

Wartość energetyczna kilku gatunków traw uprawianych na glebie lekkiej

A. DRADRACH¹, D. GĄBKA¹, J. SZLACHTA², K. WOLSKI¹

¹Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni,

²Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Energy value of several grass species cultivated on light soil

Abstract. In the research performed, the yield of dry mass of individual grass species, the energy value and ash content were determined. The most valuable species for energy crops turned out to be plants of the C₄ photosynthetic type. Those species were characterized with high yield at limited fertilization and supply with rain and ground water. The fuel value of 1 kg of such biomass amounts to 10-20 MJ. The research has also shown a smaller ash content in the biomass of those grass species, compared with the perennial, native grasses of type C₃ type *Phalaris arundinacea* L. or *Dactylis glomerata* L.

Key words: energy value, grass species, cultivate, light soil

1. Wstęp

Dynamiczny rozwój cywilizacji w ostatnich dziesięcioleciach na całym świecie wpływa na wzrost zużycia energii. Nałożony na Polskę obowiązek stosowania surowców odnawialnych w produkcji energii na poziomie 7,5% do 2010 roku spowodował zwiększenie wykorzystania roślin (GOGÓŁ, 2001; KOWALIK, 1994; KUPCZYK i EKIELSKI, 2002; SZCZUKOWSKI i TWORKOWSKI, 2001). W rolnictwie przy produkcji biomasy stosowane są wysokowydajne gatunki roślin uprawnych. Jako najlepsze z możliwych do zastosowania w produkcji masy organicznej uważa się trawy (DEUTER i JEŻEWSKI 1997; 2002; HOTZ i wsp., 1996; JEŻEWSKI, 1994; 1999; 2002; GRADZIUK, 1995).

Dokonano więc oceny wartości energetycznej kilku gatunków traw uprawianych na glebie lekkiej, w warunkach klimatycznych Wrocławia.

2. Materiał i metody

W latach 2004-2006 przeprowadzono doświadczenie polowe w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec we Wrocławiu. W badaniach określono wartość energetyczną następujących gatunków traw: *Dactylis glomerata* L., *Phalaris arundinacea* L.,

Deschampsia caespitosa (L.) P. Beauv., *Miscanthus sinensis* (Thunb.) Andersson, *Panicum virgatum* L., *Pennisetum setaceum* (Forssk) Chiov. oraz *Spartinia pectinata* Link.

Przed założeniem doświadczenia określono warunki glebowe. Oznaczono pH gleby, jej skład granulometryczny, zawartości form przyswajalnych fosforu, potasu i magnezu oraz węgiel organiczny i azot ogólny. Nawożenie mineralne stosowano jednorazowo wiosną, w każdym roku, w ilości: azot – 34 kg ha⁻¹, fosfor – 25 kg ha⁻¹ i potas – 50 kg ha⁻¹. Wartość energetyczną traw oceniono w 3, 4 i 5 roku ich pełnego użytkowania. Doświadczenie prowadzono w 3 powtórzeniach. Zbiór traw następował na przełomie września i października. Wielkość poletka przyjęta do zbioru biomasy wynosiła 1 m². W badaniach oznaczono: plon suchej masy, ilość pędów na jednostce powierzchni, ciepło spalania, zawartość popiołu. Badania prowadzono wg metody kompletnej randomizacji.

3. Wyniki i dyskusja

Gleba pod doświadczeniami należy do gleb kulturoziemnych – rigosoli. Są to gleby antropogeniczne, typologicznie przeobrażone wskutek głębokiej uprawy mechanicznej. Zabiegi te zmieniają właściwości morfologiczne i biofizykochemiczne wyjściowego profilu (DROZD i wsp., 1997). Poziomy genetyczne omawianej gleby nie wykazują większego zróżnicowania pod względem uziarnienia. Wszystkie wytworzone są z piasku słabogliniastego, jedynie poziom skały podścielającej jest zbudowany z gliny lekkiej (tab. 1).

Tabela 1. Skład granulometryczny gleby – RZD Swojec
Table 1. Granulometric composition of soil – RZD Swojec

Poziom genetyczny Genetic horizon	Procentowa zawartość frakcji granulometrycznych o średnicy (mm) Percentage contents of granulometric fraction with diameter (mm)									
	Symbol Symbol	Miąszość Thickness (cm)	>1	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,02	0,02–0,006	0,006–0,002
A	5–15	1,8	8,25	23,25	49,5	6,0	4,0	3,0	3,0	3,0
Bvg	40–50	2,2	10,75	24,0	43,25	9,0	4,0	4,0	1,0	4,0
C1g	70–80	1,6	9,0	21,5	53,5	7,0	4,0	2,0	1,0	2,0
C2g	85–95	12,0	9,75	22,5	51,75	8,0	3,0	2,0	0,0	3,0
II Cgg	110–120	9,0	9,25	18,2	31,5	9,0	5,0	6,0	2,0	19,0

Gleba charakteryzowała się odczynem kwaśnym do lekko kwaśnego, o czym świadczą wartości pH oznaczane w 1M KCl, które wahały się od 4,6 do 6,0 (tab. 2). Zawartość poszczególnych form przyswajalnych P, K i Mg różnicuje się w profilu glebowym. Waha się od 0,6 do 41,0 mg 100 g⁻¹ fosforu, 5,8 do 15, mg 100 g⁻¹ potasu oraz od 1,2 do

10,0 mg 100 g⁻¹ magnezu. Największe ilości form przyswajalnych znajdują się w poziomie próchnicznym, co pozwala zaliczyć badaną glebę do gleb zasobnych i bardzo zasobnych w te składniki. Również w przypadku azotu i węgla zawartości w poziomie A są wysokie. Stosunek C:N w glebie waha się w powierzchniowych warstwach od 7,5:1 do 11:1 i jest typowy dla gleb uprawnych. Ilość próchnicy wynosi od 2,50 w poziomie Bvg do 13,7 g kg⁻¹ w poziomie akumulacyjnym, co także wskazuje na wysoką zawartość dla gleby lekkiej.

Tabela 2. Właściwości badanej gleby
Table 2. Properties of examined soil

Poziom gleby Genetic horizon	pH _{KCl}	Formy przyswajalne mg 100 g ⁻¹ Nutrients available mg 100 g ⁻¹			N g kg ⁻¹	C g kg ⁻¹	Próchnica Organic matter g kg ⁻¹	C:N
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg				
A	6,0	41,00	15,70	10,00	0,7	8,0	13,7	11
Bvg	4,6	6,40	5,80	3,75	0,2	1,5	2,50	7,5
C1g	4,7	1,90	6,30	1,20	–	–	–	–
C2g	5,1	3,60	8,80	2,45	–	–	–	–
II Cgg	5,6	0,60	15,40	8,10	–	–	–	–

Klimat Wrocławia charakteryzuje się dużą zmiennością warunków pogodowych (ROJEK i ŻYROMSKI, 2004). Wg WOSIA (1999) miasto Wrocław należy do Regionu Dolnośląskiego Środkowego (R – XXN). Cechuje go najdłuższy w Polsce okres wegetacyjny – 226 dni i łagodny klimat. Średnia roczna temperatura powietrza dla Wrocławia wynosi 9°C, dla miesiąca stycznia –1,5°C, a lipca 18,8°C. Opady występują w ciągu 167 dni w roku. Ich średnia roczna suma wynosi 583 mm (DUBICKI i wsp., 2002). Przebieg pogody (temperatura i opady) w okresie badań i wieloleciu przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Temperatura powietrza i opady we Wrocławiu w latach badań
Table 3. Temperature of air and precipitation in Wrocław in the years of research

Wyszczególnienie Specification	Lata badań Years of research			Wielolecie Many years
	2004	2005	2006	
Suma opadów w okresie wegetacji (mm) Total precipitation in vegetation period (mm)	229,4	363,3	319,9	363,5
Suma opadów rocznych (mm) Total precipitation in year (mm)	498,6	581,0	566,2	566,6
Średnie temperatury w okresie wegetacji (°C) Mean temperature in vegetation period (°C)	15,3	15,2	16,6	14,0
Średnie temperatury roczne (°C) Mean temperature in year (°C)	9,4	9,0	9,5	8,0

W 2004 roku suma opadów w okresie wegetacji była najniższa i stanowiła tylko ok. 60% wartości opadów z wielolecia 1970–2006. W okresie wegetacji i całym 2005 roku wystąpiły najwyższe opady – odpowiednio 363,3 mm oraz 581,0 mm. W tym roku suma opadów w okresie wegetacji pokrywała się ze średnią z wielolecia, natomiast średnia suma roczna opadów przewyższała średnią z wielolecia o 14,4 mm. Suma opadów w okresie wegetacji 2006 roku była niższa od średniej sumy opadów z wielolecia o 43,6 mm. Suma opadów rocznych w 2006 roku była wyrównana z sumą z wielolecia (odpowiednio 566,2 i 566,6). Średnia temperatura w okresie wegetacji w każdym roku badań i średnia roczna temperatura były wyższe od średnich z wielolecia.

Ocena wartości opałowej traw jest tematem aktualnym. W 2001 roku założono poletka doświadczalne przyjmując w zależności od gatunku trawy od 3 do 5 roślin na 1 m². Doświadczenia prowadzono do 2006 roku łącznie. Kolekcja badanych traw znajduje się na terenie miasta Wrocławia. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że gatunkami lepszymi do upraw energetycznych na glebie lekkiej w warunkach klimatycznych Wrocławia okazały się trawy z fotosyntezą typu C₄ (tab.4). Gatunki te charakteryzowały się ponad 3 – krotnie wyższym plonowaniem (średnia 77,13 dt ha⁻¹ s.m.) w porównaniu do gatunków o fotosyntezie typu C₃ (średnia 23,17 dt ha⁻¹ s.m.). Najlepsze plonowanie określono u *Spartinia pectinata*, *Miscanthus sinensis* i *Panicum virgatum*. Przy czym u *Spartinia pectinata* i *Miscanthus sinensis* określono najmniejszą ilość pędów na jednostce powierzchni, odpowiednio 153 i 163 szt. m⁻².

Tabela 4. Średni plon suchej masy oraz ilość pędów traw (średnia z lat 2004-2006)
Table 4. Mean yield of dry mass and shoots number of grasses (mean from years 2004-2006)

Wyszczególnienie Specification	Plon (dt ha ⁻¹ s.m.) Yield (dt ha ⁻¹ DM)	Ilość pędów (szt. m ⁻²) Shoot's number (no. m ⁻²)
<i>Miscanthus sinensis</i> (Thunb.) Andersson	80,39	153
<i>Panicum virgatum</i> L.	71,58	377
<i>Pennisetum setaceum</i> (Forssk) Chiov.	67,49	320
<i>Spartinia pectinata</i> Link.	89,07	163
Średnia dla gatunków C ₄ Mean for species C ₄	77,13	253
<i>Dactylis glomerata</i> L.	32,54	140
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	22,18	243
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. Beauv.	14,80	137
Średnia dla gatunków C ₃ Mean for species C ₃	23,17	173
Średnia dla wszystkich gatunków Mean for all species	20,05	184
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$	19,01	68

Średnia wartość ciepła spalania 1 kg suchej masy dla wszystkich badanych gatunków wynosiła 17,343 MJ i nie różniła się u traw z fotosyntezą typu C₄ oraz C₃ (tab. 5). Naj-

wyższą wartość ciepła spalania określono w biomacie *Panicum virgatum* (18,306 MJ kg⁻¹ s.m.), *Dactylis glomerata* (17,963 MJ kg⁻¹ s.m.) oraz *Spartinia pectinata* (17,387 MJ kg⁻¹ s.m.). Analizując wartość energetyczną plonu najwyższe wartości określono dla *Spartinia pectinata* – ok. 158 919 MJ ha⁻¹, *Miscanthus sinensis* – 140 452 MJ ha⁻¹, *Panicum virgatum* – 131 037 MJ ha⁻¹ i *Pennisetum setaceum* – 107 506 MJ ha⁻¹. Wartość energetyczna plonu traw o fotosyntezie typu C₃ nie przekraczała 60 000 MJ ha⁻¹. Przeprowadzone badania wykazały, że średnia zawartość popiołu w biomacie traw o fotosyntezie typu C₄ wyniosła 5,81% s.m., natomiast traw o fotosyntezie typu C₃ – 7,29% s.m. Najniższą zawartość popiołu stwierdzono w suchej masie u *Spartinia pectinata* (4,55% s.m.) oraz *Miscanthus* (4,74% s.m.).

Tabela 5. Charakterystyka wartości energetycznej kilku gatunków traw
Table 5. Characteristic of energy value of several grass species

Wyszczególnienie Specification	Ciepło spalania (MJ kg ⁻¹ s.m.) Incinerating warmth (MJ kg ⁻¹ DM)	Wartość ener- getyczna plonu (MJ ha ⁻¹ s.m.) Energy value of yield (MJ ha ⁻¹ DM)	Zawartość popiołu (% s.m.) Contents of ash (% DM)
<i>Miscanthus sinensis</i> (Thunb.) Andersson	17,472	140 452	4,74
<i>Panicum virgatum</i> L.	18,306	131 037	6,66
<i>Pennisetum setaceum</i> (Forssk) Chiov.	15,930	107 506	7,29
<i>Spartinia pectinata</i> Link.	17,842	158 919	4,55
Średnia dla gatunków C ₄ Mean for species C ₄	17,387	134 112	5,81
<i>Dactylis glomerata</i> L.	17,963	58 450	7,59
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	17,027	37 759	6,76
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. Beauv.	16,875	24 975	7,53
Średnia dla gatunków C ₃ Mean for species C ₃	17,288	40 060	7,29
Średnia dla wszystkich gatunków Mean for all species	17,343	34 772	6,47
NIR $\alpha = 0,05$ LSD $\alpha = 0,05$	0,62	71 847	0,84

4. Wnioski

- Wśród porównywanych gatunków do upraw energetycznych na glebie lekkiej w warunkach klimatycznych Wrocławia trawy z fotosyntezą typu C₄ są lepsze. Gatunki te charakteryzowały się wyższym ciepłem spalania i wartością energetyczną plonu oraz niższą zawartością popiołu w suchej masie.

- Najwyższą wartość energetyczną plonu suchej masy z jednostki powierzchni określono dla spartiny preriowej, miskanta chińskiego oraz prosa różgowego.

Literatura

- DEUTER M., JEŻEWSKI S., 1997. Szanse i problemy hodowli traw z rodzaju *Miscanthus* jako roślin alternatywnych. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo*, 4, 45-48.
- DEUTER M., JEŻEWSKI S., 2002. Stan wiedzy o hodowli traw olbrzymich z rodzaju *Miscanthus*. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2, 59-67.
- DROZD J., LICZNAK M., LICZNAK S., WEBER J., 1997. Gleboznawstwo z elementami mineralogii i petrografii. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, 22, 89-91.
- DUBICKI A., DUBICKA M., SZYMANOWSKI M., 2002. Klimat Wrocławia. Środowisko Wrocławia. Informator 2002. Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju, Wrocław, 9-25.
- GOGÓŁ W., 2001. Możliwości wykorzystania energii odnawialnych w Polsce. Techniczne, ekologiczne i ekonomiczne aspekty energetyki odnawialnej. Wydawnictwo SGGW, 12-25.
- GRADZIUK P., 1995. Możliwości energetycznego wykorzystania słomy. *Postępy Nauk Rolniczych*, 5, 31-39.
- HOTZ A., KUNH W., JODL S., 1996. Screening of different *Miscanthus* cultivars in respect of yield production and usability as a raw material for energy and industry. Elsevier Science Ltd., Oxford – New York – Tokyo, 523-527.
- JEŻEWSKI S., 1994. *Miscanthus sinensis* „Giganteus” – trawa o przeznaczeniu przemysłowym i energetycznym. *Genetica Polonica*, 35A, 371-375.
- JEŻEWSKI S., 1999. Miskant chiński (*Miscanthus sinensis* (Thunb. Andersson) – źródło odnawialnych i ekologicznych surowców dla Polski. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 468, 159-166.
- JEŻEWSKI S., 2002. Rośliny energetyczne – ogólna charakterystyka, uwarunkowania fizjologiczne i znaczenie w produkcji ekopaliwa. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2, 19-27.
- KOWALIK P., 1994. Potencjalne możliwości energetycznego wykorzystania biomasy w Polsce. *Gospodarka Paliwami i Energią*, 3, 9-12.
- KUPCZYK A., EKIELSKI A., 2002. Bioetanol – szansa dla polskiego rolnictwa. *Wieś Jutra*, 5, 13-15.
- ROJEK M., ŻYROMSKI A., 2004. Agrometeorologia i klimatologia. Wydawnictwo AR we Wrocławiu.
- WOŚ A., 1999. Klimat Polski. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J., 2001. Produktywność oraz wartość energetyczna biomasy wierzb krzewiastych *Salix sp.* na różnych typach gleb w pradolinie Wisły. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2, 29-36.

Energy value of several grass species cultivated on light soil

A. DRADRACH¹, D. GĄBKA¹, J. SZLACHTA², K. WOLSKI¹

¹*Department of Grassland and Landscape Development, ²Institute of Agricultural Engineering, Wrocław University of Environmental and Life Sciences*

Summary

The dynamic development of civilization throughout the world in the last decades affects energy consumption. The obligation imposed on Poland to achieve employment of removable sources of energy at the level of 7.5% before 2010 makes it necessary to use high-yielding crop species in the production of biomass. For that purpose, i.e. production of biomass, the best are thought to be grasses.

In 2004-2006, field experiments were carried out in Agricultural Experiment Station at Swójec by Wrocław. The energy value of the following grass species was determined: *Dactylis glomerata* L., *Phalaris arundinacea* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv., *Miscanthus sinensis* (Thunb.) Andersson, *Panicum virgatum* L., *Pennisetum setaceum* (Forssk) Chiov. and *Spartinia pectinata* Link. The study was performed using the complete randomization method.

The research conducted revealed that of the species compared the best grasses for energy crops, on light soil and under the climatic conditions of Wrocław, are those with photosynthesis of type C₄. Those species were characterized by higher heat of combustion and energy value of crop, and lower ash content in dry mass. The highest crop energy value per unit area was found for *Spartinia pectinata*, *Miscanthus sinensis* and *Panicum virgatum*.

Recenzent–Reviewer: *Wanda Harkot*

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Dr hab. Karol Wolski, prof. nadzw.

Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław

tel. (071) 320 16 51

e-mail: Karol@ekonom.ar.wroc.pl