

## **Możliwości wykorzystania trzcinnika piaskowego w kontekście jego biologicznych, chemicznych i fizycznych właściwości**

S. KOZŁOWSKI, A. SWĘDRZYŃSKI

*Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, Uniwersytet Przyrodniczy  
w Poznaniu*

### **Possibilities of utilisation of wood small-reed grass in the context of its biological, chemical and physical properties**

**Abstract.** The aim of investigations was to recognize properties of in an attempt to find the answer to the question whether biomass of wood small-reed grass can be treated as a renewable source of energy raw materials. The performed experiments covered two areas: the recognition of its biological (development and structure of vegetative and generative shoots, development of stolons and roots, kernel germination capacity) and chemical (occurrence of organic and mineral constituents) properties as well as physical (determination of the heat of combustion) characteristics of wood small-reed grass. The analysis of results revealed that the physical and chemical properties of the sward of this species place it among plants with the highest potentials regarding possibilities of its energetic utilization.

**Key words:** *Calamagrostis epigejos*, wood small-reed grass, properties of grasses

### **1. Wstęp**

Trzcinnik piaskowy od dawna uznawany był za gatunek pospolity w naszym kraju, zwłaszcza na niżu (FALKOWSKI, 1982). W ostatnich latach daje jednak znaczącą ekspansywność tego gatunku, co zauważa wielu autorów (CZYŻ i WSP., 2005; GAMRAT i KOCHANOWSKA, 2005; HARKOT i WSP., 2005; PATRZAŁEK, 2001; PAWLUŚKIEWICZ i GUTKOWSKA, 2005). SAUTIN (1957) podkreśla duży potencjał nasienny trzcinnika piaskowego. Zdaniem tego autora jedna roślina wytwarza ponad 2000 ziarniaków, a wydajność nasienna trzcinnikowiska wynosi około 50 mln ziarniaków w odniesieniu do 1 hektara. Rozprzestrzenianiu zapewne sprzyjają niewielkie wymagania trzcinnika wobec siedliska oraz właściwości allelopatyczne (SZUMAKOW, 1962; SOBCZAK, 1976). Podaje się bowiem, że pełnię rozwoju osiąga on w stanowiskach suchych i ubogich, na glebach luźnych, kwaśnych, wytworzonych z piasków różnego pochodzenia. CZYŻ i WSP. (2005) zauważają, że trzcinnik piaskowy jest bardziej ekspansywny i posiada większy udział w runi na terenach antropogenicznych niż na murawach

napiaskowych. GAMRAT i KOCHANOWSKA (2005) wystawiają temu gatunkowi II stopień stałości w sferze obecności w zbiorowiskach przydrożnych. Uważany jest też za wskaźnik niskiego poziomu wody gruntowej (ELLENBERG, 1992). Niewątpliwie takich stanowisk przybywa w naszym kraju z racji zmian klimatycznych – coraz bardziej zaznacza się bowiem proces stepowienia (WODZICZKO, 1947). Zdobywaniu nowych powierzchni, zasiedlaniu trudnych stanowisk, sprzyja także odłogowanie ziemi jako efekt zaniechania jej uprawy, a także ekstensyfikacja użytkowania łąk i pastwisk trwałych, aż po zaniechanie koszenia i wypasania runi (TRĄBA i WSP., 2004). Trzcinnik piaskowy z łatwością wnika na tereny poprzemysłowe (PATRZALEK i ROSTAŃSKI, 1992; WOŹNIAK i ROSTAŃSKI, 2000). Współcześnie trzcinnik piaskowy staje się więc rośliną charakterystyczną dla stanowisk trudnych i nieużytków, ale także ekstensywnych łąk i odłogowanych pól. Potrafi zasiedlać i porastać coraz większe przestrzenie aż po całkowitą na nich dominację. Właściwość ta sprawia, że trzcinnik piaskowy stanowi poważny problem w gospodarce leśnej gdzie uznawany jest za jeden z najgroźniejszych i najbardziej uciążliwych chwastów w młodych nasadzeniach, zwłaszcza sosnowych (GORZELAK, 2004; SOB- CZAK, 1976).

Ekspansywność i wszechobecność trzcinnika piaskowego rodzi istotne pytanie – czy należy go zwalczać, czy użytkować, a więc skonsumować, czyli przetworzyć wykształconą masę roślinną. Jednym ze sposobów wykorzystania masy nadziemnej pędów trzcinnika, podobnie jak runi niektórych łąk, jest jej spalanie w celach energetycznych. Takie wykorzystanie determinowane jest składem chemicznym roślin. Powstaje więc bardzo istotne pytanie, czy trzcinnikową biomasę można traktować jako odnawialne źródło surowców energetycznych? Dla uzyskania odpowiedzi na to pytanie potrzebna jest jak najpełniejsza znajomość właściwości biologicznych i chemicznych oraz ekologii tego gatunku. One to właśnie stanowią cel podjętych badań.

## 2. Materiał i metody

Prace badawcze prowadzono w latach 2007–2008. Podmiotem badań był trzcinnik piaskowy pochodzący ze stanowisk trudnych w sferze żyzności i uwilgotnienia gleby. Mieściły się one poza strefą rolniczego wykorzystania i zostały określone mianem nieużytków. Materiał badawczy pochodził z 33 stanowisk w okolicach Poznania. Prace badawcze postępowywały w trzech kierunkach – nad poznaniem właściwości biologicznych (wykształcanie i struktura pędów wegetatywnych i generatywnych, wykształcanie rozłogów i korzeni, zdolność kiełkowania ziarniaków), chemicznych (występowanie składników organicznych i mineralnych) oraz fizycznych (wyznaczanie ciepła spalania). W realizacji tego zakresu badań wykorzystano metody powszechnie uznane i stosowane w naszych wcześniejszych pracach (KOZŁOWSKI i SWĘDRZYŃSKI, 2001; KOZŁOWSKI i WSP., 2007; SWĘDRZYŃSKI, 2001a, 2001b).

### 3. Wyniki i dyskusja

Z badań własnych wynika, że na 1 m<sup>2</sup> trzcinnikowiska może przeciętnie występować blisko 240 pędów, z czego ponad 56% to silnie ulistnione pędy vegetatywne (tab. 1). W niektórych stanowiskach występowało nawet 575 pędów na powierzchni 1 m<sup>2</sup>, przy czym zawsze dominują pędy vegetatywne. Porównując te dane do łąki trwałej łatwo zauważyć ogromną różnicę na niekorzyść trzcinnikowiska. Latem, na 1 m<sup>2</sup> łąki znajduje się od 2 do 5 tysięcy pędów (RUTKOWSKA, 1983). Jednocześnie nie można zapominać, że w płatach trzcinnika występują także inne gatunki traw i roślin spoza tej rodziny, decydując, w ten sposób, o zwartości runi całego płatu.

Rozpatrując problem wykształcania pędów nadziemnych do ich masy (tab. 2) można stwierdzić, że przeciętnie z 1 m<sup>2</sup> trzcinnikowej runi uzyskuje się ponad 327 g s.m., a w niektórych stanowiskach nawet 647 g s.m., czyli blisko dwukrotnie więcej. Odnosząc te wartości do powierzchni 1 hektara można z trzcinnikowiska uzyskać plon porównywalny z plonem pierwszego odrostu łąki dwukośnej, czy też z masą słomy zbożowej. Taki stan jest rezultatem słabszego wykształcania pędów. Z badań SOB CZAKA (1976) wynika, że plon masy nadziemnych pędów trzcinnika kształtuje się na poziomie 162–209 g z powierzchni 1 m<sup>2</sup>.

Tabela 1. Liczba pędów wykształcanych przez *Calamagrostis epigejos*  
Table 1. Number of shoots developed by *Calamagrostis epigejos*

Rodzaj pędów Type of shoots	Liczba pędów na 1 m <sup>2</sup> – Number of shoots per 1 m <sup>2</sup>		
	średnia mean	minimalna minimum	maksymalna maximum
Pędy generatywne Generative shoots	105,4	30,0	200,0
Pędy vegetatywne Vegetative shoots	134,2	50,0	375,0
Pędy generatywne + vegetatywne Generative + vegetative shoots	239,6	80,0	575,0

Tabela 2. Struktura plonu masy nadziemnej (g s.m. m<sup>-2</sup>) pędów *Calamagrostis epigejos*  
Table 2. Yield structure (g DM/m<sup>-2</sup>) of the over ground mass of *Calamagrostis epigejos* shoots

Rodzaj pędów Type of shoots	Wartość – Value		
	średnia mean	minimalna minimum	maksymalna maximum
Pędy generatywne Generative shoots	159,6	43,0	518,5
Pędy vegetatywne Vegetative shoots	170,4	34,5	280,0
Pędy generatywne + vegetatywne Generative + vegetative shoots	327,1	77,5	647,0

Tabela 3. Charakterystyka kwiatostanów *Calamagrostis epigejos* i żywotność jego ziarniaków  
 Table 3. Characterization of *Calamagrostis epigejos* inflorescences and vitality of its kernels

Cecha Feature	Wartość – Value		
	średnia mean	minimalna minimum	maksymalna maximum
Długość kwiatostanu (cm) Inflorescence length (cm)	20,50	15,50	30,00
Długość kwiatostanu/ wysokość pędu Inflorescence length/shoot height	0,26	0,16	0,39
Energia kiełkowania (%) Germination energy (%)	8,85	0,00	26,12
Zdolność kiełkowania (%) Germination capacity (%)	11,70	0,00	39,07

Zwieńczeniem pędu generatywnego trzcinnika piaskowego jest kwiatostan o długości około 20 cm (tab. 3). Wahania w obrębie tej cechy pomiędzy stanowiskami wynoszą blisko 100%. Daje się też zauważyć, że kwiatostan stanowi ponad 26% długości pędu generatywnego.

Z naszych badań wynika, że ziarniki trzcinnika piaskowego odznaczają się niską żywotnością (tab. 3). Ich zdolność kiełkowania, przeciętnie, nie przekracza 12%. Tylko ziarniki z nielicznych stanowisk wykazywały 40% zdolność kiełkowania. Według SOB-CZAKA (1976) zdolność kiełkowania ziarniaków trzcinnika wynosi od 50 do 90%, przy czym pierwsze ziarniki kiełkują już po 6 dniach, nieliczne jeszcze w ciągu 18–36 dni. Autor ten wykazał również, że w trzcinnikowisku, jak i w odległości do 10 m od ładu trzcinnika nie znaleziono roślin, które rozwijałyby się z ziarniaków. W naszych badaniach zbioru kwiatostanów, z których pozyskiwano ziarniki, dokonywano na początku września, a więc dostatecznie długo po zakończeniu kwitnienia, w przeświadczeniu, że ziarniki były już w pełni dojrzałe. Można więc sądzić, że o małej zdolności kiełkowania zebranych ziarniaków zdecydowała łatwość osypywania się ziarniaków i ich wrywania z kwiatostanów przez wiatr, co mocno podkreśla FALKOWSKI (1982). Zapewne najlepiej wykształcone i najwcześniej dojrzałe ziarniki znalazły się już poza kwiatostanem.

W niniejszych badaniach zwrócono również uwagę na masę podziemną roślin trzcinnika piaskowego (tab. 4). Analizując wyniki badań nad wykształcaniem rozłogów i korzeni przez ten gatunek daje się zauważyć, że w profilu gleby do głębokości 30 cm znajduje się biomasa dorównująca masie pędów nadziemnych (tab. 1). Zmienność tej cechy jest jednak bardzo duża. Łatwo też zauważyć, że około 70% masy rozłogów i korzeni zlokalizowane jest w warstwie przypowierzchniowej, a więc na głębokości około 0–15 cm. Zapewne rozłogi, a przede wszystkim korzenie, znajdują się także w głębszych warstwach profilu glebowego umożliwiając trzcinnikowi korzystanie z wody i składników mineralnych tam zlokalizowanych. Porównując rozmieszczenie masy korzeniowej i rozłogów trzcinnika piaskowego warto przytoczyć dane WILKA (1967). Zdaniem tego autora w przypowierzchniowej warstwie gleby (0–15 cm) znajduje się połowa masy korzeniowej stokłosa bezostnej, a 70% masy korzeni życicy trwałej zlokalizowane jest tylko w warstwie do głębokości 5 cm profilu glebowego.

Według ILMURZYŃSKIEGO (1969) oraz TYSZKIEWICZA i OBMNIŃSKIEGO (1963) rozłogi trzcinnika piaskowego są zlokalizowane, przede wszystkim, w warstwie 0–12 cm. Autorzy ci podkreślają, że silnie związana splecionymi rozłogami i korzeniami darń bardzo utrudnia jej przeoranie w uprawach leśnych.

W masie podziemnej, a zwłaszcza w rozłogach, odkładane są substancje zapasowe roślin. W naszych badaniach zwrócono uwagę na skład chemiczny rozłogów oznaczając w nich zawartość cukrów, a także celulozy, hemiceluloz i lignin (tab. 5). Ilość cukrów uznać należy jako niezbyt wysoką, ale zapewniającą niezachwiany wzrost i rozwój roślin, nawet w trudnych warunkach siedliskowych i pogodowych. Warto też zauważyć, że w badaniach porównawczych z innymi gatunkami traw uzyskano wyższe wartości cukrów w rozłogach podziemnych – u wiechliny łąkowej – przeciętnie 24,79%, a u perzu właściwego – 40,07%. Podobną, jak trzcinnik, zawartość cukrów wykazują natomiast rozłogi trzciny pospolitej (FALKOWSKI, 1982).

Tabela 4. Wykształcanie rozłogów i korzeni przez *Calamagrostis epigejos*  
Table 4. Development of stolons and roots by *Calamagrostis epigejos*

Cecha Feature	Warstwa profilu glebowego (cm) Layer of the soil profile (cm)	Wartość – Value		
		średnia mean	minimalna minimum	maksymalna maximum
Długość rozłogów (cm m <sup>-2</sup> ) Stolons length (cm m <sup>-2</sup> )	0–15	167,60	120,03	265,02
	15–30	104,50	0,00	205,00
	0–30	272,10	120,03	345,30
Masa rozłogów (g s.m. m <sup>-2</sup> ) Stolons mass (g of DM m <sup>-2</sup> )	0–15	98,85	34,5	186,09
	15–30	42,3	0,0	90,81
	0–30	141,15	34,53	270,6
Masa korzeni (g s.m. m <sup>-2</sup> ) Roots mass (g of DM m <sup>-2</sup> )	0–15	106,80	44,04	150,84
	15–30	44,04	0	134,64
	0–30	150,09	36,75	322,89

Tabela 5. Zawartość węglowodanów strukturalnych i lignin w rozłogach *Calamagrostis epigejos*  
Table 5. Content of structural carbohydrates and lignins in *Calamagrostis epigejos* stolons

Cecha Feature	Zawartość (% s.m.) – Content (% of DM)		
	średnia mean	minimalna minimum	maksymalna maximum
Cukry – Sugars	16,97	13,91	21,08
Celuloza – Cellulose	31,63	28,98	33,71
Hemicelulozy – Hemicelluloses	20,55	17,67	22,58
Ligniny – Lignins	5,52	4,92	6,29

Oznaczone w rozłogach zawartości celulozy, hemiceluloz i lignin (tab. 5), a więc związków strukturalnych, decydujących o strukturze pędu, jego sztywności i odporności na zerwanie, stanowią o ich mocnym osadzeniu w glebie i silnym zespoleniu poszcze-

gólnych elementów trzcinnikowego płatu, co ma niewątpliwy wpływ na właściwości przeciwerozyjne tego gatunku, zwłaszcza na luźnych glebach.

Tabela 6. Skład chemiczny pędów generatywnych *Calamagrostis epigejos*  
Table 6. Chemical composition of *Calamagrostis epigejos* generative shoots

Cecha Feature	Zawartość (% s.m.) – Content (% of DM)		
	średnia mean	minimalna minimum	maksymalna maximum
Cukry – Sugars	3,13	2,132	4,51
Celuloza – Cellulose	39,16	37,90	41,21
Hemicelulozy – Hemicelluloses	21,62	19,22	23,20
Ligniny – Lignins	6,33	3,44	7,11
Popiół surowy – Crude ash	4,39	3,01	6,17
Wapń – Calcium	0,303	0,227	0,376
Magnez – Magnesium	0,053	0,034	0,075
Fosfor – Phosphorus	0,099	0,063	0,132
Potas – Potassium	0,980	0,801	1,153
Sód – Sodium	0,021	0,003	0,051
Krzem – Silicone	0,327	0,233	0,421
Azot azotanowy – Nitrate nitrogen	0,031	0,024	0,039

W badaniach analitycznych zwrócono uwagę na skład chemiczny masy nadziemnej trzcinnika. Wyniki badań z tego zakresu dla pędów generatywnych podano w tabeli 6. Uwagę zwraca zawartość węglowodanów strukturalnych, czyli celulozy, hemiceluloz i towarzyszących im lignin – razem blisko 67% s.m. Warto podkreślić, że słoma żyta ozimego zawiera tych związków łącznie blisko 78%, a trzciny pospolitej ponad 80% (KOZŁOWSKI i SWĘDRZYŃSKI, 2001). Stwierdzone ilości celulozy, hemiceluloz i lignin sprawiają, że pędy trzcinnika są bardzo mocne i odporne na złamanie. Jedną z konsekwencji tej sytuacji jest obecność w krajobrazie płatów tego gatunku, z wysokimi pędami generatywnymi, przez całą zimę. W sensie użytkowym skład chemiczny pędów degraduje trzcinnik piaskowy jako roślinę pastewną, natomiast zwiększa jego znaczenie w sferze energetycznej.

Zajmując się sferą składu mineralnego trzcinnika piaskowego należy zauważyć, że jest on ubogi. Zawartość popiołu surowego odbiega nawet od wartości charakterystycznych dla traw. Stwierdzenie to można odnieść także do każdego z oznaczanych pierwiastków. Żadnego z nich trzcinnik nie gromadzi w ilościach uznawanych za optymalne z żywieniowego punktu widzenia. Interesujący jest udział krzemu. Trzcinnik piaskowy uznawany jest za roślinę sztywną i szorstką w dotyku. Niewielka ilość krzemu stwierdzona na drodze badań chemicznych pozwala sugerować, że jego występowanie ogranicza się do zewnętrznej warstwy komórek liści i źdźbeł. Śladowe ilości azotu azotanowego jednoznacznie dowodzą, że siedliska glebowe były nadzwyczaj ubogie w azot. Natomiast zawartość potasu wydaje się stosunkowo wysoka, zważywszy, że gleby, na których trzcinnik piaskowy występuje są na ogół bardzo ubogie w ten pierwiastek.

Potwierdza się zatem teza o wysokiej zdolności tego gatunku do pobierania potasu wskazywana, między innymi przez MARTYNA i WSP. (2007).

Porównując skład chemiczny pędów generatywnych i wegetatywnych zauważono, że zawartość składników kształtuje się na podobnym poziomie stąd też nie przedstawiono ich w postaci tabelarycznej. Wyjątek stanowią węglowodany strukturalne i ligniny, a zwłaszcza celuloza. W pędach wegetatywnych było jej o 14% mniej. Jest to niewątpliwie rezultatem obecności silnie wykształconych źdźbeł pędów generatywnych.

Zupełna nieprzydatność runi trzcinnikowej dla celów paszowych nasuwa pytanie o możliwości jej pozapaszowego wykorzystania. W ostatnich latach urzeczywistniać zaczęła się w Polsce produkcja energii z biomasy. Skład chemiczny czyni z trzcinnika piaskowego interesującą roślinę jako źródło biomasy opałowej, a w mniejszym stopniu do produkcji biogazu. Wyniki badań nad parametrami decydującymi o potencjalnej przydatności trzcinnika piaskowego do produkcji energii na drodze spalania przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Charakterystyka *Calamagrostis epigejos* jako biomasy opałowej  
Table 7. Characteristics of *Calamagrostis epigejos* as fuel biomass

Cecha Feature	Wartość – Value		
	średnia mean	minimalna minimum	maksymalna maximum
Ciepło spalania (MJ kg s.m. <sup>-1</sup> ) Heat of combustion (MJ kg DM <sup>-1</sup> )	19,73	17,87	21,62
Zawartość popiołu (% s.m.) Ash content (% s.m.)	4,99	3,13	8,37
Zawartość węgla (% s.m.) Carbon content (% s.m.)	34,76	33,70	35,90

Trzcinnik okazuje się gatunkiem bogatym w węgiel i charakteryzuje się dużą kalorycznością, przekraczającą nawet 21 MJ z 1 kg s.m. Duży potencjał trzcinnika piaskowego jako trawy energetycznej dostrzegli także ROGALSKI i WSP. (2005), wskazując na niego oraz na trzcinę pospolitą jako na gatunki o najwyższej kaloryczności spośród naszych rodzimych traw. Z badań tych autorów wynika, że kaloryczność biomasy trzcinnikowej przekraczać może nawet 24 MJ z 1 kg s.m., a więc niewiele mniej niż węgla brunatnego.

Ograniczeniem dla wykorzystania trzcinnika piaskowego w celach energetycznych jest stosunkowo nieduża masa nadziemna. Dlatego też najczęściej, jako rodzimy gatunek trawiasty o największym potencjalnym znaczeniu energetycznym, wymienia się mozęg trzcinowatą (HARKOT i WSP., 2007; KSIĘŻAK i FABER, 2007; MAJTKOWSKI, 2003).

#### 4. Wnioski

- Trzcinnik piaskowy nie wyróżnia się wzmożonym wykształcaniem pędów, zarówno generatywnych, jak i wegetatywnych. Nie tworzy więc bardzo gęstej runi.

- Kwiatostany trzcinnika piaskowego uznać należy jako długie, stanowiące przeciętnie 25% wysokości pędu generatywnego. W ich strukturze może znajdować się dużo ziarniaków, jednakże ziarniaki odznaczają się bardzo niską, około 12%, zdolnością kiełkowania. Ich rola w rozprzestrzenianiu się trzcinnika ogranicza się więc głównie do przenikania na nowe stanowiska, a nie do zwiększania arealu już zajętego.
- Żywotność trzcinnika piaskowego jest determinowana wielkością rozłogów i ich składem chemicznym. Masa rozłogów zlokalizowanych w przypowierzchniowej, 30 cm, warstwie jest pięciokrotnie większa niż masy pędów nadziemnych.
- Wartość użytkową trzcinnika piaskowego wyznaczają jego właściwości fizyczne (wysoka wartość kaloryczna) i chemiczne (duża zawartość węgla, mała ilość popiołu). Stawiają one ten gatunek pośród roślin o najwyższym potencjale w kontekście możliwości wykorzystania energetycznego.
- Ograniczeniem dla energetycznego wykorzystania trzcinnika piaskowego jest stosunkowo nieduży plon biomasy z jednostki powierzchni, wynikający ze słabego zagęszczenia pędów. Potencjał plonotwórczy trzcinnika rozpatrywać należy jednak zawsze w odniesieniu do bardzo trudnych warunków siedliskowych, w których występuje, zwłaszcza glebowych. W kontekście produkcji biomasy dla celów energetycznych, na takich stanowiskach, ranga trzcinnika staje się zatem bardzo wysoka.

### Literatura

- CZYŻ H., TRZASKOŚ M., KITCZAK T., 2005. Zbiorowiska trawiaste w warunkach skrajnie suchych. *Łąkarstwo w Polsce*, 8, 35–44.
- ELLENBERG H., WEBER H.E., DULL R., WERNER W., PAULISSEN D., 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Scripta Botanica, Göttingen.
- FALKOWSKI M. (red.), 1982. *Trawy polskie*. PWRiL, Warszawa.
- GAMRAT R., KOCHANOWSKA R., 2005. Zbiorowiska trawiaste zadrzewień przydrożnych w rejonie Gryfina. *Łąkarstwo w Polsce*, 8, 61–70.
- GORZELAK A., 2004. *Trzcinniki – biologia i zwalczanie*. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- HARKOT W., WYŁUPEK T., CZARNECKI Z., 2005. Trawy na poboczach wybranych dróg Lubelszczyzny. *Łąkarstwo w Polsce*, 8, 71–80.
- HARKOT W., WARDA M., SAWICKI J., LIPIŃSKA H., WYŁUPEK T., CZARNECKI Z., KULIK M., 2007. Możliwości wykorzystania runi łąkowej do celów energetycznych. *Łąkarstwo w Polsce*, 10, 59–67.
- ILMURZYŃSKI E., 1969. *Szczegółowa hodowla lasu*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- KOZŁOWSKI S., SWĘDRZYŃSKI A., 2001. Węglowodany strukturalne i ligniny a wartość użytkowa roślin łąkowych. *Pamiętnik Puławski*, 125, 139–146.
- KOZŁOWSKI S., ZIELEWICZ W., LUTYŃSKI A., 2007. Określanie wartości energetycznej *Sorghum saccharatum* (L.) Moench, *Zea mays* L. i *Malva verticillata* L. *Łąkarstwo w Polsce*, 10, 131–140.



- KSIĘŻAK J., FABER A., 2007. Ocena możliwości pozyskania biomasy z mozgi trzcinowatej na cele energetyczne. *Łąkarstwo w Polsce*, 10, 141–148.
- MAJTKOWSKI W., 2003. Rośliny energetyczne. *Czysta Energia*, 10(26), 33–34.
- MARTYN W., WYLUPEK T., CZERWIŃSKI A., 2007. Zawartość wybranych makroskładników w glebie i w roślinach energetycznych nawożonych osadami ściekowymi. *Łąkarstwo w Polsce*, 10, 149–158.
- PATRZALEK A., 2001. Znaczenie traw w powstawaniu zbiorowisk roślinnych na glebach mineralnych wytworzonych z odpadów karbońskich. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu*, 402, 5–88.
- PATRZALEK A., ROSTAŃSKI A., 1992. Procesy glebotwórcze i zmiany roślinności na skarpie rekultywowanego biologicznie zwałowiska odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego. *Archiwum Ochrony Środowiska*, 3–4, 157–164.
- PAWLUŚKIEWICZ B., GUTKOWSKA A., 2005. Występowanie zbiorowisk trawiastych na rekultywowanym składowisku popiołów elektrowni. *Łąkarstwo w Polsce*, 8, 165–172.
- ROGALSKI M., SAWICKI B., BAHONKO M., WIECZOREK A., 2005. Wykorzystanie rodzimych gatunków traw jako odnawialnych źródeł energii. W: *Alternatywne źródła energii. Dobrodroje i zagrożenia* (red.: M.Ciaciura). Szczecin-Wisielka, 15–26.
- RUTKOWSKA B., 1983. Wzrost, rozwój i rozmnażanie roślin. W: *Łąkarstwo i gospodarka łąkowa* (red.: M. Falkowski), Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 165–178.
- SAUTIN W.J., 1957. Biologiczeskije osobienosti wiejnika naziemnego (*Calamagrostis epigeios* (L) Roth) i miery borby s nim pri lesorazwiedenij. *Botaniczeskij Żurnal*, 42, 6, 917–921.
- SOBCZAK R., 1976. Badania nad sposobami zwalczania trzcinnika piaskowego – *Calamagrostis epigeios* Roth. (L.). *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 520, 3–76.
- SWĘDRZYŃSKI A., 2001a. Właściwości chemiczne *Arrhenatherum elatius* (L.) P.Beauv. et J.Presl & C.Presl a możliwości poprawy jego wartości pokarmowej. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych PTPN*, 91, 95–105.
- SWĘDRZYŃSKI A., 2001b. Ocena niektórych właściwości biologicznych *Arrhenatherum elatius* w aspekcie poprawy jego wartości pokarmowej. *Łąkarstwo w Polsce*, 4, 171–182.
- SZUMAKOW W.S., 1962. Wlijanie wodnych ekstraktów iz złąkow na prorastaniesiemni sosny jeli. *Lesnoje chozjajstwo*, 5, 23–32.
- TRĄBAC., WOLAŃSKI P., OKLEJEWICZ K., 2004. Zbiorowiska roślinne nieużytkowanych łąk i pól w dolinie Sanu. *Łąkarstwo w Polsce*, 7, 207–238.
- TYSZKIEWICZ S., OBMIŃSKI Z., 1963. Hodowla i uprawa lasu. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- WILK S., 1967. Proces zakorzeniania się niektórych roślin pastwiskowych na madzie ciężkiej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 74, 107–113.
- WODZICZKO A., 1947. Wielkopolska stepowieje. W: *Stepowienie Wielkopolski* (red.: A. Wodziczko). *Prace Komisji Matematyczno-Przyrodniczej PTPN*, B, 10, 4, 141–152.
- WOŹNIAK G., ROSTAŃSKI A., 2000. Rola traw w spontanicznej sukcesji roślinnej na osadnikach ziemnych wód kopalnianych na Górnym Śląsku. *Łąkarstwo w Polsce*, 3, 159–167.

**Possibilities of utilisation of wood small-reed grass in the context of its biological, chemical and physical properties**

S. KOZŁOWSKI, A. SWĘDRZYŃSKI

*Department of Grassland and Natural Landscape Sciences, Poznań University of Life Sciences***Summary**

Wood small-reed grass (*Calamagrostis epigejos*) is a common species in our country, especially on lowlands. This plant is characteristic for difficult sites and wasteland but also for extensive meadows and fallow farmland. It also easily infiltrates into abandoned industrial areas. It can be a very expansive species and for this reason it constitutes a serious threat in forest management where it is considered as one of the most dangerous weeds in young plantations, in particular of pine trees. The expansiveness and ubiquity of the wood small-reed grass raises an important question about possibilities of its potential utilization. The aim of our investigations was to recognize its biological, chemical and physical properties in an attempt to find the answer to the question whether biomass of this grass can be treated as a renewable source of energy raw materials.

Scientific investigations were conducted in years 2007–2008. The object of experiments was wood small-reed grass derived from 33 different difficult sites regarding soil fertility and moisture content. The performed experiments covered two areas: the recognition of its biological (development and structure of vegetative and generative shoots, development of stolons and roots, kernel germination capacity) and chemical (occurrence of organic and mineral constituents) properties as well as physical (determination of the heat of combustion) characteristics.

The analysis of the use value of wood small-reed grass revealed that the physical (high calorific value) and chemical (considerable carbon content, small quantity of ash) properties of the sward of this species place it among plants with the highest potentials regarding possibilities of the energetic utilization of this grass species. Its significant limitation is a relatively low biomass yield per surface area occupied by wood small-reed grass resulting from poor shoot density. However, the yield-forming potentials of the wood small-reed grass should always be considered with reference to very difficult site conditions in which it occurs, especially regarding soil. Therefore, bearing in mind biomass production for energetic purposes on the above-mentioned sites, the importance of wood small-reed grass increases considerably. More investigations are required to establish the feasibility of the introduction of wood small-reed grass onto new sites suitable for the establishment of this grass when it is grown for energetic purposes.

Recenzent – Reviewer: *Mirosław Kasperczyk*

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Prof. dr hab. Stanisław Kozłowski

Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

tel. 061 848 74 12

e-mail: sknardus@up.poznan.pl