Acta Agrophysica, 2002, 60, 91-98

SUROWCE ODNAWIALNE TO WAŻNY OBIEKT ZAINTERESOWANIA DLA AGROFIZYKI U PROGU XXI WIEKU

S. Jeżowski

Instytut Genetyki Roślin PAN, ul. Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań
e-mail: ajez@igr.poznan.pl

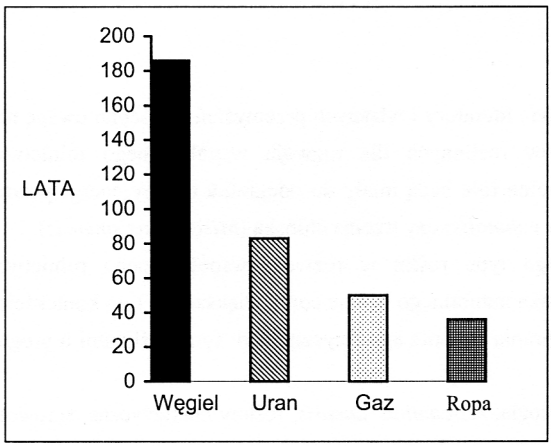
Streszczenie. W pracy na podstawie literatury i własnych przemyśleń zwrócono uwagę na rolę i znaczenie odnawialnych surowców roślinnych dla rozwoju współczesnego rolnictwa i ochrony środowiska naturalnego. Szczególną role będą miały do odegrania rośliny energetyczne takie np. jak wierzba szybko rosnąca (*Salix viminalis*) czy trzcina chińska (*Miscanthus sinensis*). W pracy podkreślono, że znaczenie tego typu roślin w rozwoju współczesnego rolnictwa europejskiego, a także w ochronie środowiska naturalnego będzie coraz większe. W tym kontekście jawi się duża rola jaką będą miały do odegrania badania agrofizyczne nad tymi roślinami u progu nowego stulecia.

Słowa kluczowe: agrofizyka, ekologia, *Miscanthus sinensis*, rośliny energetyczne, surowce odnawialne.

WPROWADZENIE

Od zarania dziejów, z wyjątkiem dwóch ostatnich stuleci, podstawą bytu materialnego człowieka były surowce pochodzenia roślinnego czyli tzw. surowce odnawialne (włókna naturalne, drewno opałowe, materiały budowlane itp.). Dwa ostatnie stulecia to okres przede wszystkim wykorzystywania tanich surowców w takich jak węgiel czy ropa naftowa. Powodowało to siłą rzeczy coraz większe wypieranie produktów wytwarzanych w gospodarce rolniczej i leśnej, które mogły przecież być wykorzystywane nie tylko tradycyjnie jako żywność czy pasza dla zwierząt. Jednak sztuczne ograniczenie podaży ropy naftowej wprowadzone w latach 70-tych minionego stulecia przez kraje wydobywające ją (kraje

OPEC) doprowadziło do tego, że zaczęto wracać do pierwotnych źródeł surowcowych opartych na produkcji biomasy roślin. W czasie poprzedzającym ten powrót do odnawialnych surowców podejmowano jedynie nieznaczne wysiłki w celu dalszego rozwijania i doskonalenia sposobów wykorzystania tych surowców. Badania i opracowywania nowych produktów i technologii koncentrowały się głównie na bazie surowców kopalnych. Natomiast gdy pod koniec ubiegłego wieku uświadomiono sobie, że można prognozować stopniowe wyczerpywanie się kopalnych surowców (Rys. 1) rozpoczęto intensywne badania nad szerszą możliwością wykorzystania roślin alternatywnych jako odnawialnych surowców. Zadziałały tutaj również inne ważne przyczyny skłaniające do zwiększania produkcji surowców roślinnych. W dalszej części niniejszej pracy zostaną one przedstawione i pokrótce omówione.



Rys. 1. Światowe zasoby paliw pierwotnych [2].

Fig. 1. World-wide supply of primary fuels [2].

Rola i znaczenie surowców odnawialnych dla rozwoju rolnictwa i ochrony środowiska

Surowce odnawialne, w szczególności jako źródło energii w porównaniu z surowcami kopalnymi takimi jak: węgiel, ropa, gaz i uran (Tab.1) wpłyną stabilizująco na cały rynek rolny. Stanie się to dlatego, że surowce te stworzą dla rolnictwa nowe alternatywy produkcyjne i dodatkowe źródła pozyskiwania dochodów. Dla rolników mogą stać się właściwą drogą ucieczki od problemów zamkniętego i zbyt szczupłego rynku żywnościowego. Na terenach wiejskich będą przyczyniać się do stabilizacji poprzez zachowanie, a także stworzenie nowych miejsc pracy. Stąd też, surowce odnawialne będą czynnikiem przeciwdziałającym migracji z tych terenów do przepełnionych już miast.

Tabela 1. Socjalny, ekonomiczny i środowiskowy aspekt wykorzystania różnych surowców energetycznych [9]

Table 1. Social, economic and environmental aspects of utilization of different energy raw materials [9]

	Paliwa energetyczne		
	kopalne (węgiel, ropa , gaz)	atomowe (uran)	biomasa (rośliny energetyczne)
Odnawialność	-	-	+
Redukcja CO_2	-	+	+
Redukcja efektu cieplarnianego	-	-	+
Krajobraz	-	-	+
Uniknięcie ryzyka katastrofy	-	-	+
Nadmierne koszty naprawy środowiska naturalnego	+	+	-
Redukcja kosztów administracyjnych	-	-	+
Innowacyjność	-	+	+
Kreatywność nowych zawodów przemysłowych	-	+	+
Przyczynianie się do decentralizacji ekonomicznych struktur	-	-	+
Promocja eksportu	-	+	+
Wzrost autonomicznego zaopatrzenia energetycznego (kraje rozwinięte)	-	+	+
Wzrost autonomicznego zaopatrzenia energetycznego (kraje rozwijające się)	-	-	+
Zwiększenie dochodów rolników	-	-	+
Znaczący czas zniszczeń odpadów	+	+	-
Migracja na tereny zurbanizowane	+	+	-
Pozytywna opinia publiczna	-	-	+
Uniknięcie międzynarodowych konfliktów i wojen	-	-	+
Deformacja genetyczna	-	+	-

Należy podkreślić, że bardzo ważną przyczyną zainteresowania nauki i praktyki, nowymi odnawialnymi surowcami w ostatnich latach jest zwiększenie dbałości ludzi o ochronę środowiska naturalnego (przeciwdziałanie powstawaniu efektu cieplarnianego poprzez znaczącą redukcję CO_2 z atmosfery). Mówiąc o odnawialnych surowcach roślinnych dla energetyki myślimy o tzw. roślinach energetycznych. Są to wszystkie gatunki roślin [9,16], które mają zdolność do intensyw-

nego gromadzenia oleju lub węglowodanów jako produktu wyjściowego do wytwarzania płynnych nośników energii. Z celulozy, skrobi czy cukrów prostych można otrzymać np. alkohol (etanol lub metanol). Z kolei oleje roślinne to znakomite surowce do wytwarzania biopaliw silnikowych (biodiesel). Natomiast ligninocelulozowe części roślin mogą być bezpośrednio spalane (bale, brykiety, pelety) lub po odpowiedniej obróbce technologicznej, używane dla celów energetycznych jako paliwo ciekłe (etylina, olej napędowy, wodór) bądź też gaz. Do tej grupy roślin możemy zaliczyć rośliny jednoroczne takie jak: zboża, kukurydza, rzepak, topinambur, sorgo, słonecznik itp. lub rośliny wieloletnie (szybko rosnące) użytkowane corocznie. Są tutaj różne gatunki roślin trzcinowatych *(Miscanthus sinensis, Arundo donax, Spartina pectinata*) jak również szybko rosnące gatunki roślin drzewiastych jak np. wiklina czy topola.

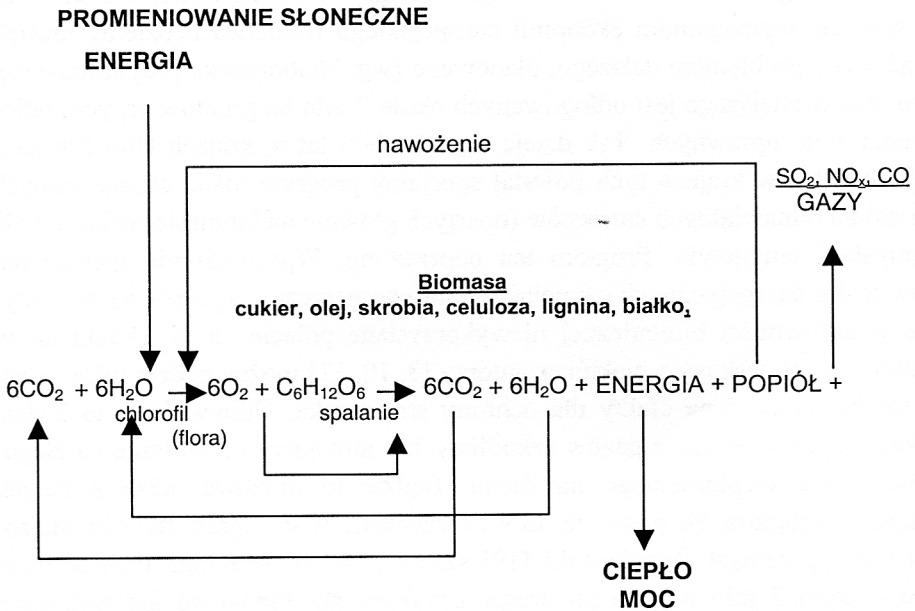
Wielu autorów zgodnie twierdzi [1, 3, 6, 7, 8, 11, 13, 14, 21], że jedną z najważniejszych roślin energetycznych jest trawa o popularnej nazwie Miskant, rzadziej nazywana trzciną chińską lub trawą słoniową (*Miscanthus* x *giganteus*). Na wyjątkowe zainteresowanie tą rośliną wpływa między innymi to, że charakteryzuje się ona bardzo bujnym wzrostem i rozwojem, a także bardzo dużą wydajnością produkcji suchej masy sięgającą od 30 do 50 ton z hektara, co czyni ją liderem wśród innych gatunków roślin energetycznych (Tab. 2).

Tabela 2. Porównanie plonów biomasy różnych roślin [22]
Table 2. Comparison of yields of biomass from different plants [22]

Roślina	Plon t s.m/ha rocznie	Początek pełnego plonowania
Wierzba	8-12	po 4 latach
Topola	10-20	po 7-8 latach
Misanthus	15-25	po 2 latach
Trzcina	8-12	po 2 latach

Główną zaletą roślin energetycznych jest jednak to, że jako nośniki energetyczne w procesie uzyskiwania z nich energii nie zanieczyszczają środowiska naturalnego poprzez nadmierną emisję do atmosfery szkodliwych gazów (CO, CO_2, SOx, NOx) i pyłów powodujących efekt cieplarniany wywołujący gwałtowne i niekontrolowane zmiany klimatyczne na Ziemi. Dzieje się tak, dlatego, że uzyskiwanie energii z takich źródeł, odbywa się w naturalnym i niemalże zamkniętym cyklu (Rys. 2) gdzie nawet produkt spalania biomasy roślin jakim jest popiół może do niego ponownie wrócić w postaci nawozu. W czasie spalania do atmosfery

ulatnia się jedynie niewielka ilość gazów, co zostało to dowiedzione przez wielu autorów [12, 17, 18, 23]. W badaniach praktycznych nad porównaniem emisji wymienionych gazów oraz pyłów przy spalaniu węgla i biomasy (słomy) w piecu okazało się, że wielokrotnie więcej emituje ich piec na węgiel (Tab. 3).



Rys. 2. Prawie zamknięty cykl produkcji energii z biomasy [16].
Fig. 2. The almost closed cycle of energy production from biomass [16].

Tabela 3. Emisje chwilowe (maksymalne) oraz dobowe poszczególnych zanieczyszczeń w wypadku spalania węgla i słomy [10]
Table 3. Short duration (maximum) and twenty –four hours emission of different gases during the combustion of coal and biomass [10]

Rodzaj emitowanej substancji	Biomasa		Węgiel	
	g x s^{-1}	kg x $doba^{-1}$	g x s^{-1}	kg x $doba^{-1}$
Dwutlenek siarki	0,0141	0,152	0,0476	4,104
Dwutlenek azotu	0,0077	0,083	0,0024	0,210
Tlenek węgla	0,2270	0,245	0,1340	11,544
Pyły ogółem	0,0290	0,312	0,0892	2,141

PODSUMOWANIE

Kraj nasz, jak powszechnie wiadomo, stara się o przyjęcie do Unii Europejskiej. Jednym z najważniejszych problemów jaki stoi na przeszkodzie, to dostosowanie polskiego rolnictwa do rolnictwa unijnego. Może się bowiem okazać, że aby sprostać wymaganiom ekonomii europejskiego rolnictwa będziemy musieli stanąć przed problemem dalszego, planowego (wg. Nalborczyka [20] szacuje się, że do dnia dzisiejszego jest odłogowanych około 2 mln ha gruntów ornych) odłogowania ziem uprawnych. Tak dzieje się od wielu lat w krajach Unii Europejskiej. Stąd też w krajach tych powstał specjalny program roślin alternatywnych jako źródła odnawialnych surowców (opartych głównie na biomasie roślinnej) dla przemysłu i energetyki. Program ten poprzez np. Wprowadzenie specjalnych upraw roślin energetycznych uzupełnia bilans energetyczny, a jednocześnie utrzymuje w aktywności biologicznej niewykorzystane połacie ziemi. Dzięki takim uprawom na co wskazują niektórzy autorzy [3, 10, 12] można będzie także uzyskać bardzo pozytywne efekty dla ochrony środowiska. Odbywać się to będzie głównie poprzez redukcję gazów szkodliwych z atmosfery co wpłynie na złagodzenie efektu cieplarnianego na Ziemi. Będzie to możliwe także z innych ważnych względów. Po pierwsze, to wykorzystanie w do upraw terenów skażonych przez przemysł (Majtkowski [19] szacuje, że powierzchnia tych terenów wynosi około 3 mln ha), a po drugie uzyskane np. biopaliwo jak wykazano w omawianej pracy jest odnawialne, ekologicznie czyste i biodegradalne.

Powstałe przed trzema laty przy IBMER w Warszawie Europejskie Centrum Energetyki Odnawialnej ocenia, że wprowadzenie w Polsce upraw energetycznych na szeroką skalę rozpocznie się za około 8 lat. Jest to wystarczający okres aby nauka przygotowała właściwe zaplecze dla przyszłej energetyki odnawialnej. Właśnie tutaj jawi się olbrzymia rola jaką będzie miała również do odegrania agrofizyka. Jeżeli tylko rozpatrzymy samo słowa agrofizyka to łatwo zauważyć, że składa się ono z dwu elementów; agro- związane z rolnictwem (roślina, uprawa itp.) i fizyka – obejmująca zagadnienie energii, którą muszą zużywać maszyny rolnicze przy zbiorach roślin oraz energia jaką można uzyskać z tych roślin na przykład przy spalaniu ich biomasy. Dlatego wydaje się, że badania nad cechami fizycznymi roślin w kierunku uzyskania z nich odnawialnych surowców przemysłowych, a przede wszystkim energetycznych (biopaliwa) to również jeden z ważnych kierunków przyszłych badań stojących przed agrofizyką u progu XXI wieku.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bassham J.A.:** Energy crops (energy farming). In: Bicchemical and Photosynthetic Aspects of Energy Production 6. Academic Press, New York, 147-173, 1980.
2. **BWMI:** Energie Daten 1994. Nationale und internationale Entwickluny Bundesministerium für Wirtschaft. Union-Druckerei, Frankfurt, 1994.
3. .**Bereittschuh G., Eckert H.:** Landwirtschaft und Umwelt aus gegenwartger Sicht. Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 78, 231-246, 1995.
4. **Bullard M.J.:** Overview of ADAS Miscanthus and related biomass research. 1996.
5. **Chelf P., Brown L.M., Wyman C.E.:** Aquatic biomass resources and carbon dioxide trapping. Biomass and Bioenergy, 4(3),175-184, 1993.
6. **Deuter M., Jeżowski S.:** Szanse i problemy hodowli traw z rodzaju Miscanthus jako roślin alternatywnych. Hodowla Roślin i Nasiennictwo, 4, 45-48, 1998.
7. **El Bassam N., Dambroth M., Jacks I.:** Die Nutzung von Miscanthus sinensis (Chinaschilf) als Energie- und Industriegrundstoff. Landbauforschung Volkenrode, 42, 199-205, 1992.
8. **El Bassam N.:** Auswirkungen einer Klimaveranderung auf den Anbau von C4- Pflanzenarten zur Erzeugung von Energietragern. Mit. Ges. Pflanzenbauwissenschaft, 8, 169-172, 1995.
9. **El Bassam N.:** Potential energy crops for Europe and Mediterranean region. REU Technical Series, 46, 14-21, 1997.
10. **Gradziuk P.:** Możliwości energetyczne wykorzystania słomy. Postępy Nauk Rolniczych, 5, 9-12, 1995.
11. **Greef J.M., Deuter M.:** Syntaxonomy of Miscanthus x giganteus GREEF et DEU. Angewandte Botanik, 67, 87-90, 1993.
12. **Hall D. O., House J.:** Biomass and environmentally acceptable fuel for the future. Proc. Inst. Mech. Engrs., 209, 203-214, 1995.
13. **Jeżowski S.:** Miscanthus sinensis Giganteus- trawa o przeznaczeniu przemysłowym i energetycznym. Genet. Pol., 35A, 371-375, 1994.
14. **Jeżowski S.:** Miskant chiński- źródło odnawialnych i ekologicznych surowców dla Polski. Zeszyty Problewowe P.N.R., 468, 159-166, 1999.
15. **Jeżowski S.:** Miscanthus- roślina alternatywna dla polskiego rolnictwa i możliwości jej introdukcji w warunkach klimatycznych Polski. Polsko-niemiecka konferencja na temat wykorzystania trzciny chińskiej. Połczyn Zdrój, 27-29.09.2000. Materiały konferencyjne, 21-25, 2000.
16. **Jeżowski S.:** Rośliny energetyczne- ogólna charakterystyka, uwarunkowanie fizjologiczne i znaczenie w produkcji ekobiopaliwa. Postępy Nauk Rolniczych, 2, 19-27, 2001.
17. **Krahl J.:** Bestimmung der Schadstoffemissionen von landwirtschaftlichen Schleppern beim Betrieb mit Rapsolmethylester in Vergleich zu Dieselkraftstoff. Dissertation TU Braunschweig, 1- 66, 1993.
18. **Larson E.D., Williams R.H.:** Biomass Plantation Systems and Sustainable Development. Energy as an Instrument for Socio-Economic Development, 91-106, 1995.

19. **Majtkowski W., Majtkowska G.:** Ocena możliwości wykorzystania w Polsce gatunków alternatywnych w kolekcji ogrodu botanicznego IHAR w Bydgoszczy. Polsko-niemiecka konferencja na temat wykorzystania trzciny chińskiej. Połczyn Zdrój, 27-29.09.2000. Materiały konferencyjne, 77-86, 2000.
20. **Nalborczyk E.:** Nowe rośliny uprawne i perspektywy ich wykorzystania. Nowe rośliny uprawne. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 5-21, 1996.
21. **Pude R.:** Anbau und Ertrage von Miscanthus in Europa. Polsko-niemiecka konferencja na temat wykorzystania trzciny chińskiej. Połczyn Zdrój 27-29.2000. Materiały konferencyjne, 91-95, 2000.
22. **Szeptycki A.:** Wykorzystanie trzciny chińskiej dla celów energetycznych. Polsko-niemiecka konferencja na temat trzciny chińskiej. Połczyn Zdrój 27-29.09.2000. Materiały konferencyjne, 49-55, 2000.
23. **Zhang X.:** Biodegradability of biodiesel in the aquatic environment. Paper, an ASAE Meeting Presentation, 1-14, 1995.

RENEWABLE RAW MATERIALS AS AN IMPORTANT OBJECT OF INTEREST FOR AGROPHYSICS ON THE THRESHOLD OF XXI MILLENIUM

S. Jeżowski

Institute of Plant Genetics, Polish Academy of Sciences, Strzeszyńska 34, 60 - 479 Poznań
e-mail: ajez@igr.poznan.pl

Summary. Renewable raw materials will play a very important role in the future. On the basis of the literature, the role of renewable plant materials for the development of modern agriculture and protection of the environment is presented. Emphasis is put on plants serving as a source of energy (eg. *Miscanthus x giganteus*). In this context a great role of agrophysical research concerning these plants is highlighted.

Keywords: agrophysic, ecological, *Miscanthus sinensis*, energy plants, renewable raw materials.