AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

STOWARZYSZENIE EKONOMISTÓW ROLNICTWA I AGROBIZNESU
Roczniki Naukowe ● tom XVII ● zeszyt 1

Mariusz Matyka, Andrzej Madej

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA UPRAWY SORGO W ZALEŻNOŚCI OD POZIOMU NAWOŻENIA AZOTEM[1]

ECONOMIC EFFICIENCY OF SORGHUM CULTIVATION DEPENDING ON THE NITROGEN FERTILIZATION LEVEL

Słowa kluczowe: sorgo, biogaz, opłacalność uprawy, nawożenie azotem
Key words: sorghum, biogas, profitability of cultivation, nitrogen fertilization

Abstrakt. Jednym z istotnych kierunków wykorzystania odnawialnych źródeł energii jest produkcja biogazu. Przedstawiono ocenę opłacalności uprawy sorgo z przeznaczeniem na biogaz w zależności od poziomu nawożenia azotem. Materiał wykorzystany w pracy stanowiły wyniki doświadczenia polowego z lat 2010-2014 oraz notowania rynkowe. Analiza wykazała, że sorgo cechuje się wysokim poziomem plonów zielonki, jednak są one zmienne w latach. Niemniej jednak uprawa tego gatunku z przeznaczeniem na biogaz przy plonach w zakresie od 58 do 145 t zielonej masy z 1 ha jest efektywna ekonomicznie. Dodatkowo wzrost dawki nawożenia mineralnego azotem z 80 do 160 kg N/ha wpływa na poprawę efektywności ekonomicznej uprawy sorgo z jednostki powierzchni wykorzystywanego jako surowiec kiszonkowy.

Wstęp

Rozwój cywilizacji ludzkiej od jej zarania związany jest z zaspokajaniem potrzeb żywnościowych i energetycznych. Począwszy od drugiej połowy XX wieku mamy do czynienia ze zjawiskami zakłócającymi rozwój cywilizacyjny, do których w pierwszej kolejności należy zaliczyć wyczerpywanie się nieodnawialnych zasobów paliw kopalnych. W konsekwencji powoduje to wzrost ich cen oraz obawy o bezpieczeństwo energetyczne i uzależnienie państw od zewnętrznych dostaw surowców energetycznych [Roszkowski 2008, Matyka 2011, Cornelissen i in. 2012].

Przełomowym momentem w podejściu do rosnącego wykorzystania paliw kopalnych i ich niekorzystnego oddziaływania na środowisko były ustalenia Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu z 1997 roku, określane jako Protokół z Kioto [Dz.U. 2005, nr 203, poz. 1683 i 1684]. Czynniki te skłoniły również Unię Europejską (UE) do podjęcia działań zmierzających do zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE) w ogólnym zużyciu energii [Berggren i in. 2008].

Jednym z istotnych kierunków wykorzystania OZE jest produkcja biogazu, która dodatkowo dostarcza korzyści środowiskowych, a ponadto może zwiększyć dochody rolników [Oslaj i in. 2010, Gołasa 2014]. Obecnie jednym z najbardziej popularnych surowców wykorzystywanych do produkcji biogazu jest kukurydza. Jednak rosnąca powierzchnia i wysoka intensywność uprawy tego gatunku skłania do poszukiwania innych roślin, które mogłyby być wykorzystywane do tego celu. Jedną z nich jest sorgo dwukolorowe (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), które daje wysokie plony zielonej masy i bardzo dobrze znosi suszę [Węglarzy, Podkówka 2010, Kołodziej 2012]. Jednak, aby uprawa tego gatunku mogła się rozwijać, musi być ona konkurencyjna ekonomicznie w stosunku do innych substratów roślinnych wykorzystywanych w biogazowniach.

Celem opracowania była ocena opłacalności uprawy sorgo z przeznaczeniem na biogaz w zależności od poziomu nawożenia azotem.

[1] Praca naukowa została sfinansowana z Projektu nr WND-POIG.01.03.01-00-132/08, pt. *Opracowanie indeksu gatunkowego i optymalizacja technologii produkcji wybranych roślin energetycznych*, z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, 2007-2013.

Materiał i metodyka badań

Materiał wykorzystany w pracy stanowiły wyniki doświadczenia polowego z lat 2010-2014 zlokalizowanego w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Jelczu-Laskowicach w województwie dolnośląskim. Z analizy wykluczono plony uzyskane w 2013 roku, które zdecydowanie odbiegały od pozostałych lat i były około 10-krotnie niższe. Wynikało to z niekorzystnego przebiegu warunków atmosferycznych w tym roku, a szczególnie znacznego opóźnienia wegetacji i dużych opadów w okresie wiosennym

Doświadczenie prowadzono na glebie lekkiej, należącej do żytniego dobrego (5) i żytniego słabego (6) kompleksu przydatności rolniczej. Sorgo odm. Sucrosorgum 506 było uprawiane w płodozmianie z kukurydzą, żytem i pszenżytem. Agrotechnika stosowana we wszystkich latach była zbliżona i cechowała się właściwą starannością i terminowością.

Czynnikiem doświadczenia decydującym o intensywności technologii produkcji był poziom nawożenia mineralnego azotem, który wynosił odpowiednio: N_1 – 80 kg N/ha, N_2 – 120 kg N/ha, N_3 – 160 kg N/ha. Ponadto na wszystkie obiekty zastosowano nawożenie fosforowe w dawce 60 kg P_2O_5/ha oraz nawożenie potasowe w dawce 80 kg K_2O/ha. Do ochrony upraw przed chwastami zastosowano oprysk Lumaxem 537,5 SE w dawce 4 l/ha.

Wykorzystując uzyskane wyniki doświadczeń i notowania rynkowe obliczono koszty bezpośrednie oraz wykonano kalkulację nadwyżki bezpośredniej uprawy sorgo z przeznaczeniem na biogaz w zależności od poziomu nawożenia azotem [Kołodziej 2012, Augustyńska-Grzymek 2014, Skarżyńska 2014]. Analizę wykonano w cenach bieżących z 2014 roku. W celu ograniczenia wpływu warunków pogodowych ocenę opłacalności uprawy sorgo na biogaz przeprowadzono na podstawie średnich wartości plonów z analizowanych lat.

Ze względu na brak dostępnych danych rynkowych wartość plonu sorgo obliczono w relacji do ceny kukurydzy, wykorzystując różnicę w jakości biomasy wynikającą z udziału suchej masy:

$$Cs = \frac{Ck \cdot s.m.s}{s.m.k}$$

gdzie: *Cs* – cena sorgo, *Ck* – cena kukurydzy, *s.m.s* – sucha masa w biomasie sorgo [%], *s.m.k* – sucha masa w biomasie kukurydzy [%].

Wyniki badań

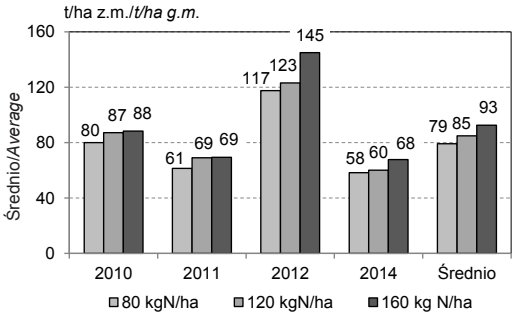
Poziom uzyskiwanych plonów, niezależnie od kierunku ich zagospodarowania, jest na ogół jednym z podstawowych czynników decydujących o efektywności ekonomicznej produkcji danego ziemiopłodu. Istotnym elementem warunkującym opłacalność produkcji jest również wielkość ponoszonych nakładów i wynikające z tego koszty.

Jak wskazują wyniki badań, sorgo ma znaczny potencjał plonowania, czego wyrazem są plony uzyskane w doświadczeniu w zakresie od 58 do 145 t/ha zielonej masy (z.m.) – rysunek 1. Podkreślić jednak należy, że ulegają one znacznym wahaniom w latach, a ich wysokość warunkowana jest głównie przebiegiem pogody. W roku 2013, który charakteryzował się wyjątkowo niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi uzyskane plony sorgo (6,2-8,1 t/ha z.m.) nie miały praktycznego znaczenia towarowego i z tego powodu nie uwzględniono ich w analizie. Najwyższe plony tego gatunku uzyskano natomiast w roku 2012 i były one wyższe nawet o 102-113% niż uzyskiwane dla danego poziomu nawożenia w pozostałych analizowanych latach. Znaczna zmienność plonów w latach może powodować potencjalne trudności organizacyjne związane z uprawą tego gatunku. Wynikać one mogą ze zmiennych relacji popytowo-podażowych w odniesieniu do kiszonki z sorgo oraz z utrudnień w efektywnym planowaniu bazy surowcowej dla biogazowni.

W większości z analizowanych lat sorgo reagowało wzrostem plonu zielonej masy wraz ze zwiększeniem dawki nawożenia azotem (rys. 1). Korzystny wpływ zwiększonego nawożenia azotem uwidocznił się szczególnie w 2012 roku, gdy warunki pogodowe umożliwiły optymalne wykorzystanie tego makroskładnika przez rośliny.

Jednym z podstawowych elementów analizy efektywności ekonomicznej uprawy sorgo było oszacowanie wartości rynkowej kiszonki uzyskanej z tego gatunku. Biorąc pod uwagę jakość surowca determinowaną udziałem suchej masy (istotną ze względu na jego wykorzystanie jako substratu do biogazowni) oraz średnie notowania cen kiszonki z kukurydzy (126 zł/t), wartość rynkową kiszonki z sorgo oszacowano na 91,5 zł/t.

Uzyskane wyniki wskazują, że wraz ze zwiększeniem poziomu nawożenia azotem wzrasta również wartość produkcji oraz nadwyżki bezpośredniej z jednostki powierzchni, która warunkowana jest plonem zielonej masy (tab. 1). Zwiększeniu ulegają także koszty bezpośrednie produkcji, co wynika głównie ze wzrostu kosztów mineralnych nawozów azotowych.



Rysunek 1. Plony zielonej masy sorgo w analizowanych latach w zależności od poziomu nawożenia azotem
Figure 1. Yields of green mass sorghum in the analyzed years depending on the nitrogen fertilization level
Źródło: badania własne
Source: own calculation

Najwyższy udział w strukturze kosztów bezpośrednich, wynoszący od 43 do 47%, stanowiły koszty nawożenia mineralnego NPK. Analiza wartości nadwyżki bezpośredniej w stosunku do jednostki produktu (zł/t kiszonki) i kosztów bezpośrednich (zł/zł) wykazała brak wyraźnych różnic pomiędzy porównywanymi poziomami nawożenia azotem (tab. 1). Niemniej jednak wzajemne relacje wartości produkcji kiszonki z sorgo i kosztów poniesionych na jej wytworzenie wskazują, że uprawa tego gatunku jest efektywna ekonomicznie.

Uzyskane wynik pozwalają stwierdzić, że zwiększone nawożenie mineralne azotem wpływa na poprawę efektywności ekonomicznej uprawy sorgo z jednostki powierzchni (zł/ha) wykorzystywanego jako surowiec kiszonkowy.

Tabela 1. Opłacalność uprawy sorgo na biogaz w zależności poziomu nawożenia azotem
Table 1. Profitability of sorghum cultivation for biogas depending on the nitrogen fertilization level

Wyszczególnienie/*Specification*	Poziom nawożenia azotem/ *Nitrogen fertilization level [kg/ha]*		
	80	120	160
Plon zielonej masy/*Yield in green mass [t/ha]*	79,3	84,9	92,6
Plon kiszonki/*Yield in silage [t/ha]*	69,8	74,7	81,5
Wartość produkcji, (cena kiszonki 91,5 zł/t)/*The value of production [price of silage 91.5 PLN/t]*	6385	6836	7456
Koszty produkcji [zł/ha]/*Production costs [PLN/ha]*			
Koszty bezpośrednie, w tym/*Direct costs, including:*	1903	1979	2143
– nawozy/*fertilizers*	820	871	1001
– środki ochrony *roślin/pesticides*	269	269	269
Nadwyżka bezpośrednia/*Gross margin*			
– zł/ha/*PLN/ha*	4482	4857	5313
– zł/t kiszonki/*PLN/t silage*	64,2	65,0	65,0
– zł/zł kosztów bezpośrednich/*PLN/PLN direct costs*	2,4	2,5	2,5

Źródło: obliczenia własne
Source: own calculation

Wnioski

1. Sorgo cechuje się wysokim poziomem plonów zielonki, jednak są one zmienne w latach. Generować to może trudności w planowaniu produkcji na poziomie gospodarstwa rolniczego oraz w organizacji bazy surowcowej na poziomie biogazowni.
2. Uprawa sorgo z przeznaczeniem jako substrat do biogazowni przy plonach w zakresie od 58 do 145 t zielonej masy z 1 ha jest efektywna ekonomicznie.
3. Wzrost dawki nawożenia mineralnego azotem z 80 do 160 kg N/ha wpływa na poprawę efektywności ekonomicznej uprawy sorgo z jednostki powierzchni wykorzystywanego jako surowiec kiszonkowy.

Literatura

Augustyńska-Grzymek I. (red.) 2014: *Produkcja, koszty i dochody z wybranych produktów rolniczych w latach 2012-2013 (wyniki rachunku symulacyjnego),* 98 ss., IERiGŻ-PIB, Warszawa, ISBN: 978-83-7658-471-3.

Berggren M., Ljunggren E., Johnsson F. 2008: *Biomass co-firing potentials for electricity generation in Poland. Matching supply and co-firing opportunities*, Biomass and Bioenergy, 32, 865-879.

Cornelissen S., Koper M., Deng Y.Y. 2012: *The role of bioenergy in a fully sustainable global energy system*, Biomass and Bioenergy, 41, 21-33.

Gołasa P. 2014: *Gospodarstwa rolne jako producenci substratów do produkcji biogazu rolniczego,* Rocz. Nauk. SERiA, t. XVI, z. 6, 132-136.

Kołodziej B. 2012: *Sorgo dwukolorowe Sorghum bicolor (L.) Moench,* [w:] B. Kołodziej, M. Matyka (red.), *Odnawialne źródła energii. Rolnicze surowce energetyczne*, PWRiL, Poznań, 329-367, ISBN 978-83-09-01139-2.

Matyka M. 2011: *Rolnictwo a odnawialne źródła energii-szanse i zagrożenia*, [w:] J.S. Zegar (red.), *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym (11).* Raport PW IERiGŻ-PIB, Warszawa, 95-120, ISBN: 978-83-7658-114-9.

Oslaj M., Mursec B., Vindis P. 2010: *Biogas production from maize hybrids*. Biomass and Bioenergy, nr 34, 1538-1545.

Protokół z Kyoto do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, Dz.U. 2005, nr 203, poz. 1683 i 1684.

Roszkowski A. 2008: *Biomasa kontra rolnictwo,* Inżynieria Rolnicza, 10(108), 201-208.

Skarżyńska A. (red.) 2014: *Wyniki ekonomiczne wybranych produktów rolniczych w 2012 roku,* ss. 109, IERiGŻ-PIB, Warszawa, ISBN: 978-83-7658-472-0

Węglarzy K., Podkówka W. 2010: *Agrobiogazownia,* 156 ss., IŻ-PIB, Balice k. Krakowa, ISBN: 978-83-7607-100-8.

Summary

One of the important directions of the use of renewable energy sources is the production of biogas. This paper presents an assessment of the profitability of sorghum cultivation for biogas depending on the nitrogen fertilization level. Data used in this paper are the results a field experiment from the years 2010-2014 and market quotations. The analysis showed that sorghum is characterized by a high level of yields, but they are variable between years. However, the cultivation of this species for biogas with yields ranging from 58 to 145 t/ha .g.m. is economically effective. In addition, an increase the dose of mineral nitrogen fertilization improves economic efficiency of sorghum cultivation from area unit, used as a raw material for silage.

Adres do korespondencji
dr hab. Mariusz Matyka
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach
Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. (81) 886 34 21, wew. 360
e-mail: mmatyka@iung.pulawy.pl