

ALINA KOWALCZYK-JUŚKO**BOGDAN KOŚCIK**

Akademia Rolnicza w Lublinie

Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu

Produkcja biomasy miskanta cukrowego i spartiny preriowej w zróżnicowanych warunkach glebowych oraz możliwości jej konwersji na energię

The *Miscanthus sacchariflorus* and *Spartina pectinata* biomass production in different soil conditions and possibilities of its conversion into energy

Produkcja biomasy na cele energetyczne cieszy się coraz większym zainteresowaniem rolników. Jako rośliny energetyczne mogą być uprawiane zarówno gatunki jednoroczne, jak i wieloletnie. W Europie Zachodniej wprowadzane są do uprawy wieloletnie gatunki szybko rosnących traw o dużym potencjale plonowania. W Instytucie Nauk Rolniczych w Zamościu podjęto badania nad miskantem cukrowym i spartiną preriową. Jak wynika z przeprowadzonych badań, gatunki te dobrze przystosowują się do warunków klimatycznych Polski. Potencjał ich plonowania jest znaczny, nawet przy ekstensywnej uprawie bez nawożenia mineralnego. *Spartina preriowa* okazuje się gatunkiem bardziej tolerancyjnym na skrajne warunki glebowe. Miskant cukrowy wymaga gleb lepszej jakości, żyznych. Biomasa badanych traw może być wykorzystana do produkcji energii w procesie spalania (po sprasowaniu lub przetworzeniu do postaci brykietów i peletów). Wartość opałowa miskanta wynosi ok. 19 MJ/kg, zaś spartiny 17 MJ/kg. Innym sposobem pozyskiwania energii z biomasy traw jest fermentacja metanowa.

Słowa kluczowe: biomasa, energia odnawialna, miskant cukrowy, spartina preriowa

Biomass production for the renewable energy purposes becomes more and more interesting for farmers. Both annual and perennial species may be cultivated as the energy plants. In Western Europe, some fast growing perennial grass species with high yield potential have been put into practice. The *Miscanthus sacchariflorus* and *Spartina pectinata* are among these plants, they are also under investigation in the Institute of Agricultural Sciences in Zamość. As the results show, the both species are very well adapted to the Polish climate conditions. Their yields are considerable even at extensive cultivation without mineral fertilization. The *Spartina* is tolerant to extreme soil conditions, the *Miscanthus* shows higher yield potential on fertile soils. The grass biomass can be used for energy production in the combustion process (after transformation into briquettes or pellets). The *Miscanthus* calorific value amounts to about 19 MJ/kg and the one for *Spartina* is about 17 MJ/kg. Another possible way of energy production from the fast growing grasses is methane fermentation.

Key words: biomass, *Miscanthus sacchariflorus*, renewable energy, *Spartina pectinata*

WSTĘP

Pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych staje się coraz bardziej aktualnym tematem. Wyniki ekspertyz zawarte w „Strategii rozwoju energetyki odnawialnej” wskazują, że największym potencjalnym źródłem energii w Polsce jest biomasa. Wykorzystanie surowców rolniczych na cele energetyczne niesie ze sobą szereg korzyści: zmniejszenie zużycia surowców kopalnych, ograniczenie emisji związków zanieczyszczających powietrze, możliwość poprawy warunków życia ludności wiejskiej dzięki nowym miejscom pracy i dodatkowym źródłom dochodu, zmniejszenie bezrobocia i inne.

Lista roślin, które mogą znaleźć wykorzystanie w energetyce jest długa. W zależności od postaci paliwa (etanol, biodiesel, sucha masa, biogaz) należy wybrać odpowiedni gatunek (lub gatunki) roślin, charakteryzujące się określonym składem chemicznym i wolumenem plonu (Jeżowski, 2003). Na cele energetyczne szczególnie przydatne mogą być rośliny o cyklu fotosyntezy C_4 , dzięki lepszemu wykorzystaniu energii słonecznej, wody i składników pokarmowych w porównaniu z roślinami typu C_3 . Na świecie dużym zainteresowaniem cieszy się uprawa roślin tego typu, szczególnie z rodzaju *Miscanthus*. Badania nad uprawą roślin obcych naszej strefie klimatycznej prowadzone są w kraju od kilku lat (Majtkowski, 1997, 1998; Nalborczyk, 1996).

Celem doświadczenia polowego była ocena wpływu warunków glebowych na plonowanie i rozwój dwu gatunków traw wieloletnich: spartiny preriowej (*Spartina pectinata* Link, syn. *Spartina michauxiana* Hitchc.) i miskanta cukrowego (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Benth.). Badania miały też ocenić przydatność tych gatunków do wykorzystania na cele energetyczne.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe zostało założone w 1999 roku w układzie całkowicie losowym w sześciu powtórzeniach. Wyniki będące podstawą niniejszej pracy pochodzą z piątego roku wegetacji roślin. Doświadczenie założono na trzech typach gleby w miejscowościach Krasnobród i Hutki, przy czym w miejscowości Hutki zlokalizowano dwa pola doświadczalne, oznaczone w niniejszej pracy jako Hutki I i Hutki II. Charakterystykę gleb zawiera tabela 1. Na podstawie analizy fizycznej ustalono, iż poszczególne gleby miały charakter utworu: w Krasnobrodzie — ilastego, w Hutkach I — gliniastego, w Hutkach II — piaszczystego. Łączna liczba poletek wyniosła 36, po 6 poletek w danych warunkach glebowych. Powierzchnia pojedynczego poletka wyniosła 10 m^2 ($2 \times 5\text{ m}$). Na poletkach od dwu lat nie stosowano nawożenia. Podczas wegetacji prowadzono pomiary biometryczne, zaś po jej zakończeniu rośliny zebrano i ustalono plon powietrznie suchej masy. Następnie pobrano próby roślin, które poddano badaniom wartości opałowej. Analizy przeprowadzono w Europejskim Centrum Energii Odnawialnej IBMER w Warszawie zgodnie z metodyką określoną przez PN-93/Z-15008/04 Oznaczanie ciepła spalania i obliczanie wartości opałowej. Uzyskane wyniki pomiarów biometrycznych opracowano

statystycznie wykonując analizę wariancji. Oceny istotności różnic dokonano za pomocą testu Tukeya z 5% ryzykiem błędu.

Tabela 1

Charakterystyka gleb pól doświadczalnych
Characteristic of soil on experimental fields

Wyszczególnienie Specification	Krasnobród	Hutki I	Hutki II
	skład granulometryczny granulometric composition (%)		
Frakcje gleby Soil fraction (mm)			
1–0,1	8	25	86
0,1–0,02	27	27	11
< 0,02	65	48	3
Składnik Ingredient	zawartość (mg/100 g gleby) contents (mg/100 g of soil)		
P ₂ O ₅	5,6	10,4	2,5
K ₂ O	5,2	5,3	0,0
Mg	2,1	2,3	0,4
pH w KCl	6.5	4.2	4.2

Warunki meteorologiczne sezonu wegetacyjnego 2003 roku znacznie odbiegały od średniej wieloletniej. Suma opadów w poszczególnych miesiącach była niższa (z wyjątkiem maja), zaś średnia temperatura — wyższa (tab. 2). Warunki nie były więc sprzyjające rozwojowi traw, szczególnie z rodzaju *Miscanthus*, które do osiągnięcia maksymalnego plonu potrzebują co najmniej 600 mm opadów w sezonie wegetacyjnym (Podleśny, 1995).

Tabela 2

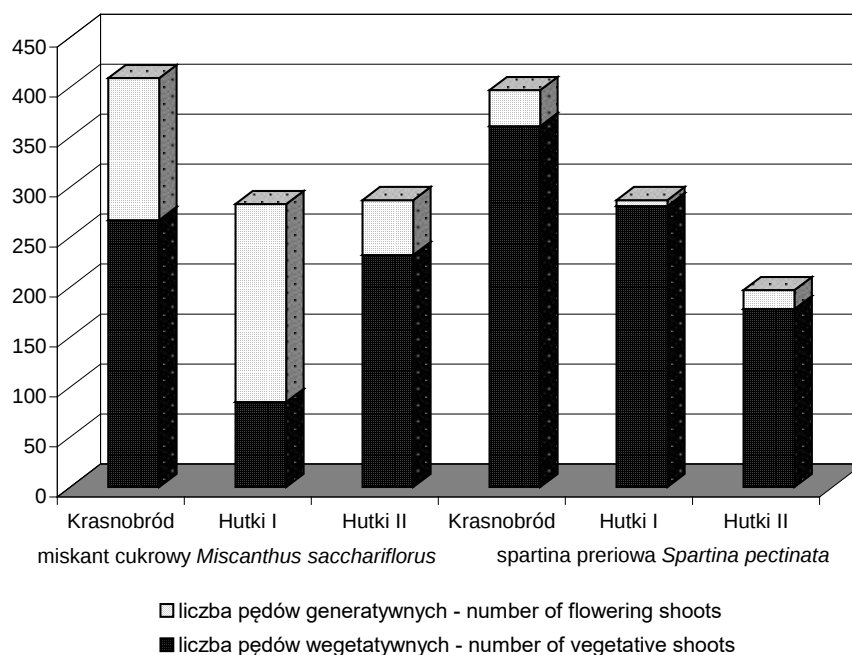
Temperatura powietrza i suma opadów w okresie wegetacji
Temperature of air and precipitation during the vegetation season

Miesiąc Month	Średnia temperatura powietrza Mean air temperature (°C)		Suma opadów Total precipitation (mm)	
	2003	1981–1990	2003	1981–1990
V	18,5	13,0	112,6	47,3
VI	19,0	15,3	51,9	88,0
VII	20,4	16,8	57,9	74,2
VIII	18,9	15,8	50,7	77,4
IX	13,0	11,4	11,6	62,0
V–IX	17,9	14,6	284,7	348,9

WYNIKI I DYSKUSJA

Na poletkach doświadczalnych nie zaobserwowano porażenia miskanta cukrowego i spartiny periowej przez jakiegokolwiek patogeny. Nie stwierdzono również występowania zachwaszczenia na obszarze poletek dzięki silnemu rozkrzewieniu roślin. Liczba pędów miskanta na poszczególnych utworach glebowych wahała się w granicach 283–409 na 1 m², zaś spartina wykształciła 197–397 pędów/m² (rys. 1). Obydwa badane gatunki najsilniej krzewiły się na glebie ilastej. Intensywne krzewienie traw predestynuje je do

nasadzeń na gruntach zagrożonych erozją, a także sprawia, że nie wymagają intensywnej pielęgnacji, co obniża koszty uprawy (Majtkowski, 1998).



Rys. 1. Wpływ gleby na krzewienie badanych traw na 1 m²
Fig. 1. Influence of soil on tillering of grasses per 1 m²

Miskant wytwarzał większą liczbę pędów generatywnych w porównaniu ze spartiną (rys. 1). Wykształcenie kwiatostanów nie ma wpływu na rozmnażanie badanych traw, gdyż w warunkach europejskich ich rozmnażanie odbywa się za pomocą sadzonek kłaczowych. Wykształcenie kwiatostanów w przypadku miskanta ważne jest z punktu widzenia uprawy tego gatunku na cele ozdobne. Walorem dekoracyjnym spartiny są długie, elastyczne liście. W analizowanym doświadczeniu liście spartiny preriowej osiągały długość 69–82 cm, niezależnie od typu gleby. Miskant wykształcił znacznie krótsze liście o średniej długości około 40 cm (tab. 3). Długość liści była w przypadku miskanta jedyną cechą niezależną od środowiska glebowego. Pozostałe cechy biometryczne, a także plon powietrznie suchej masy uzyskanej z 1 m² różniły się w sposób istotny w zależności od lokalizacji poletek doświadczalnych. Wszystkie wymienione cechy osiągnęły najwyższą wartość na glebie gliniastej i były istotnie wyższe w porównaniu z uzyskanymi na piasku. Świadczy to o istotnym spadku plonowania miskanta cukrowego w niekorzystnych warunkach. Wyniki te potwierdzają opinię, że miskant cukrowy na stanowiskach suchych, pozbawionych kompleksu sorpcyjnego rośnie słabo (Nalborczyk, 1996).

Cechy biometryczne i wytworzona biomasa spartiny preriowej nie były ściśle uzależnione od typu gleby (tab. 3). Wprawdzie wszystkie badane parametry osiągały

najwyższą wartość na glebie ilastej, jednakże analiza statystyczna wykazała, iż różnice te nie były istotne. Można więc stwierdzić, iż spartina preriowa wykazuje bardzo dużą tolerancję na skrajnie niekorzystne warunki glebowe. O znacznych możliwościach adaptacyjnych spartiny do skrajnych warunków ekologicznych świadczy występowanie jej w zbiorowiskach roślin hydrofilnych, jak i kserofilnych. Doświadczenia przeprowadzone w Puławach i Bieruniu również potwierdziły, iż spartina preriowa dobrze znosi niekorzystne warunki panujące w sąsiedztwie zakładów azotowych, a także na rekultywowanym zwałowisku powęglowym (Majtkowski, 1997).

Tabela 3

Wpływ gleby na cechy biometryczne i plon badanych traw
Influence of soil on biometric characteristics and yield of grasses

Lokalizacja Location	Wysokość roślin Plants height (cm)	Długość kwiatostanu Inflorescence length (cm)	Długość liścia Leaf length (cm)	Masa roślin Plants weight (kg/m ²)
<i>Miskant cukrowy</i> <i>Miscanthus sacchariflorus</i>				
Krasnobród	124,0	13,7	43,1	1,2
Hutki I	178,4	16,9	38,4	1,8
Hutki II	77,1	13,9	36,3	0,7
Średnio Mean	126,5	14,8	39,3	1,2
NIR _{0,05}	52,1	2,6	n.i.	0,38
LSD _{0,05}				
<i>Spartina preriowa</i> <i>Spartina pectinata</i>				
Krasnobród	138,2	22,1	78,8	1,2
Hutki I	168,8	32,7	82,5	1,6
Hutki II	135,0	16,9	68,9	1,0
Średnio Mean	147,3	23,9	76,7	1,3
NIR _{0,05}	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
LSD _{0,05}				

n.i. — Różnica nieistotna; Not significant difference

Uzyskane wyniki dotyczące poszczególnych parametrów biometrycznych oraz plonu miskanta cukrowego i spartiny preriowej są niższe od podawanych przez Majtkowskiego (1998). Wynika to z dwu powodów: braku nawożenia mineralnego oraz niesprzyjających warunków klimatycznych panujących w sezonie wegetacyjnym, szczególnie pod względem poziomu opadów.

Możliwości pozyskiwania energii z biomasy roślinnej

Najbardziej popularnym sposobem pozyskiwania energii z biomasy roślinnej jest jej spalanie. Badane trawy nadają się do spalania po sprasowaniu (podobnie jak słoma), a także po wstępnym przetworzeniu do postaci brykietów lub peletów. Jak wykazały wyniki badań własnych wartość opałowa robocza biomasy miskanta cukrowego wynosi 19,1 MJ/kg suchej masy, zaś spartiny preriowej 16,8 MJ/kg.

Stosunkowo nowym rozwiązaniem wykorzystania biomasy roślinnej do produkcji energii jest fermentacja metanowa (Szewczyk, 2003). Projekt systemu wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej w skojarzeniu opracowany został w 2001 roku, a prototyp bioelektrowni ma zostać zrealizowany w gminie Łaszczów (woj. lubelskie). W elektrowni

może zostać wykorzystana biomasa odpadowa z produkcji rolniczej i przemysłu rolno-spożywczego, jednak głównym jej źródłem powinny być specjalne plantacje obsadzone roślinami o dużym potencjale plonowania. Mogą to być rośliny jednoroczne (burak cukrowy i pastewny, kukurydza i inne), jednak bardziej wskazane wydają się rośliny wieloletnie ze względu na mniejsze koszty. Stąd też poszukuje się gatunków roślin wieloletnich, które wytwarzają duży plon biomasy. W tym kontekście wykorzystanie miskanta cukrowego i spartiny preriowej wydaje się ze wszech miar wskazane (Kryłowicz i in., 2001).

PODSUMOWANIE

Jak wynika z przeprowadzonych badań, zarówno miskant cukrowy jak i spartina preriowa dobrze aklimatyzują się do warunków południowo-wschodniej Polski. Dzięki silnemu krzewieniu i znacznej wysokości pędów zacieniają glebę i są konkurencyjne dla chwastów. Spartina preriowa jest bardziej tolerancyjna na niekorzystne warunki glebowe w porównaniu z miskantem. Z kolei w bardziej sprzyjających warunkach miskant osiąga wyższe plony. Biomasa obydwu badanych gatunków może być wykorzystana do produkcji energii elektrycznej i cieplnej w procesie spalania lub fermentacji metanowej.

LITERATURA

- Jeżowski S. 2003. Rośliny energetyczne — produktywność oraz aspekt ekonomiczny, środowiskowy i socjalny ich wykorzystania jako ekobiopaliwa. Post. Nauk Roln. 3: 61 — 73.
- Kryłowicz A., Chrzanowski K., Usidus J. 2001. Sposób i układ wytwarzania metanu i energii elektrycznej i cieplnej. Zgłoszenie patentowe. Maszynopis, Zamość.
- Majtkowski W. 1997. Gatunek pionierski dla terenów zdegradowanych — *Spartina michauxiana* Hitchc. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 451: 317 — 323.
- Majtkowski W. 1998. Przydatność wybranych gatunków traw typu C₄ do upraw alternatywnych w Polsce. Hod. Roślin Nasien. 2: 41 — 44.
- Nalborczyk E. (red.). 1996. Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródła energii. SGGW, Warszawa.
- Podleśny J. 1995. Chińska trawa trzcinowata rośliną XXI wieku? Rolnik, 11: 5.
- Szewczyk K. W. 2003. Technologie fermentacji metanowej. Mat. Konf. „Strategia działań na rzecz poprawy stanu środowiska naturalnego”, WKTiR, Krasnobród: 70 — 78.