

## WARUNKI SIEDLISKOWE, PLONOWANIE I MOŻLIWOŚCI ENERGETYCZNE WYKORZYSTANIA BIOMASY Z DOMINACJĄ TRZCINNIKA PIASKOWEGO (*CALAMAGROSTIS EPIGEJOS*)

MIECZYSLAW GRZELAK<sup>1</sup>, ELIZA GAWEL<sup>2</sup>, MACIEJ MURAWSKI<sup>1</sup>, BOGUSŁAWA WALISZEWSKA<sup>3</sup>,  
AGNIESZKA KNIOLA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,  
ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

<sup>2</sup>Instytut Uprawy Nawożenia Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,  
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

<sup>3</sup>Instytut Chemicznej Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,  
ul. Wojska Polskiego 38/42, 60-637 Poznań

**Synopsis.** Badania warunków siedliskowych i plonowania trzcinnika piaskowego (*Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH) prowadzono w latach 2009–2011, w trzech stanowiskach, w powiecie czarnkowsko-trzcianeckim. Warunki siedliskowe oceniono metodą fitoindykacyjną. Udział różnych grup roślin w zbiorowisku określono metodą botaniczno-wagową. Badania laboratoryjne wartości energetycznej i składu chemicznego, przeprowadzono w Instytucie Chemicznej Technologii Drewna UP w Poznaniu według normy PN-92/P-50092. Stwierdzono małe wymagania trzcinnika wobec siedliska: uwilgotnienie  $F=3,63$ , odczyn gleb silnie kwaśny  $R=2,36$  i bardzo niska zawartości gleby w azot ( $N=2,53$ ). Plony kształtowały się na poziomie  $4,03\text{--}4,47\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ sm}$ ; wartość energetyczna biomasy jest bardzo wysoka, o czym świadczy ciepło spalania wynoszące od  $18,1$  do  $19,1$  ( $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$ ) i wartość opałowa od  $17,0$  do  $17,5$  ( $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ s.m.}$ ). Zawartość popiołu, chloru, węgla i siarki ogólnej w biomasy trzcinnika piaskowego, była na stosunkowo niskim poziomie.

**Słowa kluczowe:** wartość energetyczna plonu, biomasa, trzcinnik pospolity, warunki siedliskowe

### WSTĘP

Trzcinnik piaskowy (*Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH) jest najpospolitszym z siedmiu gatunków w rodzaju *Calamagrostis* Adans. występujących w Polsce [Patrzalek i in. 2002]. Jest to trawa trwała, światłolubna, tworząca liczne mieszańce z gatunkami pokrewnymi oraz z piaskownicą zwyczajną (*Ammophila arenaria*). Ponadto gatunek charakteryzuje się szeroką skalą ekologiczną, a przez to ma możliwość przystosowania się do skrajnych warunków siedliskowych wchodzących w skład różnych zbiorowisk roślinnych [Prach i Wade 1992, Tüma 1998, Ulanova 2000]. Trzcinnik piaskowy często współdominuje z nawłocią kanadyjską (*Solidago canadensis*) i nawłocią późną (*Solidago serotina*) [Patrzalek i in. 2002]. Opisany takson występuje prawie w całej Polsce [Zajac i Zajac 2001], a swoje optimum uzyskuje w nitrofilnych zbiorowiskach zrębów leśnych przyczyniając się do degeneracji fitocenozy [Balcerkiewicz 2002], terenów wydeptywanych i ruderalnych, a także spontanicznie zasiedla tereny zwałowisk kopalni odkrywkowych, tworząc agregacyjne skupienia. Cechuje go ogromna ekspansywność i potencjał nasienny [Gamrat i Kochanowska 2005, Grzelak 2004]. Bardzo szybko rozprzestrze-

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address*: grzelak@au.poznan.pl

nia się, spełniając pożyteczną rolę gatunku pionierskiego oraz przyczyniając się np. do szybkiej rekultywacji terenów pokopalnianych (zdegradowanych) [Majtkowski i Majtkowska 1998], ale również często może stać się uporczywym chwastem [Sobczak 1976]. W zbiorowiskach łąkowych gatunek ten występuje najczęściej w klasie *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis* i w klasie *Molinio-Arrhenatheretea*, gdzie tworzy zubożałe postaci degradacyjne. Spotykany jest również w zbiorowiskach szuwarowych z klasy *Phragmitetea* [Fiala i in. 2003].

Wykorzystanie biomasy *Calamagrostis epigeji* z dominacją trzcinnika piaskowego dla celów energetycznych, wymaga zdaniem Szczukowskiego i in. [2001], wiedzy o możliwych do uzyskania plonach w celu zapewnienia dostaw surowca dla przemysłu. Ponadto ważną jest ocena właściwości energetycznych, jak również zawartości siarki, węgla i chloru, gdyż czynniki te wywierają znaczny wpływ na warunki technologiczne procesu przerobu i jakość uzyskanego produktu finalnego.

Celem pracy było przedstawienie warunków siedliskowych, plonowania i możliwości energetycznego wykorzystania biomasy zbiorowisk z dominacją trzcinnika piaskowego.

## MATERIAŁ I METODY

Badania składu florystycznego trzcinnika piaskowego *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, prowadzono w latach 2009–2011. Pobrano próbki do badań z trzech stanowisk: w miejscowości Mniszek – I stanowisko (52°54' N, 16°15' E), Radolinek – II stanowisko: (52°58' N, 16°32' E) i Zofiowo – III stanowisko (52°54' N, 16°30' E), w powiecie czarnkowsko-trzcianeckim. Po 1 sierpnia, z miejsc reprezentatywnych pobrano próbki roślinne z poletek o powierzchni 1m<sup>2</sup>, w trzech powtórzeniach. Próbkę tę poddano analizom chemicznym, na podstawie których oceniono plonowanie. Warunki siedliskowe: uwilgotnienia – F, odczynu gleby – R oraz zawartości azotu – N oceniono metodą fitoindykacyjną wg Ellenberga [1992]. Udział różnych grup roślin w zbiorowisku określono metodą botaniczno-wagową. Badania laboratoryjne próbek przeprowadzono w Instytucie Chemicznej Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Analizy składu chemicznego wykonano według PN-92/P-50092 i oznaczono:

- wilgotność – metodą suszarkowo-wagową,
- zawartość celulozy – metodą Seiferta z użyciem mieszaniny acetyloacetanu i dioksanu,
- zawartość ligniny – metodą Tappi z użyciem stężonego kwasu siarkowego,
- zawartość holocelulozy z użyciem chlorku sodowego,
- substancje mineralne oznaczono według następujących norm: zawartość siarki całkowitej (%) – PN-G-04584, zawartość chloru (%) – PN-ISO i zawartość węgla (%) – PN-G-04571

Do oznaczeń zawartości celulozy i ligniny materiał, zgodnie z metodyką, pozbawiono substancji ekstrakcyjnych przy użyciu rozpuszczalnika organicznego, którym był etanol. Wszystkie wyniki obliczono z uwzględnieniem wilgotności materiału i podano w odniesieniu do suchej masy surowca. Oznaczenie ciepła spalania przeprowadzono wg PN-81/G-04513 w kalorymetrze typu ZKL-4, który przeznaczony jest do pomiaru ciepła spalania paliw stałych. Wartości obliczono wg wzoru:

$$Q_s^a = [C \cdot (D_t - k) - c] m^{-1} [\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}],$$

gdzie:

C – pojemność cieplna kalorymetru wynosząca 12 783,69 [J·°C<sup>-1</sup>],

D<sub>t</sub> – ogólny przyrost temperatury okresu głównego [°C],

k – poprawka na wymianę ciepła z otoczeniem [°C],

c – suma poprawek na dodatkowe efekty cieplne [J],

m – masa paliwa.

Dla pełniejszej charakterystyki analizowanego surowca obliczono również jego wartość opałową, czyli ciepło spalania pomniejszone o ciepło parowania wody wydzielonej z paliwa podczas jego spalania. Wartości te obliczono wg wzoru:

$$Q_i^a = Q_s^a - 24,42 \cdot (W^a - 8,94H^a) \text{ [kJ} \cdot \text{kg}^{-1}\text{]},$$

gdzie:

$Q_s^a$  – średnia wartość ciepła spalania paliwa stałego w stanie analitycznym [ $\text{J} \cdot \text{g}^{-1}$ ],

24,42 – ciepło parowania wody w temp. 25°C odpowiadające 1% wody w paliwie [ $\text{J} \cdot \text{g}^{-1}$ ],

$W^a$  – zawartość wilgoci w próbie analitycznej paliwa [%],

8,94 – współczynnik przeliczenia zawartości wodoru na wodę.

Substancje mineralne oznaczono według norm DIN 51731. Uzyskane wyniki plonowania, ciepła spalania i kaloryczności biomasy, a także zawartości podstawowych składników w surowcu roślinnym oraz chloru, węgla i siarki ogólnej poddano analizie statystycznej z zastosowaniem analizy wariancji, z wykorzystaniem programu ANALWAR-5.3.FR. Istotność zróżnicowania wyników oceniono testem Fishera-Snedecora na poziomie  $p = 0,05$ .

## WYNIKI I DISKUSJA

Ekspansywność trzcinnika piaskowego (*Calamagrostis epigejos*) wynika z faktu, że posiada on małe wymagania wobec siedliska, ze względu na budowę anatomiczną, morfologię organów nadziemnych i podziemnych oraz dzięki rozłogom wytwarzanym w dużej ilości. Zaliczany jest przez jednych autorów do typu kserofilnego, a przez innych uważany za gatunek mezomorficzny [Gorzelać 2004, Tüma 1998]. Potwierdzają to wyniki badań własnych przedstawione w tabeli 1, wskazujące na występowanie tego gatunku w siedliskach przesycających ( $F=3,47-3,73$ ), o odczynie gleb silnie kwaśnym ( $R=2,27-2,47$ ) oraz do bardzo niskiej zawartości gleby w azot ( $N=2,47-2,63$ ). Podobne preferencje siedliskowe badanego gatunku potwierdzają również badania Jańczyk-Węglarskiej [1996].

Tabela 1. Warunki siedliskowe badanych stanowisk zbiorowiska z dominacją *Calamagrostis epigejos*  
Table 1. Habitat conditions in studied localities of *Calamagrostis epigejos* community

Stanowisko* Locality	pH w KCl pH in KCl	Średnie wartości wskaźników Ellenberga Mean values of Ellenberg's index		
		Uwilgotnienie Moisture (F)	Odczyn gleby Soil reaction (R)	Zawartość azotu w glebie Soil nitrogen content (N)
I	3,67	3,70	2,47	2,47
II	3,70	3,47	2,27	2,63
III	3,63	3,73	2,33	2,50
Średnia – Mean	3,67	3,63	2,36	2,53

\*Stanowiska (miejscowości) – Localities (name of village): I – Mniszek, II – Radolinek, III – Zofiowo

Gospodarcze wykorzystanie trzcinnika piaskowego dla celów energetycznych szczególnie z terenów trudnych jest przyrodniczo i ekonomicznie uzasadnione. Może on stanowić potencjalną biomasę energetyczną, a także przynieść konkretne korzyści dla energetyki przy współpalaniu z innymi surowcami [Grzelak i in. 2010, 2014, Murawski i in. 2015].

Plonowanie i wartość gospodarcza gatunku jest ściśle powiązana z procentowym udziałem gatunków tworzących runi i jest pochodną oddziaływania wielu czynników (tab. 2).

Tabela 2. Skład florystyczny zbiorowiska z dominacją *Calamagrostis epigejos*

Table 2. Floristic composition of community with dominance *Calamagrostis epigejos*

Stanowisko* Locality	Liczba gatunków Number of species	Udział w runi – Share in sward (%)			
		Trawy ogółem Total grasses	Bobowate Legumes	Turzycowate Sedges	Ziola i chwasty Herbs and weeds
I	26	32,6	5,1	2,4	57,4
II	31	45,7	3,4	5,6	42,0
III	19	40,7	6,6	4,8	44,4
Średnia – Mean	25	39,7	5,0	4,3	47,9

\*Stanowiska (miejscowości) – Localities (name of village): I – Mniszek, II – Radolinek, III – Zofiowo

Bardzo istotnym zagadnieniem jest uzyskiwany plon z jednostki powierzchni. Zbiorowiska roślin dziko rosnących z udziałem trzcinnika na ubogich stanowiskach produkują dość duże ilości biomasy. Na badanych stanowiskach wynosił on od 4,03 do 4,47 t s.m.·ha<sup>-1</sup>. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice między stanowiskiem I i II oraz I i III (tab. 3).

Tabela 3. Plon, ciepło spalania i kaloryczność biomasy trzcinnika piaskowego w stanie analitycznym (średnie z lat 2009–2011)

Table 3. Yield, heat of combustion and calorific value of the biomass *Calamagrostis epigejos* able analytical (mean for years 2009–2011)

Stanowisko* Locality	Plon (t s.m.·ha <sup>-1</sup> ) Yield (t DM·ha <sup>-1</sup> )	Ciepło spalania (MJ·kg s.m. <sup>-1</sup> ) Heat of combustion (MJ·kg DM <sup>-1</sup> )	Wartość opałowa (MJ·kg s.m. <sup>-1</sup> ) Energy value (MJ·kg DM <sup>-1</sup> )
I	4,47	18,1	17,0
II	4,03	19,1	17,1
III	4,07	18,6	17,5
Średnia – Mean	4,19	18,6	17,2
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,36	0,5	0,2

\*Stanowiska (miejscowości) – Localities (name of village): I – Mniszek, II – Radolinek, III – Zofiowo

Najważniejszymi parametrami termo-fizycznymi biomasy są: wartość opałowa i ciepło spalania, nazywane też dolną wartością opałową. Parametry te zależą przede wszystkim od składu chemicznego i wilgotności materiału. W badaniach własnych wartości te są bardzo wysokie i porównywalne z wynikami innych badań [Dradrach i in. 2007, Grzelak i in. 2010, Harkot i in. 2007, Rogalski i in. 2005]. Dla obu badanych wartości analiza statystyczna wykazała istotne różnice dla wszystkich stanowisk.

Ciepło spalania oznaczone metodą kalorymetryczną trzcinnika piaskowego jest bardzo wysokie i wynosi 18,1 do 19,1 MJ·kg s.m.<sup>-1</sup>. Jednocześnie wartość opałowa wynosiła od 17,0 do 17,5 MJ·kg<sup>-1</sup> s.m. Jest to ilość porównywalna z węglem brunatnym i innymi gatunkami traw [Grzelak 2009, Grzelak i in. 2010].

Na ciepło spalania biomasy trzcinnika piaskowego wpływa oprócz struktury nadziemnej, skład chemiczny oraz wilgotność. Biomasa nadziemna trzcinnika piaskowego miała wilgotność stosunkowo niską, na poziomie 5,1 do 6,2%. Oznaczone węglowodany strukturalne w biomacie trzcinnika do których należy celuloza, lignina i holoceluloza to ważna cecha biologiczna, która jest istotna w określaniu wartości energetycznej biomasy (tab. 4). Zawartość celulozy kształtowała się od 36,4 do 40,3%. W trzcinniku oznaczono zaledwie 19,2 do 23,6% ligniny. Zawartość holocelulozy w wynosiła od 61,7 do 66,5%. Ponadto ilość substancji ekstrakcyjnych w badanym surowcu z dominacją trzcinnika piaskowego kształtowała się w zakresie od 5,1 do 6,3%. We wszystkich analizowanych składnikach zauważalna jest istotna różnica statystyczna na poziomie  $p=0,05$ .

Tabela 4. Wilgotność oraz zawartość podstawowych składników w surowcu roślinnym (% s.m.)  
Table 4. Moisture and content of the basic components in the plant material (% DM)

Stanowisko* Locality	Wilgotność Moisture	Subst. ekstrakcyjne Extractives	Celuloza Cellulose	Lignina Lignins	Holoceluloza Hemicelluloses
I	5,1	6,3	36,4	23,5	65,4
II	6,2	5,4	39,3	23,6	66,5
III	5,1	5,1	40,3	19,2	61,7
Średnia – Mean	5,5	5,6	38,7	22,1	64,5
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,3	0,9	0,3	0,6	1,4

\*Stanowiska (miejscowości) – Localities (name of village): I – Mniszek, II – Radolinek, III – Zofiowo

Zawartość popiołu ma istotne znaczenie przy wykorzystaniu gatunku dla celów energetycznych. Stwierdzony udział popiołu w biomacie trzcinnika piaskowego osiągał od 5,6 do 5,9%, co jest wartością stosunkowo niską w porównaniu z innymi gatunkami traw [Grzelak 2009, Grzelak i in. 2010, 2014, 2015, Rogalski i in. 2005] (tab. 5).

Ważnym parametrem przy ocenie wartości energetycznej biomasy jest zawartość węgla w badanym materiale roślinnym. Wartości wahały się w granicach 50% dla dwóch stanowisk – 50,7% (stanowisko I w Mniszku) oraz 51,2% (stanowisko III w Zofiowie). Niską koncentrację węgla otrzymano jedynie z biomasy na stanowisku II w Radolinku, gdzie wynosiła ona 29,6%. Tak niska zawartość tego pierwiastka według Parzych [2010], może być odzwier-

Tabela 5. Zawartość (%) popiołu, chloru, węgla i siarki ogólnej w trzcinniku piaskowym (*Calamagrostis epigejos*)Table 5. Content (%) of ash, chlorine, carbon and total sulphur in reed grass (*Calamagrostis epigejos*)

Stanowisko* Locality	Popiół Ash	Węgiel Carbon	Chlor Chlorine	Siarka ogólna Sulphur total
I	5,8	50,7	0,21	0,19
II	5,6	29,6	0,19	0,15
III	5,9	51,2	0,23	0,19
Średnia – Mean	5,8	43,8	0,21	0,18
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	1,4	0,02	0,04

\*Stanowiska (miejscowości) – Localities (name of village): I – Mniszek, II – Radolinek, III – Zofiowo  
r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

ciemieniem mniejszych zasobów fosforu w glebie. Potwierdza to Enwezor [1976] w swoich badaniach na różnym materiale roślinnym. Uzyskał on wartości stosunku C:P w przedziale od 112 do 501 i wskazał na zależność zawartości powyższych składników od zróżnicowanej ich zasobności w glebie. Pozostałe wartości uzyskane ze stanowiska I i III są porównywalne z danymi otrzymanymi przez Harkot i in. [2007], gdzie zawartość węgla u kilku gatunków traw kształtowała się w zakresie 46,0–52,3%.

Jednym z pierwiastków, który jest ważnym parametrem przy ocenie wartości energetycznej biomasy i działa szkodliwie zarówno na środowisko naturalne jak i na instalacje technologiczne stosowane do spalania lub współspalania biomasy stałej, jest chlor. Pierwiastek ten występuje w biomacie pochodzenia roślinnego, w ilości od poniżej 0,05% w biomacie drzewnej, do ponad 1,0% w przypadku roślin jednorocznych (traw, słomy zbożowej, rzepakowej itp.). W biomacie trzcinnika piaskowego stwierdzono stosunkowo niską zawartość chloru, wynoszącą około 0,2% w s.m. (tab. 5).

Ważna ze względów technologicznych jest również zawartość siarki. W trzcinniku piaskowym wynosiła ona od 0,16 do 0,19 % w s.m., co jest wartością stosunkowo niską, gdyż według Falkowskiego i in. [1990] jej zawartość w trawach mieści się najczęściej w granicach od 0,2 do 0,8%. Niewielki udział składników w badanej biomacie nie powinna powodować zakłócenia procesów technologicznych przy ich spalaniu.

## WNIOSKI

1. Trzcinnik piaskowy występuje na glebach przesycających, dla których średni wskaźnik wilgotności Ellenberga – F wynosi 3,63. Preferuje też siedliska silnie kwaśne, o średnim wskaźniku kwasowości – R równym 2,36, a przy tym o bardzo niskiej zawartości związków azotu w glebie, na co wskazuje średni wskaźnik zawartości tego pierwiastka N, równy 2,53.
2. Wartość energetyczna biomasy trzcinnika piaskowego jest bardzo wysoka o czym świadczy ciepło spalania wynoszące od 18,1 do 19,1 MJ·kg s.m.<sup>-1</sup> i wartość opałowa od 17,0 do 17,5 MJ·kg s.m.<sup>-1</sup>.
3. Zawartość popiołu, chloru, węgla i siarki ogólnej w biomacie trzcinnika piaskowego była na stosunkowo niskim poziomie, co gwarantuje prawidłowy proces spalania.

4. Zawartość węglowodanów strukturalnych wynosiła: celulozy 36,4–40,3%, ligniny 19,2–23,6%, a holocelulozy 61,7–66,5%. Ilość substancji ekstrakcyjnych kształtowała się w zakresie od 5,13% – 6,33%.

## PIŚMIENNICTWO

- Balcerkiewicz S. 2002. Trawy w zbiorowiskach roślinnych. W: Polska księga traw. Frey L. (red.), Wyd. IB PAN, Kraków: 189–206.
- Dradrach A., Gąbka D., Szlachta J., Wolski K. 2007. Wartość energetyczna kilku gatunków traw uprawianych na glebie lekkiej. *Łąkarstwo w Polsce/Grassl. Sci. Pol.* 10: 29–35.
- Ellenberg H. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scr. Geob.*: ss. 258.
- Enwezor W.O. 1976. The mineralization of nitrogen and phosphorus in organic material of varying C:N and C:P ratios. *Plant Soil* 44(1): 237–240.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1990. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wyd. AR w Poznaniu, ss. 112.
- Fiala K., Holub P., Sedlakova I., Tuma I., Zahora J., Tesarova M. 2003. Reasons consequences of expansion of *Calamagrostis epigeios* in alluvial meadows of landscape affected by water control measures – a multidisciplinary research. *Ekologia* 22(2): 242–252.
- Gamrat R., Kochanowska R. 2005. Zbiorowiska trawiaste zadrzewień przydrożnych w rejonie Gryfina. *Łąkarstwo w Polsce/Grassl. Sci. Pol.* (8): 61–70.
- Gorzela A. 2004. Trzcinniki – biologia i zwalczanie. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, 11–25.
- Grzelak M. 2009. Plonowanie szuwaru mózgowego oraz skład chemiczny i wartość energetyczna mozgi trzcinowatej. *Fragm. Agron.* 26(4): 38–45.
- Grzelak M., Gawęł E., Waliszewska B., Kaczmarek Z., Mocek-Płóćiniak A. 2014. Yielding and energy value of reed rush *Phragmites australis* from extensively used meadows. *J. Food, Agric. Environ.* 12(2): 1197–1200.
- Grzelak M., Mackiewicz D., Murawski M., Janyszek S., Runowski S., Kniola A. 2015. Phytocenoses with a considerable share of *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv. *Poznań. J. Res. Appl. Agric. Eng.* 60(3): 106–108.
- Grzelak M., Waliszewska B., Speak-Dźwigała A. 2010. Wartość energetyczna peletu z łąk nadnoteckich ekstensywnie użytkowanych. *Nauka Przyr. Technol.* 4(1), #11.
- Harkot W., Warda M., Sawicki J., Lipińska T., Wyłupek T., Czarnecki Z., Kulik M. 2007. Możliwości wykorzystania runi łąkowej do celów energetycznych. *Łąkarstwo w Polsce/Grassl. Sci. Pol.* (10): 59–67.
- Jańczyk-Węglarska J. 1996. Strategie rozwoju osobniczego *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth na tle warunków ekologicznych poznańskiego przełomu Warty. *Wyd. Naukowe UAM Poznań, Ser. Biol.* 56: ss. 105.
- Majtkowski W., Majtkowska G. 1998. Gatunki alternatywne traw i możliwości ich wykorzystania na terenach zdegradowanych i zdewastowanych. *Arch. Ochr. Środ.* 24(3): 111–121.
- Murawski M., Grzelak M., Waliszewska B., Kniola M., Czekala W. 2015. Wartość energetyczna i plonowanie łąk ekstensywnie użytkowanych. *Fragm. Agron.* 32(2): 71–79.
- Parzych A. 2010. Azot, fosfor i węgiel w roślinności leśnej Słowińskiego Parku Narodowego w latach 2002–2005. *Ochr. Środ. Zasob. Nat.* 43: 45–64.
- Patrzałek A., Kokowska-Pawłowska M., Nowińska K. 2002. Wykorzystanie roślin dziko rosnących do celów energetycznych. *Górnictwo i Geologia* 7(2): 177–185.
- Prach K., Wade P. M. 1992. Population characteristics of expansive perennial herbs. *Preslia.* 64: 45–51.
- Rogalski M., Sawicki B., Bajonko M., Wieczorek A. 2005. Wykorzystanie rodzimych gatunków traw jako odnawialnych źródeł energii. Ciaciura M. (red.). Szczecin. Wyd. Optimex Szczecin, Monogr.: 15–25.
- Sobczak R. 1976. Badania nad sposobami zwalczania trzcinnika piaskowego- *Calamagrostis epigeios* Roth. (L.). *Prace Inst. Badawczego Leśnictwa* 520: 3–76.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Piechocki J. 2001. Nowe trendy wykorzystania biomasy pozyskiwanej na gruntach rolniczych do wytwarzania energii. *Post. Nauk Rol.* 6: 87–96.

- Tüma I. 1998. Comparison of the seed pool in soil of several meadow communities and its changes affected by expansion of *Calamagrostis epigejos*. In: Elias P. (ed.). Bratislava-Nitra. SEKOS. Pop. Biol. Rast. 5: 83–87 (in Czech).
- Ulanova N.G. 2000. Plant age stages during succession in woodland clearings in Central Russia. Proceed. 41st IAVS Symp. Uppsala, Sweden. 26 July – 1 August 1998: 80–83.
- Zajac M., Zajac A. 2001. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. Wyd. Pracowni Chorologii Komputerowej Inst. Bot. UJ Kraków, ss. 714.

M. GRZELAK, E. GAWEL, M. MURAWSKI, B. WALISZEWSKA, A. KNIOLA

#### HABITAT CONDITIONS, YIELDING AND POTENTIAL ENERGY USE OF BIOMASS WITH DOMINANT WOOD SMALL-REED (*CALAMAGROSTIS EPIGEJOS*)

##### Summary

Analyses of habitat conditions and yielding of wood small-reed (*Calamagrostis epigejos*) (L.) ROTH were conducted in the years 2009–2011 in three localities. Samples for analyses were collected from an area of 1 m<sup>2</sup> in three replications. Habitat conditions were assessed using the phytoindication method. The share of different plant groups in the community was assessed using the botanical gravimetric method. Laboratory analyses of calorific value and chemical composition were conducted at the Institute of Chemical Wood Technology, the Poznań University of Life Sciences, according to the standard PN-92/P-50092. Reed grass was found to have low habitat requirements: moisture content F=3.63, strongly acidic conditions R=2.36 and very low soil nitrogen content (N=2.53). Yields amounted to 4.03–4.47 t·ha<sup>-1</sup> DM, while calorific value of biomass was very high, as evidenced by higher heating value ranging from 18.07 to 19.13 (MJ·kg<sup>-1</sup> dm) and lower heating value from 17.03 to 17.50 MJ·kg<sup>-1</sup> DM. Contents of ash, chlorine, carbon and sulphur in total reed grass biomass were relatively low.

**Key words:** energy value of yield, biomass, wood small-reed, habitat conditions

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 3.06.2016

Do cytowania – *For citation*:

Grzelak M., Gawel E., Murawski M., Waliszewska B., Kniola A. 2016. Warunki siedliskowe, plonowanie i możliwości energetyczne wykorzystania biomasy z dominacją trzcinnika piaskowego (*Calamagrostis epigejos*). *Fragm. Agron.* 33(3): 38–45.