

HENRYK BURCZYK,
LIDIA GRABOWSKA, JACEK KOŁODZIEJ
Instytut Włókien Naturalnych

KONOPIE WŁÓKNISTE JAKO ROŚLINY ENERGETYCZNE

I. Wprowadzenie

Według założeń dokumentu „Strategia rozwoju energetyki odnawialnej” przyjętym przez Sejm RP w dniu 12 VIII 2001 r., udział energii odnawialnej w bilansie energii pierwotnej powinien się zwiększyć do 7,5% w 2010 r. i 14% w 2020 roku. Zakłada się, że podstawowym źródłem energii odnawialnej będzie głównie biomasa pochodząca z roślin energetycznych oraz surowców odpadowych. Zaletą biomasy roślinnej w porównaniu z surowcami kopalnymi jest duża fotosynteza CO₂ pobieranego z atmosfery oraz ograniczanie emisji gazów cieplarnianych.

Dobór roślin do tego celu wymaga zachowania zasad zrównoważonego rozwoju rolnictwa oraz podejmowania ekonomicznie uzasadnionych decyzji merytorycznych i organizacyjnych. Z tego też powodu zwiększanie powierzchni uprawy wysokoplonujących roślin, do których należą również konopie włókniste, stanowić będzie w najbliższej przyszłości główny przedmiot zainteresowania w rolnictwie.

Wprawdzie konopie włókniste w Polsce nie zostały dotychczas zaliczone do roślin energetycznych i nie są objęte dopłatami, jednak z uwagi na stosowanie podobnych subsydiów w zachodnich krajach Unii Europejskiej, należy oczekiwać, że w najbliższym czasie konopie również w naszym kraju zostaną wpisane na listę roślin energetycznych.

Tymczasem aktualnie z biomasy konopi włóknistych pozyskuje się włókno (25%) wykorzystywane wielokierunkowo i paździerz (75%), które bywają stosowane jako ściółka dla koni lub surowiec do produkcji różnego rodzaju płyt, względnie na opał w formie brykietów. Natomiast słoma z konopi uprawianych na nasiona, przeznaczana jest na kompost lub na uzyskanie włókna a paździerz w postaci brykietów są spalane.

W ostatnich latach biomasa z roślin energetycznych i materiałów odpadowych, przetworzona na brykiety lub pelety, stanowi przedmiot handlowego ob-

rotu w kraju oraz na eksport. Dotychczasowe obserwacje wskazują, że konopie włókniste uprawiane również w tym celu, mogą być dla rolnictwa ekonomicznie uzasadnione i jeszcze dostarczać dodatkowych korzyści. Bowiern poprzez wysoką ich wartość użytkową i biologiczną oraz dużą zdolność przystosowania się do trudnych warunków przyrodniczych, wpływają na ekologiczne polepszenie środowiska.

II. Czynniki warunkujące uprawę konopi dla celów energetycznych

1. Warunki klimatyczno-glebowe

Polskie odmiany konopi jednopiennych dobrze są przystosowane do klimatu umiarkowanego i dlatego mogą być uprawiane na terenie całego kraju. W okresie wegetacji wymagają od 200-300 mm opadów. Chociaż ilość opadów w lecie spełnia mniejszą rolę w ich wzroście niż dostateczna zawartość wody w glebie. Dobrze rozwinięty palowy system korzeniowy, znakomicie niweluje skutki okresowej suszy glebowej [Grabowska, Koziara 2001]. Konopie należą do roślin ciepłolubnych i krótkiego dnia. Dlatego nasiona kiełkują dopiero przy temperaturze gleby od 8-10°C, w ciągu 8-12 dni. Chociaż młode rośliny znoszą przymrozki nawet do -6°C [Bosca, Karus 1997]. Rozwój konopi w dużej mierze zależy od ilości światła, które w warunkach długiego dnia wydłużają fazę wzrostu wegetatywnego. Stąd zalecanym terminem siewu konopi uprawianych na biomasę jest koniec kwietnia.

Konopie wymagają gleb zwięzłych, bogatych w próchnicę i zasobnych w składniki pokarmowe o odczynie obojętnym lub lekko zasadowym. Rozwinięty system korzeniowy zapewnia dobre przewietrzanie roli i zaopatrywanie z głębszych warstw gleby w wodę i składniki pokarmowe. Skutkiem tego konopie wpływają na poprawianie struktury gruzełkowatej gleb i stanowią dobry przedplon w płodozmianach z dużym udziałem zbóż [Jaranowska 1962].

2. Uprawa roli i dobór odmian

Konopie wymagają orki zimowej oraz wiosennej uprawy ograniczającej przesuszanie gleb. Przed siewem należy dokonać nawożenia mineralnego w zależności od zasobności gleb i jakości przedplonu, w ilościach na 1 ha około: 80 kg N, 50 kg P₂O₅ i 90 kg K₂O. W zasadzie konopie nie wymagają stosowania środków chemicznych dla zwalczania chwastów, chorób i szkodników, ponieważ wyróżniają się intensywnym przyrostem roślin w początkowej fazie wzrostu. Wysiewu nasion kwalifikowanych dokonuje się w ilości 40-50 kg/ha, w rozstawie rzędów 20-30 cm przy uprawie konopi na biomasę.

W Rejestrze Krajowym COBORU i Wspólnotowym Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA) znajdują się cztery następujące odmiany jednopiennych konopi włóknistych, wyhodowanych w IWN w Poznaniu: Białobrzeskie, Beniko,

Silesia i Tygra. Przy zapewnieniu poprawnej agrotechniki, w/w odmiany plonują na poziomie 12-15 t/ha powietrznie suchej masy. W doświadczeniach polowych IWN testowane są nowe rody hodowlane konopi, przewyższające około 30% plonem biomasy dotychczas uprawiane odmiany (fot. 1).



Fot. 1. Plantacja konopi włóknistych uprawianych na biomasę w Zakładzie Doświadczalnym Pętkowo.

Poza tym, kontynuowane są prace genetyczno-hodowlane nad uzyskaniem nowych kreacji odmian, plonujących powyżej 20 t/ha biomasy, o wysokiej zawartości włókna i celulozy przy śladowych ilościach związków halucynogennych Δ -9 tetrahydrocannabinolu zw. THC [Burczyk i in. 2005].

3. Opłacalność uprawy konopi

Warunkiem podjęcia uprawy konopi dla celów energetycznych jest zapewnienie plantatorom opłacalnej produkcji surowca w porównaniu ze zbożami. Stąd

określanie wysokości i struktury kosztów uprawy oraz poziomu uzyskiwanych przychodów z jednostki powierzchni, ma istotne znaczenie dla szukania sposobów poprawiania opłacalności produkcji biomasy. Jeżeli koszty uprawy konopi będą zbyt wysokie lub cena surowca bardzo niska, a opłacalność gorsza od uprawy np. pszenicy ozimej, wówczas rolnicy nie będą podejmować produkcji biomasy dla celów energetycznych.

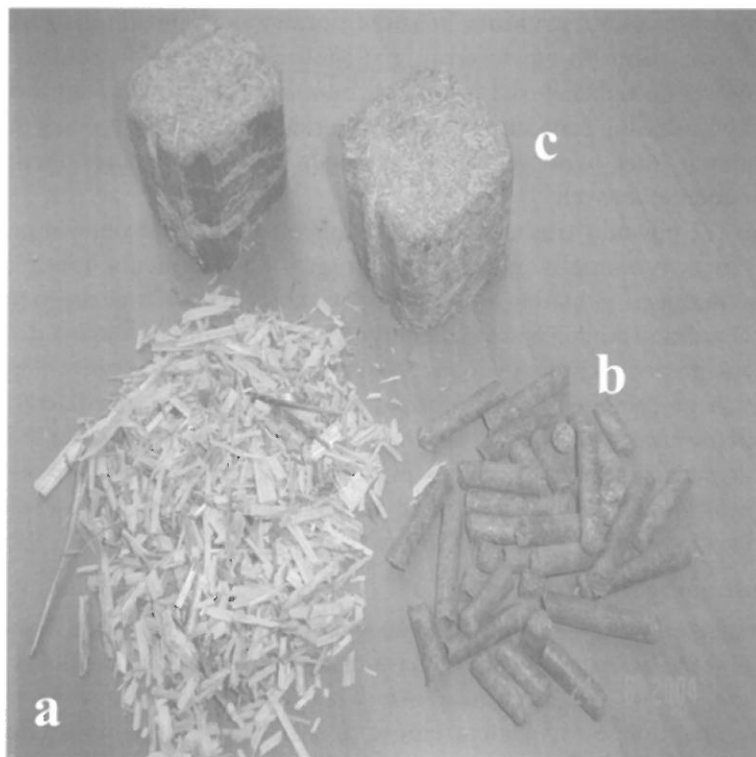
Z tego też powodu trzeba szukać z jednej strony metod obniżania kosztów uprawy i otrzymywania biomasy oraz z drugiej – zapewnienia opłacalnych cen produktu finalnego w oparciu o umowy kontraktacyjne. Nieznaczne poprawienie rentowności produkcji surowca energetycznego z konopi, można dokonać na drodze taniego pozyskiwania włókna, nasion lub olejków eterycznych, z przeznaczeniem ich na cele techniczne, a pozostałą część biomasy (paździerz, słoma), po zbrykietowaniu sprzedać na cele energetyczne. Dla zrealizowania tego zamierzenia, organizacje rolnicze powinny przy pomocy doradców organizować grupy producentów oraz usługi specjalistycznym sprzętem (koszenie, belowanie, dekoratykacja, brykietowanie, transport) [Burchyk i in. 2006]

4. Wartość energetyczna

Jak wskazują wstępne wyniki badań wykonanych w Zakładzie Doświadczalnym IWN w Sęszewie, zarówno biomasa z całych roślin jak też produkty uboczne (paździerz, słoma) mogą stanowić dobry surowiec energetyczny. Konopie skoszone w pełnej dojrzałości kwiatostanów, pozostają na polu do czasu dosuszenia ich do powietrznie suchej masy (ok. 16% wilgoci). Dla przyspieszenia procesu dosuszania roślin, należy dokonywać odwracania biomasy. Przy częstych opadach deszczu, tę czynność należy kilkakrotnie powtarzać, aby przyspieszyć dosuszanie surowca na wolnym powietrzu.

W ten sposób uzyskaną biomasę, trzeba zbelować, zmagazynować w przewidzianym pomieszczeniu i zabezpieczyć przed wilgocią. Następnie surowiec rozdrobnić i wyprodukować brykiety przy pomocy brykieciarek wysokiego zgniotu bez dodawania lepiszcza. Otrzymane brykiety mogą być pakowane w worki, magazynowane i następnie transportowane do odbiorców surowca energetycznego. Na życzenie odbiorcy można z rozdrobnionej biomasy wytwarzać pelety, których koszt produkcji jest dużo wyższy od otrzymywania brykietów przedstawionych na fot. 2. [Kołodziej i in. 2007].

Podstawą oceny wartości biomasy uzyskanej zarówno z całych roślin konopi jak też z produktów odpadowych (paździerz, słoma) jest ciepło spalania wyrażone w MJ/kg lub wartość energetyczna w GJ/t oraz wydajność energetyczna w GJ/ha względnie w przeliczeniu na tony węgla kamiennego z jednostki powierzchni.



Fot. 2. Surowiec dla przemysłu energetycznego i jego ciepło spalania:
a – paździerz konopne 18,5 MJ/kg,
b – pelety z paździerzy konopnych 18,8 MJ/kg,
c – brykiety z paździerzy konopnych 18,6 MJ/kg

5. Wartość ekologiczna

Uprawa konopi włóknistych na cele energetyczne ma bardzo duże znaczenie dla poprawiania warunków ekologicznych środowiska. Wysokie plony biomasy konopi, powodują dużą asymilację CO_2 z powietrza, szacowaną na ok. 2,5 t/ha. Natomiast przy jej spalaniu w piecach energetycznych, następuje mniejsza emisja gazów (CO_2 , CO, SO_2) w porównaniu do surowców kopalnianych [Kołodziej i in. 2007].

Poza tym trzeba dodać, że konopie uprawiane na glebach skażonych przez ciężki przemysł, spełniają poprzez remediację ważną rolę w rekultywacji środowiska. Pobierając duże ilości metali ciężkich (kadm, ołów, miedź, rtęć) z gleby, przywracają jej sprawność rolniczą. Dzięki dobrze rozwiniętemu systemowi korzeni palowych, przemieszczają składniki pokarmowe i wodę z głębszego poziomu gleby do

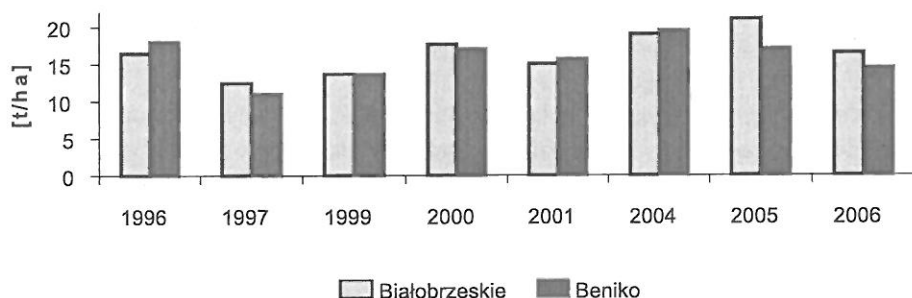
wierzchniej warstwy ornej, polepszając znakomicie wartość przedplonu dla następnych roślin w płodozmianie [Grabowska i in. 1998].

III. Metody i wyniki badań

Zwiększanie konkurencyjności konopi włóknistych w odniesieniu do innych gatunków roślin energetycznych dokonuje się w postępie biologicznym, poprzez prace genetyczno-hodowlane. Głównym celem jest uzyskiwanie coraz lepszych odmian o wysokich plonach suchej masy, włókna, celulozy, nasion itp. Postęp w hodowli konopi uzyskany w ostatnich latach w Instytucie Włókien Naturalnych w Poznaniu przedstawiony jest na wykresie 1.

Wykres 1

Plon biomasy konopi włóknistych odm. Białobrzeskie i Beniko [t/ha] w latach 1996-2006 wg. ZDIWN Pętkowo



Natomiast wartość gospodarcza odmian konopi aktualnie zapisanych w rejestrze państwowym, określona na podstawie doświadczeń polowych wykonanych przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej, przedstawiona jest w tabeli 1.

Tabela 1

Wartość gospodarcza odmian konopi znajdujących się w rejestrze państwowym w latach 2005-2006.

Odmiany	Plony w dt/ha				Zawartość Δ 9THC w %
	słoma	nasiona	włókno ogółem	celuloza	
Białobrzeskie	108	12,5	32,4	68,3	0,028
Beniko	104	9,7	35,7	67,7	0,020
Silesia	108	13,1	33,0	70,0	0,054
Tygra	105	13,7	33,0	67,4	0,046

* wg. COBORU

Poza tym w doświadczeniach wstępnych testowane są nowe rody konopi, których wartość gospodarcza przewyższa dotychczas uprawiane odmiany (tabela 2)

Tabela 2

Wartość gospodarcza nowych rodów konopi w latach 2004-2006.

Rody	Plony w dt/ha				Zawartość Δ 9THC w %
	siłoma	nasiona	włókno ogółem	celuloza	
Białobrzesknie	173	8,8	43,8	80,3	0,0289
IWN-104	200	11,6	44,4	100,2	0,0184
IWN-204	197	10,9	47,3	97,1	0,0294
IWN304	188	7,4	54,3	87,0	0,0393
IWN-404	185	10,0	48,6	86,8	0,0468

*wg. M. Kowalskiego

Zarówno doświadczenia polowe jak też prace hodowlane prowadzone były na glebach bielicowych, zalegających na glinie, zasobnych w składniki pokarmowe o odczynie obojętnym, w stanowisku po zbożach. Uprawę roli i nawożenie mineralne roślin wykonywano zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej. Zbioru roślin dokonywano w fazie pełnej dojrzałości nasion. Plony biomasy określano przy zawartości 16% wilgotności a nasion 8%.

W celu określenia stopnia opłacalności produkcji biomasy konopi w odniesieniu do rentowności pszenicy ozimej, ustalono ponoszone koszty bezpośrednie i pośrednie w warunkach produkcyjnych Zakładu Doświadczalnego IWN w Pętkowie. Wartość zbytu biomasy przyjęto według cen rynkowych płaconych przez pierwszych przetwórców. Uzyskane wyniki wyliczone na podstawie cen na środki produkcji i robociznę w 2006 roku, przedstawiono w tabeli 3. Wskazują one na niską opłacalność uprawy konopi na cele energetyczne, a uzyskany dochód z jednostki powierzchni należy uznać jako skromny.

Tabela 3

Dochód z 1 ha uprawy konopi na biomasę w 2006 r.

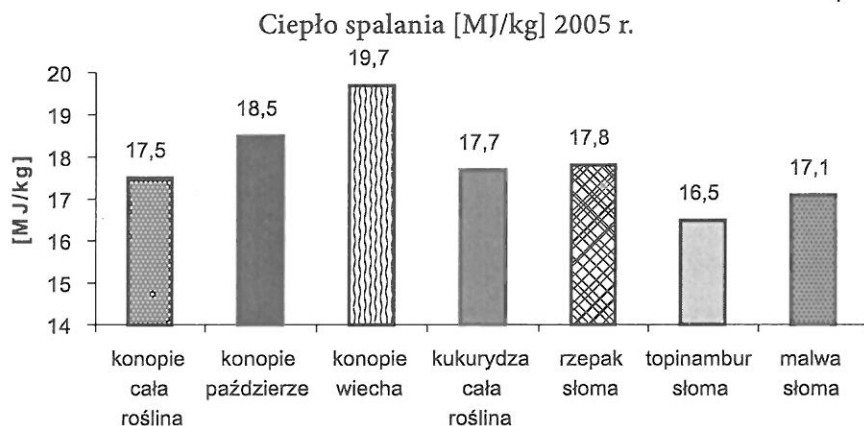
l.p.	Wyszczególnienie	Plon w t./ha	Cena w PLN/t.	Wartość w PLN
1.	Biomasa belowana (16% p.s.m.)	12	320	3840,-
2.	Koszty produkcji: bezpośrednie			2040,-
3.	Koszty produkcji: pośrednie			1180,-
4.	Przychód			620,-
5.	Dopłaty bezpośrednie ARiMR			507,-
6.	Łączny dochód			1127,-

Dlatego konieczne jest utrzymanie dopłat bezpośrednich z ARiMR oraz wyjednanie wpisania konopi na listę roślin energetycznych i objęcie stosownymi dopłatami.

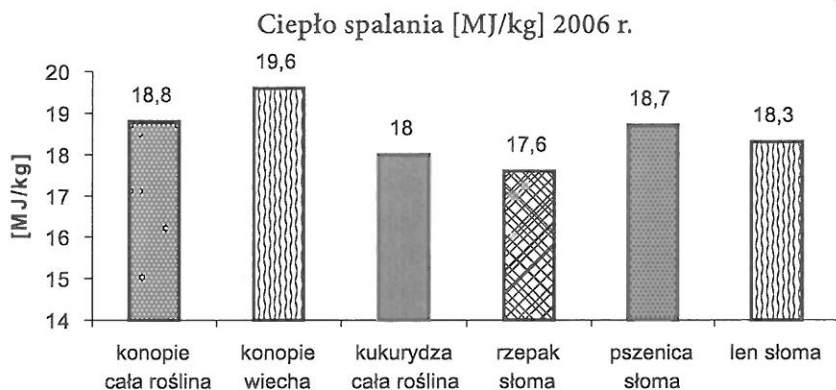
Wartość energetyczną biomasy konopi określono na podstawie ciepła spalania w laboratorium IWN przy pomocy kalorymetru, zgodnie z polską normą

PN81G-04532. Wyniki badań wybranych surowców wykonane w latach 2005 i 2006 przedstawiono w MJ/kg na wykresie 2 i 3.

Wykres 2



Wykres 3



Uzyskane wartości wskazują na nieznaczne różnice między biomasą i materiałami odpadowymi porównywanych gatunków roślin.

Natomiast wydajność energetyczną biomasy konopi porównywano z plonującą na podobnym poziomie kukurydzą z tej samej jednostki powierzchni w warunkach produkcyjnych Zakładu Doświadczalnego w Pętkowie. Uzyskane liczby zarówno w GJ jak też w przeliczeniu na węgiel kamienny, przedstawione w tabeli 4 wskazują, że wydajność energetyczna biomasy zależy głównie od wysokości plonu a mniej od wartości ciepła spalania porównywanych gatunków roślin.

Tabela 4

Wydajność energetyczna biomasy z 1 ha

Roślina	Lata	Plony biomasy w t/ha	Wartość energetyczna w GJ/t	Wydajność energetyczna z ha	
				w GJ	w t węgla kamiennego*
konopie włókniste	2005	14,8	17,5	259	10,4
	2006	13,5	18,8	254	10,2
kukurydza	2005	16,0	17,7	283	11,3
	2006	12,7	18,0	229	9,16

* wg. Instytutu Górnictwa: 1t węgla kamiennego = 25 GJ

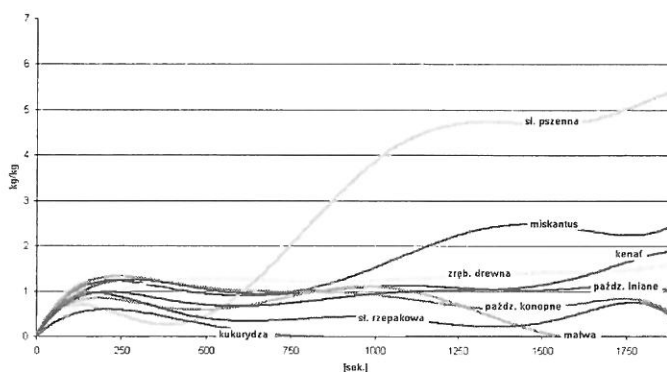
W 2005 roku wydajność energetyczna biomasy kukurydzy była ok. 10% wyższa od konopi. Przeciwnie w 2006 roku, przy okresowej suszy glebowej pod koniec wegetacji roślin, konopie lepiej radziły sobie z niedoborem wody w glebie od kukurydzy. Skutkiem tego wydajność energetyczna konopi w 2006 roku była ok. 10% wyższa od kukurydzy.

Podczas spalania biomasy następuje emisja gazów cieplarnianych do atmosfery. Zatem postanowiono określić w laboratorium IWN ilości emitowanych gazów z wybranych surowców roślinnych. Oznaczeń dokonywano w kalorymetrze według metody obowiązującej w normie ISO 5660-1. Uzyskane wyniki wskazują, że emisja CO₂ i CO w paździerzach konopnych nie przekracza 1,0 kg CO₂/kg (wykres 4) oraz 0,20 kg CO/kg biomasy (wykres 5). Jedynie spalanie słomy z pszenicy powoduje większy strumień emisji gazów [Kołodziej i in. 2007].

Dotychczasowe wyniki badań potwierdzają postawioną hipotezę dotyczącą przydatności konopi włóknistych dla produkcji energii odnawialnej. Poza tym mogą one stanowić konkurencję dla innych jednorocznych roślin energetycznych. Duże zapotrzebowanie na surowce odnawialne, zarówno na potrzeby krajowe jak też na eksport, tworzy nowe możliwości zwiększania produkcji dodanej w rolnictwie przy pomocy m.in. konopi włóknistych.

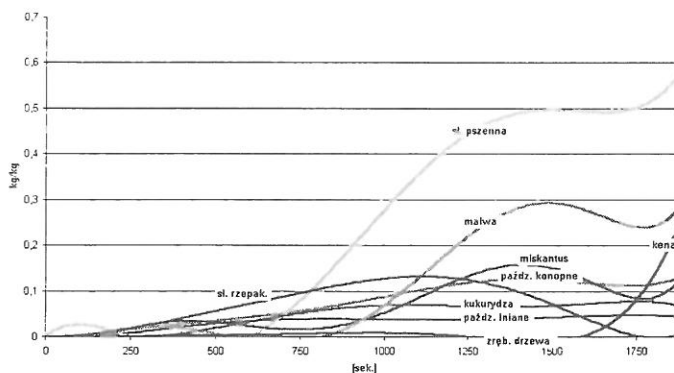
Reasumując trzeba stwierdzić, że zwiększanie uprawy konopi wpłynie korzystnie na poprawianie warunków ekologicznych środowiska, poprzez działanie użyźniające na glebę, zwiększanie asymilacji CO₂ z atmosfery i ograniczanie emisji gazów podczas spalania biomasy w porównaniu z surowcami kopalnymi.

Wykres 4

Emisja CO₂

Wykres 5

Emisja CO



IV. Wnioski

1. Przedstawione wyniki badań oraz dotychczasowe doświadczenia nad wykorzystywaniem produktów odpadowych (paździerze, słoma) na opał, pozwalają stwierdzić, że biomasa konopi włóknistych w postaci brykietów lub pelet może być bardzo dobrym surowcem dla celów energetycznych.
2. Pod względem ilości ciepła spalania i wartości energetycznej, konopie włókniste nie ustępują biomase innych gatunków jednorocznych roślin energetycznych. Dlatego o przydatności poszczególnych gatunków roślin dla tych celów, w większym stopniu decyduje wysokość plonowania i kosztów produkcji niż wartości opałowe biomasy. Poza tym obserwacje wskazują, że konopie mniej reagują spadkiem plonu biomasy na okresowe niedobory wody w glebie niż np. kukurydza.

3. Na obecnym etapie rozwoju rolnictwa w naszym kraju, powodzenie w wykorzystaniu konopi na cele energetyczne będzie zależało w szczególności od:
 - wpisania konopi włóknistych na listę roślin energetycznych, zapewniającego dopłaty wzorem krajów zachodnich należących do Unii Europejskiej.
 - stopnia zaangażowania władz państwowych i samorządowych poprzez pomoc doradztwa rolniczego w organizowanie grup producentów i stacji usługowych ze specjalistycznym sprzętem oraz maszynami,
 - zapewnienia warunków produkcji i zbytu oraz cen ekonomicznie uzasadnionych zarówno dla producentów jak też odbiorców biomasy, w wyniku dwustronnie podpisywanych umów handlowych.
4. Zwiększanie uprawy konopi włóknistych wykorzystywanych na cele energetyczne, wpłynie na poprawianie wyników ekonomicznych w rolnictwie. Jednocześnie następować będzie polepszanie warunków ekologicznych środowiska przez użyźnianie gleby, zwiększanie asymilacji CO₂ przez rośliny i ograniczanie emisji gazów cieplarnianych podczas spalania biomasy w porównaniu z surowcami kopalnianymi.

LITERATURA

1. Bocsa I., Karus M. (1997): *Der Hanfanbau*. CF Muller, Verlag Heidelberg.
2. Burczyk H., Kowalski M., Pławuszewski M. (2005): The trends and methods of hemp breeding in Poland. *Journal of Natural Fibers*, Poznań, vol. 2(1). 25-33.
3. Burczyk H., Grabowska L., Kowalski M., 2006. Industrial hemp as an alternative to wood pulp. Centre of Excellence in Plant Agrobiolgy and Molecular Genetics. PAGEN, PAN, Poznań, vol. 5.
4. Grabowska L., Baraniecki P., Kozłowski R. (1998): Wyniki trzyletnich badań nad możliwością zagospodarowania gleb skażonych przez przemysł miedziowy. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo*, nr 2, 35-40.
5. Grabowska L., Koziara W. (2001): Wpływ temperatury i opadów na plonowanie konopi włóknistych odmiany Białobrzeskie. *Natural Fibres*, vol. XLV, Poznań.
6. Grabowska L., Burczyk H., Baraniecki P., Tymków J. (2006): Progress in Maintenance Breeding of Polish Hemp Cultivar Białobrzeskie. *Renewable Resources and Plant Biotechnology*. Nova Science Publisher Inc. New York. 141-147.
7. Grabowska L., Burczyk H. (2005): Wybrane zagadnienia z uprawy konopi włóknistych. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* nr 4/2005, 121-128, CDR Poznań.
8. Grabowska L., Burczyk H., Baraniecki P., Kozak J., Strybe M. (2007): Maintenance Breeding of Polish Hemp Cultivar Beniko. *Journal of Natural Fibers*. Poznań (w druku).
9. Jaranowska B., 1962, *Konopie jednopienne*. Warszawa: PWRiL.
10. Kołodziej J., Mańkowski J., Kubacki A., 2007. Właściwości energetyczne odpadów z przerobu lnu i konopi w porównaniu z innymi surowcami roślinnymi. *Biuletyn Informacyjny PILiK Len i Konopie* nr 8, 35-42, Poznań.