

ISSN 1232-3578

Zagadnienia Doradztwa Rolniczego

KWARTALNIK

3'17⁽⁸⁹⁾



**CENTRUM
DORADZTWA
ROLNICZEGO**

**STOWARZYSZENIE
EKONOMISTÓW ROLNICTWA
I AGROBIZNESU**



3/2017

Zagadnienia Doradztwa Rolniczego

KWARTALNIK

3'17⁽⁸⁹⁾

CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO

STOWARZYSZENIE EKONOMISTÓW ROLNICTWA I AGROBIZNESU

Wydawcy:

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu

61- 659 Poznań, ul. Winogrody 63

tel.: 61 823 20 81 fax: 61 820 19 71

e-mail: kwartalnik@cdr.gov.pl www.cdr.gov.pl

Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu

60-637 Poznań, ul. Wojska Polskiego 28

tel.: 61 848 71 13 fax: 61 848 71 13

e-mail: sekretariat@seria.home.pl www.seria.home.pl

Rada Programowa:

Edward Arseniuk, Mirosław Drygas, Maria Fazikova, Elena Horská,

Michał Jerzak, Edmund Kaca, Antonina Kalinichenko, Józef Kania,

Andrzej Kowalski, Stanisław Krasowicz, Jędrzej Krupiński,

Krystyna Krzyżanowska, Marek Mrówczyński, Walenty Poczta

Zespół Redakcyjny:

Redaktor naczelny: Andrzej P. Wiatrak

Sekretarz redakcji i redaktor językowy: Anna Kęszczyka

Redaktorzy tematyczni:

Agronomia: Eugeniusz K. Chyłek, Ryszard Jaworski, Stefan Pruszyński

Doradztwo: Wenancjusz Kujawiński, Edward Matuszak, Sławomir Zawisza

Ekonomia: Roman Sass, Andrzej P. Wiatrak, Feliks Wysocki

Problematyka społeczna: Aleksandra Swulińska-Katulska, Sławomir Zawisza

Statystyka: Andrzej P. Wiatrak, Feliks Wysocki

Wspólna Polityka Rolna: Eugeniusz K. Chyłek, Andrzej P. Wiatrak, Roman Sass

© Copyright by Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu
& Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu 2017

Projekt graf., skład komputerowy:

Alicja Zygmanska

Druk:

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu

Nakład 850 egz.

SPIS TREŚCI

ARTYKUŁY

ROMAN SASS: Efektywność i konkurencyjność gospodarstw mlecznych w regionie Wielkopolski i Śląska w zależności od skali produkcji	5
TERESA MIŚ, DARIUSZ ZAJĄC: Problemy rozwoju rolnictwa ekologicznego w regionie o rozdrobnionej strukturze obszarowej	20
BOGDAN M. WAWRZYNIAK: Polityka przemian strukturalnych wobec rolnictwa w krajach Unii Europejskiej	38
KAROL KRÓL: Wybrane zagadnienia prawne i praktyka e-mail marketingu w promocji i sprzedaży usług agroturystycznych	54
SŁAWOMIR ZAWISZA, AGNIESZKA PARADZIŃSKA: Pozarolnicza działalność gospodarcza na obszarach wiejskich gminy Piotrków Kujawski w opinii przedsiębiorców	66
AGNIESZKA KLIMEK-KOPYRA, WOJCIECH SROKA, MATEUSZ KRUPA: Opłacalność uprawy wybranych odmian grochu w zależności od poziomu nawożenia fosforem	79
PAWEŁ ŚWISŁOWSKI, LUIZA DĘBSKA, ANTONINA KALINICHENKO: Charakterystyka palczatki Gerarda (<i>Andropogon gerardi</i>) jako rośliny energetycznej	90
WOJCIECH MIZINIAK, PRZEMYSŁAW KARDASZ, MARCIN BOMBRYŚ: Wpływ przedplonów zbożowych na zachwaszczenie upraw buraka cukrowego	100

INFORMACJE

GRAŻYNA SILSKA: Opis dwunastu dawnych odmian lnu wyhodowanych w Polsce	111
ALINA SZEPELSKA: Uwarunkowania społeczno-kulturowe przedsiębiorczości kobiet na obszarach wiejskich województwa podlaskiego	123
NOWOŚCI WYDAWNICZE	136

TABLE OF CONTENTS

ARTICLES

ROMAN SASS: Efficiency and competitiveness of dairy farms in the region of Wielkopolska and Silesia, depending on scale of production	5
TERESA MIŚ, DARIUSZ ZAJĄC: Problems of development of organic farming in region with fragmented area structure	20
BOGDAN M. WAWRZYŃIAK: Structural change policy towards agriculture in European Union countries	38
KAROL KRÓL: Chosen legal issues and e-mail marketing practice in agro-touristic services promotion and sale	54
SŁAWOMIR ZAWISZA, AGNIESZKA PARADZIŃSKA: Non-agricultural entrepreneurship in the rural areas of Piotrków Kujawski commune in the opinion of entrepreneurs	66
AGNIESZKA KLIMEK-KOPYRA, WOJCIECH SROKA, MATEUSZ KRUPA: Profitability of the chosen pea varieties depending on the level of phosphorus fertilization	79
PAWEŁ ŚWISŁOWSKI, LUIZA DĘBSKA, ANTONINA KALINICHENKO: Characteristics of big bluestem (<i>Andropogon gerardi</i>) as an energy crop	90
WOJCIECH MIZINIAK, PRZEMYSŁAW KARDASZ, MARCIN BOMBRYŚ: Influence of some cereal as previous crop on weed infestation on sugar beet crops	100

INFORMATION

GRAŻYNA SILSKA: Characteristic of twelve old varieties of flax bred in Poland	111
ALINA SZEPELSKA: Socio-cultural conditioning of female entrepreneurship in rural areas of Podlaskie voivodship	123
PUBLISHING NEWS	136

PAWEŁ ŚWISŁOWSKI*, LUIZA DĘBSKA*, ANTONINA KALINICHENKO *,**¹

* Uniwersytet Opolski

** Połtawska Państwowa Akademia Rolnicza, Ukraina

CHARAKTERYSTYKA PALCZATKI GERARDA (ANDROPOGON GERARDI) JAKO ROŚLINY ENERGETYCZNEJ

Nadesłany: 09.03.2017 Zaakceptowany do druku: 30.08.2017

1. Wstęp

Ubiegłoroczna konferencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, w dalszym ciągu kładzie nacisk na zintensyfikowanie działań na rzecz poprawy jakości środowiska naturalnego. Paryskie porozumienie i zawarcie umowy w 2015 r. w ramach tej konferencji miało pomóc w przeciwdziałaniu ociepleniu klimatu. Zagadnienie to w ścisły sposób wiąże się z redukcją emisji gazów cieplarnianych ze szczególnym uwzględnieniem dwutlenku węgla. Jednym ze sposobów ograniczenia koncentracji CO₂ w atmosferze jest pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych. Realizacja tego zadania odbywa się poprzez np. zastępowanie konwencjonalnych paliw transportowych biopaliwami (różnej generacji) oraz wypieraniem spalania wyłącznie samego węgla na rzecz współspalania lub samodzielnego spalania biomasy przeznaczonej na cele energetyczne – do wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej.

Prognoza IBMER (Instytutu Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa – Warszawa) przewiduje, że do 2020 roku udział OZE (odnawialnych źródeł energii) w bilansie energetycznym polskiej wsi i rolnictwa wzrośnie do 21,3% [Wójcicki 2003, 8-10], a więc do poziomu zapewniającego ponad 14% odnawialnych źródeł energii w całym bilansie energetycznym kraju [Budzyński, Bielski 2004, 5-14].

Energię odnawialną można pozyskiwać z całego szeregu roślin uprawnych – zarówno ze zbóż, ziemniaków, buraków cukrowych, jak również z roślin wieloletnich takich jak: trawy, byliny dwuliścienne czy drzewa [Żurek, Martyniak].

¹ Wkład pracy: Paweł Świsłowski – 50%, Luiza Dębska – 15%, Antonina Kalinichenko – 35%.

Coraz większe znaczenie w udziale odnawialnej energii biomasy mają rośliny produkowane ze specjalnym przeznaczeniem energetycznym, określane jako rośliny energetyczne, do których należą gatunki gromadzące odpowiednie ilości oleju lub węglowodanów, jako produktów wyjściowych do wytwarzania nośników energii [Jeżowski 2001, 18-27]. Za najważniejsze uważa się: rośliny drzewiaste szybkiej rotacji, krzewy i byliny szybko rosnące, rośliny trawiaste wieloletnie i plonujące corocznie oraz niektóre rośliny uprawne jednoroczne [Budzyński, Bielski 2004, 5-14].

Międzynarodowa Agencja Energetyki ocenia, że do wyprodukowania 1 GWh energii elektrycznej potrzeba rocznie ok. 60 ha plantacji energetycznych. Wydaje się, że energetyczne zastosowanie biomasy ma szczególne znaczenie w krajach o znacznym udziale rolnictwa w strukturze gospodarczej [Budzyński, Bielski 2004, 5-14]. Dlatego też od kilku lat wzrasta zainteresowanie polskich rolników uprawą roślin energetycznych [Konicki, Borkowski i in.]. Energetyczne wykorzystanie biomasy jest obecnie jedną z najbardziej realnych możliwości produkcji przez rolnika energii pochodzenia roślinnego [Pudelko, Faber 2010, 50-68].

Najbardziej cenne uprawy energetyczne powinny cechować się wydajną zamianą energii promieniowania słonecznego na biomasę, a także charakteryzować się wysoką zawartością suchej masy substancji [Budzyński, Bielski 2004, 5-14]. Uwzględniając wartość energetyczną np. drewna, słomy zbóż czy traw wieloletnich, na wyprodukowanie równoważnika energetycznego 10 ton węgla potrzeba 15-18 ton suchej masy roślinnej. Plony tej wielkości można uzyskać z ok. 1,5 – 2,5 ha upraw roślin przeznaczonych na cele energetyczne [Żurek, Martyniak]. Szczególnie przydatne mogą tu być rośliny z oszczędną gospodarką wodną, jak również te, odporne na niekorzystne warunki środowiskowe i choroby. Ze względu na możliwość pojawiania się chorób oraz szkodników, które mogą zagrozić plantacjom, rolnicy zmuszeni są do poszukiwania nowych gatunków roślin przeznaczonych na cele energetyczne. Doskonałym przykładem takich roślin mogą być trawy prairii amerykańskich: palczatka Gerarda (*Andropogon gerardi*), proso różgowe (*Panicum virgatum*) czy trawa indiańska (*Sorghastrum nutans*) [Pudelko, Faber 2010, 50-68; Kowalik 1994, 9-12; Jeżowski 2003, 61-73].

2. Ogólna charakterystyka palczatki Gerarda

Palczatka Gerarda (*Andropogon gerardi*) to wieloletnia trawa preriowa pochodząca z Ameryki Północnej. W swojej ojczyźnie jest pożywieniem dla wielu gatunków zwierząt, m. in. bizonów i niektórych ptaków, jak np. dla preriokura dwuczubego (cietrzewia preriowego). Oprócz tego, uważana jest za wartościową roślinę pastewną (odmiany w USA) zwłaszcza w żywieniu przeżuwaczy. *Andropogon gerardi*

rośnie w gęstych, szarzielonych kępach, wytwarzając okazałe, sztywne wypełnione rdzeniem źdźbła dł. 1-2,5 m. Ma charakterystycznie czerwono-purpurowe przebarwione kwiatostany typu wiechowatego, złożone z 2-3 palczasto ułożonych kłosów, umiejscowionych na wierzchołkach gałązek o długości do 60 cm, wystających po 1-3 z kątów górnych liści. Blaszki liściowe są równowąskie, płaskie, zwisające, do 30 cm długości i 5-10 mm szerokości, na brzegach szorstkie, początkowo niebieskozielone, jesienią zmieniają barwę na purpurową. Ziarniak palczatki jest lancetowaty, ukryty w kłosku, a u jego podstawy znajduje się pęczek włosków [Kołodziej, Matyka 2012; Lewandowski, Ryms 2013]. Parametry użytkowe tej trawy to: 8 – 15 t plonów s.m./ha przy wartości kalorycznej 17,9 MJ/kg i 1,8 % zawartości popiołu według opracowania [Żurek, Martyniak]. W trakcie badań przy parowej gazyfikacji palczatki Gerarda uzyskano gaz o wartości opałowej na poziomie 8 MJ/m³ [Howaniec, Smoliński 2011, s. 2038-2043]. Wydajność plonów z palczatki Gerarda waha się w zależności od jakości gleby i warunków pogodowych, dlatego też w literaturze można znaleźć pewne różnice, jeśli chodzi o wydajność plonową i tak np. w [Żurek, Martyniak] mowa jest o zakresie 6-24 ton s.m. z hektara. W badaniach prowadzonych w końcu sezonu wegetacyjnego 2006 r. plon suchej masy wyniósł 12,4 t/ha przy wilgotności 28,1% [Majtkowski, Majtowska i in. 2009, 211-216]. Z kolei, dla plantacji we wsi Płoskie, prowadzonej przez Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu, w sprzyjających warunkach wyniósł ponad 20 t/ha s.m. [Lewandowski, Ryms 2013].

3. Uprawa roli

Palczatka Gerarda to gatunek ciepłolubny typu fotosyntezy C₄. Wegetację rozpoczyna w maju i daje największe przyrosty biomasy w lipcu/sierpniu, kiedy większość traw związanych z sezonem chłodnym (w tym większość polskich) przechodzi okres spoczynku. Roślina kwitnie od sierpnia do października. Nasiona zawiązuje dopiero w październiku. Preferuje gleby umiarkowanie wilgotne, o pH 5-8, występuje na odsłoniętych równinach oraz otwartych lasach. Dobrze znosi zasolenie i warunki posuszne. Ważnym elementem agrotechniki jest staranne odchwaszczenie pola w roku poprzedzającym założenie plantacji. Dodatkowo, wymaga odchwaszczania także przez pierwsze 2 lata. Na polach zaniedbanych konieczne jest w okresie późniejszym zastosowanie nieselektywnych herbicydów, po upływie 6-8 tygodni należy wykonać podorywkę, a następnie bronowanie lub kultywatorowanie. Na polach będących w dobrej kulturze zaleca się wykonanie starannej uprawy późniejszej po zbiorze przedplonu. Przed zimą należy wykonać orkę na głębokość 25-30 cm. Wysiew nasion jest rzędowy (60-114 cm) i następuje w maju w ilości 3,4-4,6 kg/ha. W pierwszym roku nie stosuje się nawożenia

mineralnego, w następnych stosuje się 70-110 kg N/ha oraz K i P w zależności od potrzeb. W naszych warunkach klimatycznych palczatka Gerarda wydaje dobrze kiełkujące nasiona, więc można ją rozmnażać generatywnie, jak i wegetatywnie przez podział kępy, z której uzyskuje się 50-70 sadzonek. Zdarza się, że w mroźne zimy plantacja może ulec przemrożeniu [Budzyński, Bielski 2004, 5-14; Ginalski 2009; Kołodziej, Matyka 2012; Lewandowski, Ryms 2013].

4. Zbiór

Zbiór biomasy przeprowadza się jesienią po wczesnym zakończeniu wegetacji (naturalne zaschnięcie rośliny), co następuje po pierwszych przymrozkach. Wilgotność słomy początkowo przekracza 50% i systematycznie maleje do następnej wiosny. Jednak ze względu na podatność palczatki Gerarda na wyleganie, nie zaleca się odkładania zbioru słomy do następnego roku. W badaniach prowadzonych we wschodniej Nebrasce (USA), w których oceniano wpływ terminu zbioru (15 VII, 15 VIII, 10 X) oraz wysokości dawki nawożenia azotowego (0, 100 i 200 kg N/ha) na plonowanie dwóch odmian palczatki Gerarda (Kaw i Pawnee), najwyższe plony uzyskano przy zbiorze dwóch pokosów – w połowie sierpnia i na początku października (Kaw – 13,06 t/ha, Pawnee – 12,49 t/ha). Rośliny pozytywnie reagowały na nawożenie azotowe w ilości 100 kg na hektar (Kaw – 11,57 t/ha, Pawnee – 11,37 t/ha). W porównaniu z próbą kontrolną (bez nawożenia) wzrost plonu siana wyniósł odpowiednio: 5,12 i 5,11 t/ha. Zwiększanie dawki azotu do 200 kg/ha nie jest uzasadnione, gdyż spowodowało to zwiększenie plonu biomasy tylko o 1,74 (Kaw) i 0,71 t/ha (Pawnee) w porównaniu z poziomem 100 kg na hektar. Wilgotność biomasy ocenianej w tych badaniach wynosiła 12% [Kołodziej, Matyka 2012; Stubbendieck, Nielsen 1989, 139-142].

Inne badania dotyczące biomasy palczatki Gerarda prowadzono w latach 2008-2010 w Lincoln Hills of Missouri przez USDA (Departament Rolnictwa USA)-NRCS Elsberry Plant Materials Center, Elsberry Missouri (USA). Zbiór prowadzono co 6 tygodni (do 24 tygodnia), po osiągnięciu przez rośliny fazy dojrzałości nasiennej. Najwyższe plony uzyskano w listopadzie i grudniu. W następnych terminach zbiorów polepszyła się jakość biomasy – spadała wilgotność i zawartość popiołu [Kołodziej, Matyka 2012; Kaiser, Bruckerhoff i in. 2011, 331-332].

5. Przeznaczenie

Biomasa palczatki Gerarda przeznaczona jest do bezpośredniego spalania lub przetworzenia na brykiety lub pelety [Theerarattananoon, Xu i in. 2011, 325-332]. Największa przydatność do spalania występuje w późnych miesiącach jesiennych

(październik, listopad), kiedy to większość traw związanych z sezonem chłodnym (w tym większość polskich) przechodzi okres spoczynku i trudno by było zbierać suchy surowiec nadający się do bezpośredniego spalania. Wcześniejszy zbiór oznaczałby niższe plony i wydajność energetyczną z jednostki powierzchni w stosunku do innych upraw.

Stosowana jest również jako roślina osłonowa i dekoracyjna na poboczach autostrad (USA), jako roślina przeciwerozyjna oraz w rekultywacji terenów przemysłowych, m. in. zwałowisk po kopalnictwie węgla kamiennego i hałd po wydobyciu rud żelaza [Kołodziej, Matyka 2012; Noyd, Pfleger i in. 1997, 682-687; Skell, Gibson 1996, 355-367]. W polskiej literaturze znajdziemy również odniesienia do wykorzystania tej rośliny, jako przydatnej w rekultywacji terenów przemysłowych [Budzyński, Bielski 2004, 5-14; Majtkowski 1998, 1-44].

Biomasa z wieloletnich traw typu C_4 jak np. z *Andropogon gerardi*, stanowi wartościowy surowiec energetyczny, nadający się także do produkcji biogazu [Kołodziej, Matyka 2012], stanowi też dobry materiał kiszonkarski [Majtkowski, Majtowska i in. 2009, 211-216].

W badaniach prowadzonych w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB i Uniwersytecie Technologiczno – Przyrodniczym w Bydgoszczy wykazano możliwość zakiszania biomasy palczatki Gerarda, niezależnie od fazy wegetacji i terminu zbioru. Pozwala to na zastosowanie jej jako surowca w biogazowniach [Majtkowski, Majtowska i in. 2004, 219-225]. Według niektórych Autorów wykorzystywana była także do produkcji biooleju w procesie upłynnienia hydrotermalnego (HTL). W badaniach odnotowano, że plony biooleju z *Andropogon gerardi* były na poziomie 19,5-27,2% [Gan, Yuan i in. 2012, 413-420]. Oprócz tego, może być ona wykorzystywana na cele paszowe [Piłat, Majtkowski i in. 2007, 45-54; Majtkowska, Majtkowski 2003, 387-392; Konicki, Borkowski i in.].

Badania [Kaiser, Bruckerhoff i in. 2011, 331-332] uzasadniają też wykorzystanie palczatki Gerarda na cele energetyczne [Konicki, Borkowski i in.] oraz zaliczenie jej do grupy roślin energetycznych.

6. Aspekty ekonomiczne

W Polsce na przestrzeni ostatnich lat obserwowany jest wzrost zainteresowania uprawami energetycznymi. Nasz kraj dysponuje odpowiednio dużym potencjałem rynkowym biomasy, który może być przeznaczony na cele energetyczne. Produkcja i pozyskanie biomasy z szybko rosnących gatunków roślin energetycznych wydaje się być perspektywnym kierunkiem produkcji rolniczej. Rozwój tej nowej działalności rolniczej określanej mianem agroenergetyki w dużym stopniu jest określony przez aspekty ekonomiczne.

W 2008 roku podjęto badania na terenie Pola Doświadczalnego Wydziału Rolnictwa i Biologii SGGW w Skierniewicach w celu opracowania agrotechniki dla gatunku palczatka Gerarda oraz założenie jej uprawy przy jednoczesnym skalkulowaniu kosztów założenia plantacji *Andropogon gerardi*. Analiza uzyskanych danych wskazuje, że orientacyjny koszt założenia plantacji w warunkach cenowych z 2008 roku wahał się w zakresie 3400–7800 zł/ha w zależności od wykorzystanego materiału nasadzeniowego oraz stanowiska uprawy [Konicki, Borkowski i in.].

Dla porównania, w literaturze można odnaleźć dane dotyczące kosztów założenia plantacji wierzby krzewiastej – i to ona jest wymieniana na pierwszym miejscu jako najpopularniejsza wśród roślin energetycznych uprawianych w polskich warunkach [Stańczyk, Gogola i in. 2005, 103-110].

W podobnym czasie, na przełomie 2008/2009 roku, określono koszty produkcji wierzby, której plantacje były położone na terenie Polski południowej, w województwach: małopolskim, świętokrzyskim i podkarpackim. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że średni koszt założenia plantacji wierzby energetycznej dla badanych plantacji wyniósł 5328,7 zł/ha [Kwaśniewski 2011, 145-154].

Z kolei, w 2010 roku wykonano doświadczenie polowe w Stacji Dydaktyczno-Badawczej w Łężanach, należącej do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, które było zlokalizowane w obrębie gruntów miejscowości Samławki. Na podstawie przeprowadzonych badań obliczono, iż nakłady pracy i koszty bezpośrednie wykonania poszczególnych zabiegów agrotechnicznych wykonanych przy zakładaniu oraz w trakcie prowadzenia plantacji wierzby w pierwszym roku wegetacji, w zależności od zastosowanej kombinacji, wyniosły 4906,3–8600 zł/ha [Stolarski, Szczukowski i in. 2012, 129-140; Grodecki 2014, 54-69].

Powyższy przegląd nakładów pieniężnych dowodzi, iż koszt założenia plantacji palczatki Gerarda nie różni się zbyt wiele od wydatków na założenie i prowadzenie plantacji wierzby. Założenie plantacji i wierzby energetycznej, i palczatki Gerarda jest kosztowne, ponieważ rozpiętość cenowa jest dość duża. Średni koszt założenia plantacji dla obu roślin jest porównywalny. Jednak w obecnych warunkach makro-ekonomicznych, na terenie Polski założenie plantacji *Andropogon gerardi* jest nieopłacalne.

7. Podsumowanie i wnioski

Mała gęstość oraz niska wartość opałowa biomasy sprawia, iż to źródło energii powinno być wykorzystywane głównie w energetyce rozproszonej, w kogeneracji. Warunkiem rozwoju bioenergetyki w rolnictwie jest zapewnienie jej konkurencyjności i lepszej opłacalności w stosunku do tradycyjnej produkcji rolniczej.

Plantacje roślin energetycznych pozwalają zagospodarować różnego rodzaju tereny wyłączone z typowej produkcji rolniczej (w Polsce na gruntach rolniczych klas bonitacyjnych I-V nie powinny być lokalizowane żadne plantacje wieloletnich roślin energetycznych), nieużytki oraz grunty marginalne, co może być powodem do większej aktywizacji społeczności wiejskich.

Uprawa roślin na cele energetyczne jest obecnie jedynie realnym i najtańszym sposobem na zapewnienie „bezpieczeństwa energetycznego” na poziomie indywidualnych gospodarstw rolnych [Żurek, Martyniak].

Energia biomasy przez wiele lat decydować będzie o wypełnieniu przez Polskę zobowiązań wobec UE, związanych ze zwiększeniem udziału OZE w ogólnym bilansie energetycznym kraju. MRiRW szacuje, że do 2020 – nawet 2,2% gruntów ornych powinno być przeznaczone pod uprawy roślin energetycznych. Potwierdzenie przydatności gatunków wieloletnich o fotosyntezie typu C_4 do założenia plantacji i produkcji bioenergii nie oznacza, że opracowano już całe technologie wytwarzania biomasy bądź jej przetwarzania. Do rozwiązania pozostaje wiele problemów agrotechnicznych [Budzyński, Bielski 2004, 5-14].

Palczatka Gerarda nadaje się do uprawy na cele energetyczne w polskich warunkach klimatycznych jednak aktualne, krajowe warunki agrotechniczne, podatność tej rośliny na zachwaszczenie oraz powolne tempo wzrostu po zimie powodują, że *Andropogon gerardi* jest mało opłacalną rośliną energetyczną. Zebrane w artykule informacje na temat niskiej opłacalności energetycznej cytowane z polskich badań wydajnościowych, prowadzonych co najmniej w warunkach przeciętnych gleb przy dość wysokich kosztach zakładania plantacji oraz utrzymania optymalnego pH gleb, przemawiają za małą przydatnością palczatki Gerarda jako rośliny do upraw na cele energetyczne w Polsce.

LITERATURA

1. Wójcicki Z. (2003): Potencjał odnawialnych zasobów energii w rolnictwie. Wieś Jutra. Nr 2(55): s. 8-10. <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.agro-article-e78c3ac1-4468-4ea0-bd09-364dc35c0163> [dostęp: 26.11.2016].
2. Budzyński W., Bielski S. (2004): Surowce energetyczne pochodzenia rolniczego cz. II. biomasa jako paliwo stałe. Acta Sci. Pol., Agricultura, Nr 3(2): s. 5-14. Identyfikator YADDA: bwmeta1.element.dl-catalog-a0cf6cce-4675-4c64-88f0-b5ca4bcad0aa [dostęp: 26.11.2016].
3. Żurek G., Martyniak D.: Bioenergetyka – możliwości i perspektywy produkcji energii z traw wieloletnich w gospodarstwach rolniczych. http://biblio.modr.mazowsze.pl/Biblioteka/Ekologia/Grzegorz_Zurek.pdf [dostęp: 26.11.2016].
4. Jeżowski S. (2001): Rośliny energetyczne – ogólna charakterystyka, uwarunkowania fizjologiczne i znaczenie w produkcji ekopaliwa. Post. Nauk Roln., Nr 48(2): s. 18-27.

- Identyfikator YADDA: bwmeta1.element.agro-article-2ca03ae1-6442-4cab-810c-ca22dd00c7a0 [dostęp: 26.11.2016].
5. Konicki T., Borkowski G., Sasin M., Zięba A.: Możliwości uprawy Palczatki Gerarda w warunkach klimatycznych Polski. <http://www.ur.edu.pl/file/51708/> [dostęp: 26.11.2016].
 6. Pudelko R., Faber A. (2010): Dobór roślin energetycznych dostosowanych do uprawy w wybranych rejonach kraju. [w:]: Bocian P, Golec T, Rakowski J. Nowoczesne technologie pozyskiwania i energetycznego wykorzystania biomasy. Monografia, Instytut Energetyki, Warszawa.
 7. Kowalik P. (1994): Potencjalne możliwości energetycznego wykorzystania biomasy w Polsce. *Gospodarka paliwami i energią*, Nr 42(3): s. 9-12. Identyfikator YADDA: bwmeta1.element.agro-article-10061743-adf2-4993-9c5c-84caed716603 [dostęp: 26.11.2016].
 8. Jeżowski S. (2003): Rośliny energetyczne – produktywność oraz aspekt ekonomiczny, środowiskowy i socjalny ich wykorzystania jako ekopaliwa. *Post. Nauk Roln.*, Nr 50(3): s. 61-73. Identyfikator YADDA: bwmeta1.element.agro-article-76b13139-ead1-480d-a62f-f111cd01eeea [dostęp: 26.11.2016].
 9. Kołodziej B., Matyka M. (2012): Odnawialne źródła energii. Rolnicze surowce energetyczne. Wyd. PWRiL.
 10. Lewandowski W. M., Ryms M. (2013): Biopaliwa. Proekologiczne odnawialne źródła energii. Wyd. WNT.
 11. Howaniec N., Smoliński A. (2011): Steam gasification of energy crops of high cultivation potential in Poland to hydrogen-rich gas. *International Journal of Hydrogen Energy*, Nr 36(3): s. 2038-2043. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2010.11.049
 12. Ginalski Z. (2009): Uprawa wybranych roślin energetycznych. Wyd. CDM O/Radom. http://www.cdr.gov.pl/pol/projekty/AZE/uprawa_roslin_energ.pdf [dostęp: 26.11.2016].
 13. Stubbendieck J., Nielsen C. A. (1989): Influence of harvest and nitrogen fertilizer on four warm-season grasses. [w:]: Proceedings of the Eleventh North American Prairie Conference, University of Nebraska, Lincoln. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1027&context=nacproceedings> [dostęp: 26.11.2016].
 14. Kaiser J.U., Bruckerhoff S.B, Douglas J.L, Baldwin B.S. (2011): In-field weathering influences harvestable biomass yield and biofuel quality of warm-season grasses in the Lincoln Hills, of Elsberry, Missouri. [in:]: Biomass and Energy Crops IV, University of Illinois, Champaign, USA. *Asp of Appl Biol.*, Nr 112: s. 331-332. <http://isplb03-aux3.semantics.net/abstracts/20123128126.html;jsessionid=95B456C0C9F25ADDD98AE80EDFAFF1AA> [dostęp: 26.11.2016].
 15. Theerarattananoon K., Xu F, Wilson J. et all. (2011): Physical properties of pellets made from sorghum stalk, corn stover, wheat straw, and big bluestem. *Industrial Crops and Products*, Nr 33: s. 325–332. DOI: 10.1016/j.indcrop.2010.11.014.
 16. Noyd R.K., Pfleger F.L., Norland M.R., Hall D.L. (1997): Native plant productivity and litter decomposition in reclamation of taconite iron ore tailing. *Journal of Environmental Quality*. Nr 26(3): s. 682-687. DOI: 10.2134/jeq1997.00472425002600030013x.

17. Skell V. A., Gibson D.J. (1996): Physiological performance of *Andropogon gerardi*, *Panicum virgatum* and *Sorghastrum nutans* on reclaimed mine spoil. *Restoration Ecology*, Nr 4(4): s. 355-367. DOI: 10.1111/j.1526-100X.1996.tb00188.x.
18. Majtkowski W. (1998): Przydatność wybranych gatunków traw C4 do upraw alternatywnych w Polsce. *Hod. Rośl. Nasien.*, Nr 2: s. 1-44. Identyfikator YADDA bwmeta1.element.agro-article-269ae444-5f5e-4027-aecb-9c2918503cbf [dostęp: 26.11.2016].
19. Majtkowski W., Majtowska G., Piłat J., Mikołajczyk J. (2004): Przydatność do zakiszania zielonki z traw fotosyntezy C-4 w różnych fazach wegetacji. *Biul. IHAR*, Nr 234: s. 219-225. http://biblioteka.ihar.edu.pl/show_pdf.php?src=pdf/05/8467388e.pdf&name=Majtkowska%20Gabriela,%20W%20B3odzimir%20Majtkowski.pdf. [dostęp: 26.11.2016].
20. Gan J., Yuan W., Johnson L. et al (2012): Hydrothermal conversion of big bluestem for bio-oil production: the effect of ecotype and planting location. *Bioresour Technol.*, Nr 116: s. 413-420. DOI: 10.1016/j.biortech.2012.03.120
21. Stańczyk K., Gogola K., Bajerski A. (2005): Analiza możliwości upraw roślin energetycznych na terenach zdegradowanych na przykładzie wierzby wiciowej. *Górnictwo i Środowisko*, Nr 3: s. 103-110. http://chemia.ug.edu.pl/sites/default/files/_nodes/storna-chemia/14333/files/b1.pdf [dostęp: 26.11.2016].
22. Kwaśniewski D. (2011): Koszty i opłacalność produkcji biomasy z trzyletniej wierzby energetycznej. *Inżynieria Rolnicza*, Nr 1(126): s. 145-154. [http://ir.ptir.org/artykuly/pl/126/IR\(126\)_2913_pl.pdf](http://ir.ptir.org/artykuly/pl/126/IR(126)_2913_pl.pdf) [dostęp: 26.11.2016].
23. Stolarski M., Szczukowski S., Tworowski J., Krzyżaniak M. (2012): Koszty założenia polowych plantacji szybko rosnących roślin drzewiastych. *Rocz. Nauk Roln., Seria G*, Nr 99(1): s. 129-140. http://www.wne.sggw.pl/czasopisma/pdf/RNR_2012_T99_z1_s129.pdf [dostęp: 26.11.2016].
24. Grodecki A. (2014): Dopłaty do upraw roślin energetycznych. *KNUV*, Nr 3(41): s. 54-69. http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-73147c98-5355-4e3a-a102-ae349aaa0d6/c/KNUV_3_41_2014.54-69.pdf [dostęp: 26.11.2016].
25. Piłat J., Majtkowski W., Majtkowska G. i in. (2007): The feeding value assessment of forage from C-4 grass species in different phases of vegetation. Part I. *Andropogon gerardii* Vitman. *Plant Breeding and Seed Science*. Nr 55: s. 45-54. http://biblioteka.ihar.edu.pl/show_pdf.php?src=pdf/04/e30c4075.pdf&name=J.%20Pi%20B3at,%20W.%20Majtkowski,%20G.%20Majtkowska,%20G.%20A%20Furek,%20J.%20Miko%20B3ajczak,%20M.%20Brucknerova.pdf [dostęp: 26.11.2016].
26. Majtkowska G., Majtkowski W. (2003): Obserwacje nad rozwojem traw o typie fotosyntezy C₄ w warunkach Polski. *Komunikat. Biul. IHAR*, Nr 225: s. 387-392. http://biblioteka.ihar.edu.pl/show_pdf.php?src=pdf/05/8467388e.pdf&name=Majtkowska%20Gabriela,%20W%20B3odzimir%20Majtkowski.pdf [dostęp: 26.11.2016].
27. Majtkowski W., Majtowska G., Piłat J., Mikołajczak J. (2009): Grass species from C-4 carbon fixation group: polish experiment with a novel energy and forage purposes crop. *Journal of Central European Agriculture*. Nr 10(3): s. 211-216. <http://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/jcea/article/view/770> [dostęp: 19.04.2017].

PAWEŁ ŚWISŁOWSKI, LUIZA DĘBSKA, ANTONINA KALINICHENKO

**CHARAKTERYSTYKA PALCZATKI GERARDA (*ANDROPOGON GERARDI*)
JAKO ROŚLINY ENERGETYCZNEJ**

Słowa kluczowe: *odnawialne źródła energii, biomasa, palczatka Gerarda, roślina energetyczna*

STRESZCZENIE

Celem przeprowadzonej analizy jest charakterystyka palczatki Gerarda jako rośliny energetycznej. Jest to trawa preriowa fotosyntezy typu C_4 , która nie jest popularnym gatunkiem w Polsce. Artykuł ma charakter przeglądowy i niniejsze opracowanie dotyczące *Andropogon gerardi* ma na celu zaprezentowanie możliwości jej przydatności w polskich warunkach środowiskowych jako biomasy do produkcji bioenergii na podstawie doniesień z literatury. Powolne tempo wzrostu po okresie zimowym oraz łatwość zachwaszczania plantacji powoduje, że *Andropogon gerardi* stanowi mało opłacalną roślinę energetyczną w warunkach polskich. Dodatkowo, zostały porównane koszty założenia plantacji w stosunku do wierzby krzewiastej w celu sprawdzenia opłacalności jej uprawy w Polsce.

PAWEŁ ŚWISŁOWSKI, LUIZA DĘBSKA, ANTONINA KALINICHENKO

**CHARACTERISTICS OF BIG BLUESTEM (*ANDROPOGON GERARDI*)
AS AN ENERGY CROP**

Keywords: *renewable energy sources, biomass, big bluestem, energy crop*

SUMMARY

The aim of the described analysis is characteristic of big bluestem as an energy crop. This is prairie grass with C_4 type of photosynthesis, which is not popular species in Poland. The article is a review and the aim of this study on *Andropogon gerardi* was to show the possibilities of its usefulness as a biomass for bioenergy production in the Polish environmental conditions based on references reports. Slow growth rate after the winter and the ease of weeding of the plantation makes *Andropogon gerardi* a low-cost energy crop in polish conditions. In addition, the cost of plantation establishment in comparison with the shrubby willow was determined in order to check the profitability of its cultivation in Poland.

e-mail: akalinichenko@uni.opole.pl