

BIOMASS FODDER VALUE OF HIGH-SEDGE RUSHES FROM ECOLOGICAL GRASSLANDS

Summary

High-sedge rushes found in the Noteć River valley are among the most highly valued biotopes of land fauna. They are characterized by highly-priced natural and landscape values. Due to numerous requirements and recommendations found in the Agricultural-Environmental Program of Package 2; Ecological Farming, the above grasses are of low quality with regard to their fodder value. On the other hand, however, these grasses provide a valuable raw material for the production of pellets and briquettes and find application as fuel in power generating industry. Investigations carried out on pellets to determine their energetic value, heat of combustion, ash and moisture content as well as biomass basic composition revealed their high calorific value 18.61 MJ/kg and heat of combustion (18.96 MJ/kg).

WARTOŚĆ GOSPODARCZA BIOMASY SZUWARÓW WIELKOTURZYCOWYCH Z EKOLOGICZNYCH UŻYTKÓW ZIELONYCH

Streszczenie

Szuwary wielkoturzycowe w dolinie Noteci są jednym z najwyższej cenionych biotopów dla fauny lądowej. Liczne wymogi i zalecenia Programu oraz stosowanie metod ekologicznych zgodnie z przepisami o rolnictwie ekologicznym w Pakiecie 2. Rolnictwo Ekologiczne sprawiają, że biomasa pozyskiwana w gospodarstwach prowadzących produkcję metodami ekologicznymi, pod względem odżywczym wykazuje niską jakość. Jest to jednak cenny surowiec do produkcji granulatu i brykietu, który ma zastosowanie jako surowiec energetyczny. Badania granulatu dotyczące wartości energetycznej, ciepła spalania, popiołu i wilgotności oraz składu elementarnego biomasy wykazały jego wysoką wartość opałową - 18,61 MJ/kg i ciepło spalania - 18,96 MJ/kg.

1. Wstęp

Szuwary wielkoturzycowe (wariant 4.3 i 5.3), na ekologicznych użytkach zielonych w dolinie Noteci, mające często charakter niemal jednogatunkowych agregacji, reprezentujące związek *Magnocaricion* [17], są najbliższe naturalnemu środowisku. Dominują w nich turzycza zaostrowana *Carex gracilis*, turzycza błotna *Carex acutiformis*, turzycza dwustronna *Carex disticha* oraz inne, osiągające często 1 m wysokości. Najczęściej występują one w płytkich, lokalnych obniżeniach terenu, z okresowo utrzymującą się wodą na powierzchni gruntu, w strefach zalewowych łęgów zastoiszkowych i rozlewiskowych, na podłożu torfowym [10]. Są one najwyższej cenionym biotopem dla fauny lądowej. Ze względu na cenne wartości przyrodnicze i krajobrazowe [19] podlegają różnym formom ochrony prawnej. Ich wielkość jest bardzo różna, od kilkunastu m² do nawet kilkunastu ha, co potwierdzają badania licznych autorów, jak również wykonane ekspertyzy siedliskowe na potrzeby Programu Rolnośrodowiskowego. W ostatnich latach próbuje się zahamować degradację zbiorowisk szuwarowych, położonych na glebach aluwialnych z dużą zawartością próchnicy, w przeszłości zanikających ze względu na osuszanie terenu i porzucanie użytkowania. Cechuje je wysoki poziom wody gruntowej, który powoduje trudności, a nawet niemożliwość zbioru w niektórych okresach sezonu wegetacyjnego. Liczne wymogi i zalecenia Programu oraz stosowanie metod ekologicznych zgodnie z przepisami o rolnictwie ekologicznym w Pakiecie 2. Rolnictwo Ekologiczne sprawiają, że pozyskiwana biomasa pod względem paszowym wykazuje niską jakość.

Wartość paszowa biomasy szuwarów wielkoturzycowych i jej przydatność w karmieniu zwierząt są słabo poznane. Jest to jednak cenny surowiec do produkcji peletu i brykietu, który ma zastosowanie jako surowiec energetyczny. Do nielicznych prac dotyczących, pojedynczych gatunków lub też łąk turzycowych, bądź z udziałem turzyc, należą prace Denisiuka [3, 4], Liwskiego [16], Seidlera [18], Grzelaka i in. [8, 9], Janyszek i in. [14], Szczepanik-Janyszek i Woźnicy [20] oraz Żurek i in. [22].

Dlatego też celem pracy jest analiza i ocena składu florystycznego i chemicznego biomasy szuwarów wielkoturzycowych pozyskiwanej metodami ekologicznymi dla celów energetycznych oraz ocena warunków siedliskowych.

2. Materiał i metody

Badania florystyczne przeprowadzono w latach 2007-2009 w dolinie Noteci, w trzech gospodarstwach indywidualnych posiadających powyżej 50 ha użytków zielonych każde oraz posiadające Certyfikat Zgodności, nadane przez Polskie Centrum Badań i Certyfikacji SA, Oddział w Pile, potwierdzający zgodność warunków prowadzenia produkcji na użytkach zielonych metodami ekologicznymi z Rozporządzeniem Rady Nr 2092/91/EWG. Inwentaryzację terenową przeprowadzono według metodyki Dokumentacji przyrodniczej siedliskowej (na potrzeby wariantów 4.2.-4.10. i 5.2.-5.10.) w okresie pojawiania się największej liczby gatunków, czyli w terminie od 15 maja do 30 września. Zdjęcia fitosocjologiczne wykonano na poletkach o powierzchni 25 m² każde (5x5 m), przy czym lokalizacja zdjęć fitosocjologicznych wybrana była w miejscach reprezentatywnych dla opisywanej roślinności, zgodnie z za-

sadami fitosocjologii. Opis zdjęć fitosocjologicznych, według tej metodyki, polegał na spisaniu wszystkich gatunków roślin naczyniowych występujących na poletku, a następnie na określeniu pokrycia powierzchni przez każdy gatunek w skali Braun-Blanqueta [1]. Po wykonaniu zdjęć fitosocjologicznych dla każdego gatunku określono jego walor wskaźnikowy (na podstawie list gatunków). Przyczyny zmian florystycznych w wyróżnionych zbiorowiskach oceniono według Ellenberga [5]: wilgotność (F), odczyn gleby (R) i zawartość azotu w glebie (N).

Koszenie biomasy odbywało się kosiarką rotacyjną, a zbiór prasami zbierającymi po kwitnieniu, a nawet w fazie osypywania się nasion.

Badania laboratoryjne peletu przeprowadzono w Instytucie Chemicznej Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu według PN-92/P-50092. Oznaczono wilgotność – metodą suszarkowo-wagową, zawartość celulozy – metodą Seiferta z użyciem mieszaniny acetyloacetanu i dioksanu i zawartość ligniny – metodą Tappi z użyciem stężonego kwasu siarkowego. Oznaczenie ciepła spalania wykonano na kalorymetrze KL-12MN według PN-81/G--04513, który przema-

czony jest do pomiaru ciepła spalania paliw stałych. Obliczono również wartość opałową peletu.

3. Wyniki i dyskusja Gospodarstwo ekologiczne nr I

Siedliskiem był kompleks szuwarów wielkoturzycowych (wariant 5.3), w lokalnym obniżeniu terenowym (tab. 1), z dominacją turzycy błotnej (*Carex acutiformis*) i turzycy ostrzonej (*Carex gracilis*) ze związku *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926, rzędu *Phragmitetalia australis* W. Koch 1926 i klasy *Phragmitetea australis* Klika in Klika et Novák 1941, R.Tx. et Preising 1942. Fitocenozy wykształciły się na siedlisku bardzo wilgotnym, na glebach torfowych. Przestrzennie graniczyły z zakrzaczami wierzbowymi, silnie rozrastającymi się, a także z niewielkimi płatami *Phragmitetum australis*, *Phalaridetum arundinaceae*, oraz innymi zbiorowiskami ze związków *Magnocaricion* i *Phragmiton*. Turzycowiska miały charakter ziołorośliny, ze znacznym udziałem pokrzywy zwyczajnej *Urtica dioica*.

Tab. 1. Skład florystyczny szuwarów wielkoturzycowych w badanych gospodarstwach
Table 1. Floristic composition of high-sedge rushes in investigated farms

Gatunek / Species	Gospodarstwo ekologiczne / Ecological farms												Walor wskaźnikowy / Indicator value
	I				II				III				
	Lata / Years												
2007	2008	2009	Liczba wystąpień	2007	2008	2009	Liczba wystąpień	2007	2008	2009	Liczba wystąpień		
<i>Carex acutiformis</i>	5	5	4	3	4	4	4	3	-	-	+	1	B-szuwar wielkoturzycowy
<i>Carex gracilis</i>	1	+	1	3	-	-	-	-	5	5	5	3	B-szuwar wielkoturzycowy
<i>Phalaris arundinacea</i>	1	1	+	3	-	1	-	1	-	+	+	2	-
<i>Phragmites australis</i>	+	1	-	2	-	+	1	2	-	-	-	-	-
<i>Urtica dioica</i>	1	-	1	2	+	+	1	3	-	-	-	-	-
<i>Cirsium palustre</i>	1	+	-	2	+	+	-	2	+	-	-	1	E – łąki wilgotne
<i>Galium palustre</i>	+	+	-	2	-	-	-	-	+	-	-	1	-
<i>Valeriana dioica</i>	+	+	-	2	+	1	.	2	+	+	+	3	-
<i>Cirsium oleraceum</i>	+	-	1	2	1	1	.	2	+	+	+	3	E – łąki wilgotne
<i>Ranunculus repens</i>	-	+	+	2	+	+	.	2	+	-	+	2	-
<i>Geum rivale</i>	+	-	1	2	+	+	.	2	+	-	-	1	E – łąki wilgotne
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+	-	+	2	+	+	1	3	-	-	-	-	-
<i>Carex rostrata</i>	+	1	-	2	+	+	.	2	-	+	+	2	-
<i>Lotus uliginosus</i>	+	-	-	1	+	+	.	2	-	-	-	-	F- łąki świeże
<i>Comarum palustre</i>	+	-	+	2	+	-	+	2	-	+	+	2	-
<i>Scirpus sylvaticus</i>	+	1	2	3	+	+	.	2	+	-	-	1	F- łąki świeże
<i>Glyceria aquatica</i>	-	1	1	2	+	+	.	2	+	-	-	1	-
<i>Cardamine pratensis</i>	-	+	-	1	.	.	2	1	-	+	+	2	-
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	-	-	+	1	.	.	+	1	-	+	+	2	E – łąki wilgotne
<i>Rumex acetosa</i>	-	-	+	1	.	.	+	1	-	+	+	2	.
<i>Potentilla reptans</i>	-	+	-	1	.	.	1	1	+	-	-	1	-
<i>Thelypteris palustris</i>	-	-	+	1	1	+	+	3	-	-	-	-	-
<i>Calligonella cuspidata</i>	-	+	-	1	1	+	-	2	-	-	-	-	Ochrona częściowa
<i>Eupatorium cannabinum</i>	-	-	-	-	1	1	1	3	-	-	+	1	-
<i>Carex disticha</i>	-	+	-	1	-	-	1	1	-	+	-	1	B-szuwar wielkoturzycowy
<i>Carex caespitosa</i>	-	-	1	1	.	+	+	1	-	-	+	1	-
<i>Hypericum tetrapterum</i>	-	-	1	1	.	.	+	1	-	+	+	2	-
<i>Valeriana dioica</i>	+	-	-	1	+	-	+	2	A - mechowiska
<i>Equisetum arvense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Lathyrus pratensis</i>	-	+	+	2	.	+	.	1	+	+	+	3	F- łąki świeże
<i>Scrophularia nodosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	-	-

Objaśnienia: A – mechowiska, B – szuwar wielkoturzycowy, E – łąki wilgotne, F- łąki świeże, ochrona częściowa
Explanations: A - mossy meadows B - high-sedge rushes, E - semi-natural fresh, F - semi-natural wet, partial protection

Gospodarstwo ekologiczne nr II

Obszar obejmował szuwały wielkoturzycowe (wariant 5.3) z dominacją turzycy błotnej (*Carex acutiformis*). Badane i udokumentowane fitocenozy prezentowały postaci zespołu roślinnego *Caricetum acutiformis* Egger 1933 (tab. 1). Siedlisko, na którym występowały fitocenozy omawianego zespołu było wilgotne do mokrego. Na części działki postępowała sukcesja rekreacyjna w kierunku olsu porzeczowego *Carici elongatae-Alnetum*, ze znacznym udziałem pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*).

Gospodarstwo ekologiczne nr III

Postaci turzycowiska miały miejscami charakter ziołorośliny (tab. 1). W zdiagnozowanych płatach gatunkiem dominującym była turzyca zastrzona (*Carex gracilis*). Zaobserwowano tu udział gatunków charakterystycznych dla rzędu *Molinietalia*, a w szczególności związków *Filipendulion ulmariae* Segal 1966 oraz *Calthion palustris* R.TX. 1936 em. 1957. Omawiane fitocenozy wykształciły się na siedlisku wilgotnym do mokrego, na glebach pobagiennych, murszowych, w granicach potencjalnej biocory łągu jesionowo-olszowego *Fraxino-Alnetum*.

Koszenie szuwarów wielkoturzycowych odbywało się zawsze po 1 lipca, w zależności od warunków atmosferycznych. Jest to zgodne z wymogami Programu Rolnośrodowiskowego na lata 2007-2013 (tab. 2). Tak późny termin koszenia (w nowym Programie po 15 lipca) sprzyja zachowaniu i rozwojowi bioróżnorodności tych niezwykle cennych siedlisk pod względem przyrodniczym i krajobrazowym [2], lecz niekorzystnie wpływa na jakość i wartość pokarmową paszy [15].

Uzyskany plon siana wahał się od 4,4 do 5,5 t/ha (tab. 2). Plon oceniono jako wysoki, chociaż są to łąki ekstensywnie użytkowane, nienawożone od wielu lat. Świadczy to o dużej zasobności gleb murszowych i torfowych w dolinie Noteci w składniki pokarmowe, co potwierdziły badania Grzelaka [7]. Wyliczona liczba wartości użytkowej była niewielka i zróżnicowana w zależności od składu florystycznego (tab. 2). Najniższą liczbę wartości użytkowej [6] $LWU=3,6$, wyliczono dla szuwaru wielkoturzycowego z dominacją *Carex acutiformis*, a najwyższą z dominacją *Carex gracilis* $LWU=4,2$. Dowodzi to znacznej wartości *Carex gracilis*, co potwierdzają badania Żurka i in. [22] oraz Grzelaka i in. [11].

Według wartości wskaźników ekologicznych Ellenberga [5], szuwały wielkoturzycowe są terenami wilgotnymi ($F=8,08$, do bardzo wilgotnych ($F=9,12$), o odczynie gleb zbliżonym do obojętnego ($R=4,90$ do $R=5,81$) oraz umiarkowanej zawartości glęby w azot ($N=5,14$ do $5,55$) (tab. 3).

Analiza wyników przeprowadzonych badań wykazała (tab. 4), że pelet wyprodukowany z biomasy szuwarów wielkoturzycowych, po uzdatnieniu charakteryzował się wysoką wartością opałową wynoszącą odpowiednio 18,61 MJ/kg, 18,65 MJ/kg oraz 17,67 MJ/kg, oraz wysokim ciepłem spalania: 18,96 MJ/kg, 18,77 MJ/kg i 17,22 MJ/kg (tab. 4). Podobne wartości odnotował w swoich badaniach Hejft [13], badając biomasę słomy i Wichowski [21], który badał wartość opałową zrębek z drewna. Wyniki badań Grzelaka i in. [12] peletu z biomasy z traw późno koszonych były zbliżone do uzyskanych wyników, jak również odnośnie zawartości popiołu, wilgotności, celulozy oraz lignin (tab. 4).

Tab. 2. Terminy zbioru szuwarów wielkoturzycowych oraz wielkość uzyskiwanego plonu w badanych gospodarstwach
Table 2. Dates of harvest of high-sedge rushes and level of obtained yield in the examined ecological farms

Gatunek / Species	Gospodarstwo ekologiczne / Ecological farm											
	I				II				III			
	Lata / Years											
	2007	2008	2009	Średnio Mean	2007	2008	2009	Średnio Mean	2007	2008	2009	Średnio Mean
Data zbioru Date of harvest	12 - 16. 07	05 - 09. 07	24 - 26. 07		02 - 06. 07	04 - 07. 07	12 - 16. 07		11 - 16. 07	05 - 08. 07	26 - 30. 07	
Plony (t /ha) Yield of (t /ha)	5.4	5.7	5.4	5.5	5.1	5.1	5.3	5.2	4.4	4.3	4.5	4.4
LWU UVN-index	3.8	3,6	3,9	3.4	3,6	3,6	3,5	3.6	4.2	4.1	4.2	4.2

Tab. 3. Ocena warunków siedliskowych szuwarów wielkoturzycowych Ellenberga [1992]
Table 3. Evaluation of habitat conditions according to Ellenberg [1992]

Szuwały wielkoturzycowe / High-sedge rushes	Ocena według / Evaluation according		
	F Uwilgotnienie Moisture	R Odczyn gleby Soil reaction	N Zawartość azotu w glebie Soil nitrogen content - N
Dominacja / Domination: <i>Carex acutiformis</i> i <i>Carex gracilis</i>	8,08	5,16	5,14
<i>Carex acutiformis</i>	9,12	5,81	5,42
<i>Carex gracilis</i>	8,46	4,90	5,55

Objaśnienia: *F* – wskaźnik wilgotności, *R* – wskaźnik odczynu gleby, *N* – wskaźnik zasobności azotu w glebie
Explanations: *F* – moisture index, *R* – soil reaction index, *N* – soil of nitrogen content in soil

Tab. 4. Podstawowe parametry peletu z poszczególnych gospodarstw ekologicznych
 Table 4. Basic parameters of pellets / briquettes from individual farms ecological

Parametr / Parameter	Gospodarstwo ekologiczne / Ecological farm			Jednostka / Unit
	I	II	III	
Wartość opałowa / Fuel value	18,61	18,65	17,67	MJ/kg
Ciepło spalania / Heating value	18,96	18,77	17,22	MJ/kg
Popiół (%) / Ash (%)	6,87	7,02	7,11	% s.m.
Wilgotność (%) / Moisture content (%)	7,88	7,69	1,87	% s.m.
Celulozy / Cellulose (%)	35,45	36,75	34,86	% s.m.
Ligniny / Lignin (%)	24,26	25,18	24,19	% s.m.

4. Podsumowanie

Szuwary wielkoturzykowe z klasy *Phragmitetea*, według wartości wskaźników ekologicznych Ellenberga, występowały na terenach od wilgotnych (F=8,08) do bardzo wilgotnych (F=9,12), o odczynie gleb zbliżonym do obojętnego (R=4,90 do R=5,81) oraz umiarkowanej zawartości azotu (N=5,14 do 5,55) w glebie. Stanowiły one zbiorowiska cenne pod względem florystycznym, krajobrazowym i przyrodniczym. Charakteryzowały się jednak mierną wartością paszową, lecz wykazywały wysoką wartość opałową oraz wysokie ciepło spalania.

Zgrożeniem dla ich istnienia są obserwowane często procesy degeneracji i regresji, prowadzące do destrukcji pierwotnej struktury fitocenoz, wywołane osuszaniem terenu i zmianą stosunków wodnych. Gospodarowanie na nich metodami ekologicznymi, zgodnymi z przepisami o rolnictwie ekologicznym w Pakiecie 2. Rolnictwo ekologiczne sprawiają, że użytkowane nie będą ulegać degradacji.

5. Literatura

- Braun-Blanquet J.: Pflanzensoziologie. Wien: Springer Verl. 1954, ss. 885.
- Bruinenberg M.H., Struik P.C., Valk H.: Digestibility and plant characteristic of forages in semi-natural grasslands. Grassl. Sci. Eur. 6: 154-157, 2001.
- Denisiuk Z.: Charakterystyka fitosocjologiczna i wartość gospodarcza zbiorowisk turzycowych w dolinie Warty. Spraw. Pozn. TPN 1. 213, 1966.
- Denisiuk M.: Wartość gospodarcza ważniejszych gatunków turzyc w Polsce. PTPN, Wyd. Nauk Roln. i Leśn.. Pr. Komis. Nauk Roln i Komis. Nauk Leśn., 24, 1968.
- Ellenberg H.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica, 18; 5-258.
- Filipek J.: Projekt klasyfikacji roślin łąkowych i pastwiskowych na podstawie liczb wartości użytkowej. Post. Nauk Roln.4: 59-68, 1992.
- Grzelak M.: Zróżnicowanie fitosocjologiczne szuwaru mozgowego *Phalaridatum arundinaceae* (Koch 1926 n.n.) Libb. 1931 na tle warunków siedliskowych w wybranych dolinach rzecznych Wielkopolski. Roczn. AR Poznań, Rozpr. Nauk., 354, pp. 138, 2004.
- Grzelak M., Janyszek M., Spychalski W.: Evaluation of the forage value of the over ground parts of sedges from the section Muehlenbergianae (L.H. Bailey) Kük. Roczn. AR Poznań, s. Botanika, 9: 89-95, 2005.
- Grzelak M., Kaczmarek Z., Janyszek M.: Wpływ ekstensywnego użytkowania i siedliska na występowanie zbiorowisk turzycowych w dolinie Samicy Leszczyńskiej. Acta Sci. Pol., Biologia, 2008, 7(1-2): 27-33.
- Grzelak M., Kryszak A., Kaczmarek Z.: Uwarunkowania siedliskowe i produktywność zbiorowisk trawiastych na terenach zalanych. Roczn. AR Poznań, s. Rolnictwo 66: 105-111, 2006.
- Grzelak M., Kryszak A., Spychalski W.: Charakterystyka geobotaniczna zbiorowisk szuwarowych związku *Phragmition* w wybranych dolinach rzecznych Wielkopolski. Roczn. AR Pozn. 62 s. 15-23, 2003.
- Grzelak M., Waliszewska B., Speak-Dźwigała A.: Wartość energetyczna peletu z łąk nadnoteckich ekstensywnie użytkowanych. Nauka Przyr. Technol. 4, z. 1, 11, 2010.
- Hejft R.: Słoma jako surowiec energetyczny. Problemy Inżynierii Rolniczej, 1994, 2/94, s. 65-71.
- Janyszek M., Grzelak M., Janyszek S.: 2005. Nutritive value of the over ground parts of sedges from the section *Vulpinae* (Carey) Christ. at different plant developmental stages. Roczn. AR Poznań, s. Botanika, 9: 103-109, 2005.
- Ostuch R.: Floristic diversity of grassland – advantages and disadvantages for livestock. Grassl. Sci. Eur. 2: 87-92, 1997.
- Liwski S.: 1961. Mikroelementy – mangan, żelazo, bor, miedź, kobalt, cynk i molibden – w roślinności łąkowej i bagiennej. Roczn. Nauk Rol. 75, F, 1. 7-74, 1961.
- Matuszkiewicz W.: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski, Warszawa: PWN, 2007, ss. 537.
- Seidler S.: Wartość pokarmowa sian doliny Wisły na odcinku od Krakowa do Warszawy. Roczn. Nauk Rol. 1964, 76, F, 1, 41-53.
- Smith R.S., Pullan S., Shiel R.S.: Seed shed in the making of hay from mesotrophic grassland in a field in Northern England: effects of hay cut date, grazing and fertilizer in a split-plot experiment. J. Appl. Ecol. 33: 833-841, 1996.
- Szczepanik-Janyszek M., Woźnica M.: Taksonomia i rozmieszczenie turzyc *Carex* L. Z sekcji *Vulpinae* (Carey) Christ. w Wielkopolsce. Roczniki AR w Poznaniu. Seria Botanika 4: 175-195, 2001.
- Wichowski R.: Wykorzystanie słomy jako źródła energii odnawialnej w rolnictwie na przykładzie Danii, Seminarium krajowe, Wykorzystanie energii odnawialnej w rolnictwie, IBMER, 1994.
- Żurek H, Wróbel B, Zastawny J.: Ocena wartości żywieniowej sianokiszzonek z łąk bagiennej. Annales UMCS, Sec. E, 2006, 61, 405-411.