKI (2007) zanotowali zmniejszenie zawartości włókna, tłuszczu i popiołu w roślinach sorga po zwiększeniu dawki azotu ze 100 do 160 kg/ha. Na niewielkie różnice zawartości składników organicznych spowodowane wzrostem poziomu nawożenia azotem wskazują ZIELEWICZ i KOZŁOWSKI (2008). KSIEŻAK i IN. (2012) stwierdzili wzrost zawartości białka, tłuszczu surowego i popiołu pod wpływem zwiększenia nawożenia azotem z 80 do 160 kg/ha. Zróżnicowane nawożenie azotem w badaniach tych autorów nie miało wpływu na zawartość włókna surowego w roślinach sorga. KSIEŻAK i MACHUL (2007) zanotowali znacznie większą zawartość włókna surowego i popiołu



Rys. 3. Dynamika pobrania składników mineralnych przez sorgo w różnych fazach rozwojowych: 1 – trzeci liść, 2 – piąty liść, 3 – różnicowanie stożka wzrostu, 4 – liść flagowy widoczny w okółku, 5 – butonizacja, 6 – kwitnienie, 7 – zbiór

Fig. 3. Dynamics of uptaking of mineral components by sorghum in different developmental stages: 1 – third leaf, 2 – fifth leaf, 3 – growing point differentiation, 4 – flag leaf visible in whorl, 5 – boot, 6 – blooming, 7 – harvest



Rys. 4. Zawartość białka ogólnego i włókna surowego w zależności od dawki N
Fig. 4. Content of the crude protein and the crude fibre in dependence on N dose

surowego w roślinach sorga nawożonych większą dawką azotu, natomiast zwiększenie nawożenia azotem nie miało znaczącego wpływu na zawartość białka ogólnego i tłuszczu surowego. W badaniach własnych średnia zawartość białka ogólnego wynosiła

6,46%, popiołu surowego – 5,85%, tłuszczu surowego – 1,98% i BNW – 52,86%. Znacznie większą zawartość białka ogólnego i popiołu surowego uzyskali KOZŁOWSKI i IN. (2006) oraz PODKÓWKA i PODKÓWKA (2008).

Wnioski

1. Dawki azotu wzrastające od 0 do 250 kg/ha nie miały znaczącego wpływu na zawartość azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu w biomacie sorga.

2. Sorgo w największych ilościach pobierało potas, a następnie azot, wapń, magnez i fosfor.

3. Zwiększanie poziomu nawożenia azotem powodowało wzrost zawartości białka ogółem oraz zmniejszenie koncentracji włókna surowego.

Literatura

- ASHBELL G., WEINBERG Z.G., 1999. Silage from tropical cereals and forage crops. *FAO Plant Prod. Prot. Pap.* 161, pap. 7. [<http://fao.org/ag/AGP/AGPC/gp/SILAGE/HTML/paper7.htm>].
- CAMARGO M.B.P., HUBBARD K.G., 1999. Drought sensitivity indices for sorghum crop. *J. Prod. Agric.* 12: 312-316.
- KORDAS L., GIEMZA-MIKODA M., JABŁOŃSKA M., 2012. Ocena wartości energetycznej odmian sorga w zależności od terminu, gęstości siewu i nawożenia. *Fragm. Agron.* 29, 3: 114-119.
- KOZŁOWSKI S., ZIELEWICZ W., OLIWA R., JAKUBOWSKI M., 2006. Właściwości biologiczne i chemiczne *Sorghum saccharatum* w aspekcie możliwości jego uprawy w Polsce. *Łąk. Pol.* 9: 101-112.
- KRIEG D.R., LASCANO R.J., 1990. Sorghum. W: *Irrigation of agricultural crops*. Red. B.A. Stewart, D.R. Nielsen. American Society of Agronomy, Madison, USA: 719-740.
- KRUCZEK A., 2014. Wpływ nawożenia azotowego na wzrost i plonowanie sorga. *Fragm. Agron.* 31, 2: 46-54.
- KRUCZEK A., SKRZYPCZAK W., WALIGÓRA H., 2014. Porównanie plonowania kukurydzy i sorga uprawianych różnymi metodami przy dwóch sposobach nawożenia nawozem azotowo-fosforowym. *Nauka Przyr. Technol.* 8, 1, #12.
- KSIĘŻAK J., BOJARSZCZUK J., STANIAK M., 2012. Produkcyjność kukurydzy i sorga w zależności od poziomu nawożenia azotem. *Pol. J. Agron.* 8: 20-28.
- KSIĘŻAK J., MACHUL M., 2007. Ocena plonowania sorga w zależności od sposobu siewu i poziomu nawożenia azotem. *Rocz. Nauk. Zootech.* 23: 103-106.
- KSIĘŻAK J., MAGNUSZEWSKI T., 2007. Wstępna ocena plonowania sorga i kukurydzy w zależności od typu gleby i poziomu nawożenia azotem. W: *Produkcja pasz objętościowych dla przeżuwaczy*. Wyd. IUNG-PIB, Puławy: 46-47.
- LISZKA-PODKÓWA A., 2007. Sorgo – za i przeciw. *Hod. Rośl. Nasienn.* 2: 31-32.
- NABI C.G., RIAZ M., AHMAD G., 2006. Comparison of some advanced lines of *Sorghum bicolor* L. Moench for green fodder/dry matter yields and morpho-economic parameters. *J. Agric. Res.* 44, 3: 191-196.
- PODKÓWKA Z., PODKÓWKA L., 2008. Porównanie składu chemicznego i przydatności do zakiszenia zielonki z sorga cukrowego i kukurydzy. *Pam. Puław.* 148: 73-77.
- SHOWEMIMO F.A., 2007. Grain yield response and stability indices in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Commun. Biometry Crop Sci.* 2, 1: 68-73.

Kruczek A., 2014. Skład chemiczny sorga cukrowego w zależności od poziomu nawożenia azotem. *Nauka Przyr. Technol.* 8, 3, #37.

- SINGH B.R., SINGH D.P., 1995. Agronomic and physiological responses of sorghum, maize and pearl millet to irrigation. *Field Crops Res.* 42: 57-67.
- SOWIŃSKI J., 2009. Porównanie plonowania kukurydzy i sorga cukrowego pod wpływem zróżnicowanych dawek nawożenia azotem. *Pam. Puław.* 151: 649-661.
- SOWIŃSKI J., LISZKA-PODKOWA A., 2008. Wielkość i jakość plonu świeżej i suchej masy kukurydzy (*Zea mays* L.) oraz sorga cukrowego (*Sorghum bicolor* L. Moench) na glebie lekkiej w zależności od dawki azotu. *Acta Sci. Pol. Agric.* 7, 4: 105-115.
- ŚLIWIŃSKI B.J., BRZÓSKA F., 2006. Historia uprawy sorgo i wartość pokarmowa tej rośliny w uprawie na kiszonkę. *Post. Nauk Roln.* 1: 25-37.
- WRIGHT G.C., SMITH C.G., 1983. Differences between two grain sorghum genotypes in adaptation to drought stress. II. Root water uptake and water use. *Aust. J. Agric. Res.* 34: 627-636.
- ZIELEWICZ W., KOZŁOWSKI S., 2008. Ograniczenie nawożenia a skład chemiczny sorga cukrowego. *Łąk. Pol.* 11: 223-235.

CHEMICAL COMPOSITION OF SUCRO-SORGHUM IN DEPENDENCE ON THE LEVEL OF NITROGEN FERTILIZATION

Summary. The field experiments were conducted at the Experimental Station at Swadzim near Poznań, in 2008-2010. The qualification of the influence of the level of nitrogenous fertilization on chemical composition of sorghum and taking mineral components in the period of vegetation was the aim of the investigations. Nitrogen was applied in doses from 0 to 250 kg/ha with 25 kg/ha intervals. The influence of the studied levels of nitrogen fertilization on content N, P, K, Ca and Mg in the biomass of sorghum was small during the whole period of vegetation. Sorghum took the most potassium, next being nitrogen, calcium, magnesium and phosphorus. Increasing doses of nitrogen from 0 to 250 kg/ha enlarged the crude protein content and reduced the crude fibre content.

Key words: sucro-sorghum, nitrogen fertilization, chemical composition

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Andrzej Kruczek, Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań, Poland, e-mail: kruczek@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

15.05.2014

Do cytowania – For citation:

Kruczek A., 2014. Skład chemiczny sorga cukrowego w zależności od poziomu nawożenia azotem. Nauka Przyr. Technol. 8, 3, #37.