

**Tomasz Bujalski**

Studenckie Koło Naukowe Kierunku Rolnictwo

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

- opiekun naukowy dr Iwona Mystkowska

## WYBRANE ROŚLINY UPRAWIANE NA CELE ENERGETYCZNE W POLSCE

### Streszczenie

Rośliny uprawiane na cele energetyczne należą do odnawialnych źródeł energii. Umożliwiają zagospodarowanie gruntów marginalnych i wykorzystanie oczyszczonych osadów ściekowych do nawożenia upraw. Uprawa tych roślin prowadzona jest przez wiele lat w krótkich lub dłuższych rotacjach, zależnie od uprawianego gatunku rośliny. W Polsce można zakładać plantacje roślin na pozyskiwanie energii na terenie całego kraju. Do gatunków uprawianych na cele energetyczne należą między innymi wierzba (*Salix*) i miskant olbrzymi (*Mischantus giganteus*). Z wymienionych gatunków otrzymuje się biopaliwo stałe służące do bezpośredniego spalania lub poddawane obróbce w celu poprawy właściwości spalania. Celem pracy było porównanie sposobu uprawy, wymagań siedliskowych i przydatności na cele energetyczne roślin uprawnych z rodzaju wierzba (*Salix*) i miskant olbrzymi (*Mischantus giganteus*).

### Wstęp

Rośliny na cele energetyczne, bogate w celulozę mogą zostać wykorzystane do produkcji energii. Mogą być spalane w formie zrębków, peletów i brykietu. Aby mogły zostać wykorzystane do produkcji energii muszą posiadać określone cechy: szybki przyrost masy, wysoki osiągany plon, łatwość uprawy, odporność na warunki siedliskowe, odporność na szkodniki i choroby. W czasach gdzie zmniejsza się ilość wydobywanych zasobów energii odnawialnej, poszukuje się alternatywnych źródeł energii odnawialnej. Jednym z nich jest biomasa uzyskiwana z uprawy roślin energetycznych. Przez słowo biomasa rozumie się stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji. Uzyskana biomasa może występować w postaci stałej np. brykiet, gazowej (gaz drzewny) czy ciekłej biopaliwo. Ważne są czynniki siedliskowe jak i cechy własne roślin branych pod uwagę założenia plantacji roślin energetycznych.

Można wyróżnić trzy rodzaje roślin energetycznych branych pod uprawę w Polsce: są to drzewa i krzewy np. wierzba (*Salix*), trawy miskant olbrzymi (*Mischantus giganteus*) czy też byliny np. topinambur (*Helianthus tuberosus*).

Celem pracy było porównanie sposobu uprawy, wymagań siedliskowych i przydatności na cele energetyczne roślin uprawnych z rodzaju wierzba (*Salix*) i miskant olbrzymi (*Mischantus giganteus*). Rośliny te są jednym z alternatywnych źródeł energii.

Coraz większe zanieczyszczenie środowiska, słabnąca ilość wydobywanych zasobów nieodnawialnej energii (paliw kopalnianych), zmusza do poszukiwania alternatywnych źródeł energii odnawialnej.

### Wybrane rośliny na cele energetyczne

W ustawie Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. zgodnie z art. 3 pkt. 20 za źródło energii odnawialnej uważa się „źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, aerothermalną, geothermalną, hydrothermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu pochodzącego ze składowisk odpadów, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowych szczątków roślinnych i zwierzęcych”.

Energia uzyskana z upraw roślin energetycznych pozwala ograniczyć wydobywanie i wykorzystanie podczas spalania paliw kopalnianych. Ponadto uzyskana biomasa z plantacji roślin energetycznych pozwala zmniejszyć powstawanie zanieczyszczeń środowiska powstających podczas spalania paliw kopalnianych, a powstający popiół może posłużyć jako jeden z komponentów nawozów organicznych i mineralnych.

Za biomase uważa się według ustawy z dnia 16 stycznia 2015 r. o odnawialnych źródłach energii art. 2. pkt. 3 „stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej i leśnej oraz przemysłu przetwarzającego ich produkty, oraz ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż w zakupie interwencyjnym (...) i ziarna zbóż, które nie podlegają zakupowi interwencyjnemu, a także ulegająca biodegradacji część odpadów przemysłowych i komunalnych, pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, w tym odpadów z instalacji do przetwarzania odpadów oraz odpadów z uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, w szczególności osadów ściekowych, zgodnie z przepisami o odpadach w zakresie kwalifikowania części energii odzyskanej z termicznego przekształcania odpadów”.

Uzyskana z roślin energetycznych biomasa w celu zwiększenia swojego udziału w energii odnawialnej nie powinna polegać tylko na założeniu plantacji, ale również na całej sieci składającej się m.in. z produkcji, dystrybucji, przechowywania, produkcji biopaliwa czy efektywnego wykorzystania biomasy. Otrzymana biomasa z roślin energetycznych może być produkowana w formie stałej (drewno, brykiet, słoma), gazowej (gaz drzewny, biogaz rolniczy) czy stałej jako biopaliwo (metan, etanol, alkohol).

W warunkach klimatycznych polski zaplecze surowcowe biomasy produkowanej na cele energetyczne mogą stanowić trzy grupy roślin: drzewa i krzewy (wierzba *Salix* L., topola *Populus* L., robinia akacjowa *Robinia pseudoacacia* L.), trawy (miskant olbrzymi *Mischantus x giganteus*, miskant chiński *Mischantus sinensis* Aderssona, miskant cukrowy *Mischantus sacchariflorus*), czy byliny (ślazo-

wiec pensylwański *Sida hermaphrodita rusby* L., rdestowiec japoński *Reynoutria japonica* Houtt., topinambur *Helianthus tuberosus* L.), (Szczukowski i in., 2012).

Podczas zakładania plantacji roślin energetycznych powinniśmy mieć na uwadze cechy morfologiczne roślin branych pod uwagę, jak też czynniki warunkujące produktywność roślin. Największe znaczenie mają te rośliny, które charakteryzują się dużym przyrostem rocznym, małymi wymaganiami glebowymi, odpornością na choroby i szkodniki czy stosunkowo wysoką wartością opałową.

Plon biomasy przebiegu wieloletnich roślin energetycznych zależy od całego szeregu czynników takich jak: jakości genetycznej i somatycznej materiału sadzeniowego, uprawy – jakości stosowanych zabiegów agrotechnicznych, żyzności gleby, przebiegu pogody, przygotowania stanowiska, współzawodnictwa roślin z chwastami, szkód czyinionych na plantacji przez owady, choroby oraz zwierzęta (Szczukowski i in., 2012).

### **Wierzba (*Salix*)**

Istnieje ponad 450 gatunków rodzaju *Salix*. W Polsce występuje około 28 gatunków i ich mieszańce. Są roślinami szybko rosnącymi i mogą rosnąć na glebach wilgotnych jak też na piaskach i wydmach. Są roślinami światłolubnymi. Wierzby można uprawiać w systemie Eko-Salix, czyli na glebach nieprzydatnych pod uprawę.

Biomasa wierzbową może być zbierana w postaci 2-3 cm zrębków lub dwufazowo. Potem zostaje przerobiona na pelety, które mogą służyć m.in. do ogrzewania domów.

Wierzby w czasie intensywnego wzrostu reagują na przebieg pogody, czyli od połowy czerwca do końca sierpnia. Susza powoduje 50% straty. Opad gradu zwiększa podatność na infekcje, powodując mechaniczne uszkodzenia (Szczukowski i in., 2012).



**Ryc. 1.** Wierzba energetyczna

Źródło: ([http://www.drewno.pl/index.php?pn=0&pid=adv\\_details&id=84636&cid=0&open=0](http://www.drewno.pl/index.php?pn=0&pid=adv_details&id=84636&cid=0&open=0))

Wierzbę sadi się raczej wiosną niż jesienią. Sadzonki (zrzezy) przed posadzeniem moczy się od 24 do 48 godzin. Sadzić należy według biegunowości sadzonek (ryc. 1). W przypadku jej nie uwzględnienia następuje opóźnienie wegetacji o 3 tygodnie. Przyjęcia zrzezów to 85-98% (Dubas i in., 2004). Wysokość wierzby w pierwszym roku wynosi 2-3 m, natomiast w czwartym roku uprawy do 4 m na plantacje rośliny sadi się w zagęszczeniu 2-9 roślin/m<sup>2</sup> (Juliszewski i in., 2005).

Gleby wszystkich klas przydatne są do uprawy wierzby. Wyjątkiem są gleby zabagnione, natomiast gleby piaszczyste V klasy bonitacyjnej wymagają nawadniania. Gatunki wykorzystywane w uprawach na cele energetyczne wywodzą się z podrodzaju *Salix* i *Vertix*. Różnią się tempem wzrostu, odpornością na choroby i szkodniki. Są światłolubne i najczęściej związane z wilgotnymi terenami, ale istnieją gatunki, które są przystosowane do piasków i wydm (*Salix daphnoides* i „Pameranica”, *Salix acutifolia*, *Salix purpurea*, *Salix repens* z odmianami, *Salix caprea*), (Dolatowski, Seneta, 2003).

Uprawa roli obejmuje orkę na głębokość 0,35 m, nawożenie azotem dokonywane jest po każdorazowym zbiorze w rodzaju i dawce zależnej od zasobności gleby. Wykazano, że w uprawach nawożonych raz na trzy lata azotem w dawce 100 kg N/ha stężenie N-NO<sub>3</sub> i N-NH<sub>4</sub> w wodzie gruntowej było generalnie niższe niż 0,5 mg/dm<sup>3</sup>, a całkowity wyciek N wynosił 1-2 kg/ha. Ma to mały wpływ na potencjalną eutrofizację wód w wieloletnich uprawach wierzby (Szczukowski i in., 2012).

**Tab. 1.** Plon drewna *Salix viminalis* i jego wilgotność uzyskany na madzie ciężkiej w rotacji 4-letniej (SRWC) (Szczukowski i in., 2012)

Nazwa botaniczna klonu	Plon świeżej biomasy [t/ha]	Wilgotność biomasy [%]	Plon suchej biomasy [t/ha/rok]
<i>Salix viminalis</i> (A)	112,66	46,12	15,07
<i>Salix viminalis</i> (B)	94,00	46,95	12,45
<i>Salix viminalis</i> (C)	83,48	47,14	11,13
<i>Salix viminalis</i> (D)	83,80	46,53	11,15
Średnio	93,48	46,68	12,45
NIR 00,5	11,89	0,78	3,15

Kolon wierzby uprawianej na cele energetyczne na madzie ciężkiej w 4-letniej rotacji różnią się od siebie plonem świeżej oraz suchej masy, a także wilgotnością. Średni plon świeżej masy z wierzby energetycznej wynosi 93,48 t/ha przy wilgotności 46,6% (tab. 1).

Plon wierzby zależy od gatunku i siedliska. Opracowano alternatywną metodę uprawy wierzby. System Eko-Salix dotyczy gleb nieprzydatnych pod uprawy konsumpcyjne. Metoda zakłada tanią i szybką możliwość pozyskiwania



surowca w krótkim czasie przy ograniczonej ingerencji plantatora w siedlisko. Stanowisko przygotowane jest z pominięciem orki. Sadzenie żywokołów – sadzonek długich – 2,4 m, pozyskiwanych z 2-3 letnich pędów, w ilości 4-7 tys. szt. na hektar. Uprawa prowadzona jest w 5-6 letniej rotacji bez nawożenia i stosowania herbicydów. Najwyższy plon na plantacjach dała odmiana Ekotur. Jest ona polecana do upraw prowadzonych tą metodą.

Do chorób rodzaju *Salix* zaliczana jest rdza liściowa (*Melampsora* sp.). Powoduje żółknięcie oraz opadanie liści. Zmniejsza to powierzchnię asymilacyjną zmniejszając plon. *Salix alba* może być atakowany przez antraknozę (*Glomerella cingulata*).

Najniebezpieczniejszymi szkodnikami wierzby są: przyszczarek liściowiec (*Dasyneura marginemtorquens* Winn.), mszyca wierzbowca (*Pterocomma salicis*) i niekreślanka wierzbowka (*Earias chlorana*). *Salix alba* atakowany jest przez chrząszcze z rodziny *Chrysomelidae*. Szkodniki atakują liście. Z chwastów na wieloletnich plantacjach szczególnie szkodliwy i uciążliwy jest powój (*Convolvulus* L.). Uniemożliwia swobodny wzrost oraz może zagłuszać rośliny. W aspekcie walki ze szkodnikami możliwa jest uprawa kilku gatunków na jednym polu, uniemożliwiają lub ograniczają występowanie chorób i szkodników (Szcukowski i in., 2012).

Biomasa wierzbowca może być zbierana w postaci 2-3 cm pociętych zrębków lub dwufazowo. Polega to na zbiorze całych pędów, które są dosuszone, a następnie cięte. Długość odcinków zależna jest od przeznaczenia. Pędy ścina się wiosną nad powierzchnią gleby. Zmodyfikowana sieczkarnia służąca do zbioru kukurydzy lub kombajn rozdrabniający pędy. Następnie są one podawane na kontener. Kontenerem są transportowane do miejsca przeznaczenia (Szcukowski i in., 2012). Tabela 2 przedstawia podstawowe parametry biomasy z wierzby.

**Tab. 2.** Podstawowe parametry peletu z wierzby (Stolarski, 2005)

Wilgotność (%)	7,5
Zawartość popiołu (%)	1,38
Ciepło spalania (kJ/kg)	18708
Wartość opałowa (kJ/kg)	16883
Gęstość nasypowa (kg/m <sup>3</sup> )	635,6
Wartość opałowa (GJ/m <sup>3</sup> )	10,73

Według danych zamieszczonych w tabeli 2 wilgotność peletu z wierzby sięgnęła 7,5%. Wartość opałowa to odpowiednio 10,73 GJ/m<sup>3</sup> oraz 16883 kJ/kg, ciepło spalania 18708 kJ/kg. Gęstość nasypowa – 635,6 kg/m<sup>3</sup>, natomiast zawartość popiołu wyniosła 1,38% (tab. 2).

Koszty inwestycji pochłaniają 52,3% kosztów wytwarzania biomasy z wierzby. Dużą część stanowi amortyzacja, eksploatacja plantacji i zakup środków ochrony roślin.

**Tab. 3.** Koszty produkcji jednej tony peletu [zł/t] na bazie surowca pozyskanego z wierzby (Stolarski, 2005)

<b>Koszty inwestycyjne</b>	<b>13,70</b>
Wyposażenie dodatkowe	8,56
Zakup surowca	160,47
Transport	21,92
Suszenie	67,03
Mielenie	10,00
Paletyzacja	21,42
Chłodzenie	0,95
Składowanie	3,10
Praca ludzi	10,02
Razem	317,16

Tabela 3 przedstawia produkcję tony peletu według Stolarskiego (2005). Największą część kosztów stanowił zakup surowca. Na wytworzenie tony peletu składa się kilka czynności. Są wśród nich transport, suszenie, mielenie, paletyzacja, chłodzenie, składowanie. Mielenie, składowanie i chłodzenie wymagają mniejszych nakładów niż suszenie, transport i paletyzacja. Koszty produkcji tony peletu z wierzby wynoszą razem 317,16 zł/t.

### **Miskant olbrzymi (*Mischantus giganteus*)**

Miskant olbrzymi (ryc. 2) należy do rodziny traw (*Poaceae*), która obejmuje 20 gatunków o dużej morfologicznej zmienności. Są roślinami wieloletnimi. Biomasa uzyskana z miskanta może być wykorzystana m.in. do brykietów opałowych (materiały budowlane), opakowań (papier techniczny i tektura), materiałów rolniczych (nawozy kompostowe). Wytwarzają kłęcza i posiadają rozbudowany system korzeniowy (do 2,5 m). Wysokość łodygi sięga 200-350 cm. Łodyga jest sztywna, owłosiona bądź naga. Jej średnica wynosi ponad 1 cm. Błazki liściowe są spłaszczone, długie i lancetowate. Brak jest poprzecznego unerwienia. Są rozmieszczone na całej długości łodygi. Liście często całą zimę utrzymują się na roślinie (Roszewski, 1996). Gospodarczo ważnym miskantem jest *Miscanthus giganteus*. Jest on mieszańcem gatunku o szybkim wzroście kłęczy i wysokiej produktywności na ciepłych, wilgotnych terenach z gatunkiem o wyższej mrozoodporności (*M. sacchariflorus* x *M. sinensis*), (Szczukowski i in., 2012). Jest sterylny, czyli nie wytwarza nasion w drodze rozmnażania generatywnego. Może on być rozmnażany wyłącznie wegetatywnie za pomocą podziemnych kłęczy lub przez sadzonki otrzymane z kultur „in vitro”. W drugim roku uprawy miskant olbrzymi wyrasta na ponad 3 m i plonuje na pozio-

mie 8-15 t suchej masy z 1 ha. Maksymalny potencjał plonotwórczy osiąga od 3 roku uprawy, wtedy możliwy do uzyskania plon waha się w granicach 30-40 t suchej masy z 1 ha (Skonieczna, 2010). Ze względu na typ fotosyntezy C4 przyspiesza swój wzrost w czasie gdy promieniowanie i temperatura wzrastają. Mimo, że optymalna temperatura do wzrostu miskanta jest 28-32°C, europejskie warunki także pozwalają na osiągnięcie pożądanych rozmiarów. Rośliny są najbardziej wrażliwe na przymrozki w pierwszym roku uprawy. Szczególnie niebezpieczna może być mała ilość śniegu i silny mróz. W praktyce nie stosuje się okrywania roślin na okres zimowy. W kolejnych latach, w wyniku rozrostu kłaczy rośliny są już praktycznie całkowicie odporne na wymarzenie, które powodowałoby wypadanie roślin (Szcukowski i in., 2012).



**Ryc. 2.** Miskant olbrzymi

Źródło: (<http://www.swiatkwiatow.pl/poradnik-ogrodniczy/miskant-olbrzymi-id1252.html>)

Dobrze rozbudowany system korzeniowy umożliwia adaptację do różnych typów gleb. Należy jednak unikać gleby średniej zwięzłości i łatwo się nagrzewającej (Kuś, Matyka, 2010). Aby uzyskać zadawalający plon, plantacje komercyjne wymagają gleb co najmniej IV klasy bonitacyjnej uwzględniając, że czas maksymalnego użytkowania to 10-15 lat (Roszewski, 1996). Największe plony z uprawy miskanta uzyskuje się na glebach III i IV klasy bonitacyjnej. Może być uprawiany również na zrehabilitowanych nieużytkach. Jesienią przed sadzeniem po odchwaszczeniu (np. dwukrotnie Roundupem) i zastosowaniu obornika należy wykonać pogłębioną orkę. Dopuszczalne jest też przeoranie poplonu.



Wiosną wykonujemy bronowanie i gleba nadaje się do sadzenia. Sadzenie może być wykonywane wiosną (od 10 IV do 20 V) lub jesienią. Odchwaszczanie stosuje się do 3 roku uprawy. Po tym czasie korzenie miskanta olbrzymiego są tak rozwinięte, że pojawiające się chwasty nie są w stanie zachwazić plantacji. Przy braku opadów zaleca się sadzenie na głębokość powyżej 12 cm, aby zapobiec wysunięciu kłączy. Ponadto musi być wykonane gdy temperatura gleby przez siedem dni utrzymuje się w granicach 8-10°C. W przeciwnym razie korzenie zgniją w glebie. Wysadzamy 10000 szt/ha.

Od drugiego roku zapotrzebowanie na składniki nawozowe przedstawiają się następująco:

- 60-100 kg N/ha
- 20-30 kg MgO/ha
- 100-160 kg K<sub>2</sub>O/ha
- 25-40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

Nawożenie wykonuje się wiosną lub jesienią. W pierwszym roku potrzeby nawozowe są niewielkie, ale można na zimę okryć plantację w celu dostarczenia składników pokarmowych do gleby oraz jako ochrona przed wymarzeniem roślin. Po 5 latach roślina sama uzupełnia swoje zapotrzebowanie z opadłych rozkładających się liści, w których gromadzą się związki fosforu i potasu. Jednak uzależnione jest to od typu gleby.

Do zbioru miskanta można przystąpić późną jesienią po zakończeniu wegetacji roślin. Jednakże w tym okresie charakteryzuje się on wysoką wilgotnością, dlatego w celu pozyskania dobrej jakościowo biomasy stałej, najczęściej zbiór wykonywany jest w okresie marca, ewentualnie kwietnia. Zbierana w tym czasie biomasa jest lepszym jakościowo paliwem, między innymi ze względu na niższą wilgotność, zawartość popiołu i związków mineralnych oraz wyższą wartość opałową. Z drugiej strony należy pamiętać, że opóźnienie terminu zbioru miskanta z jesienno do wczesnowiosennego skutkuje obniżeniem uzyskanego plonu suchej masy nawet o 25% (Szczukowski i in., 2012).

**Tab. 4.** Poziom i struktura kosztów produkcji miskanta olbrzymiego w zależności od wielkości plantacji według rodzaju zabiegów produkcyjnych (Muzalewski, 2010)

Wyszczególnienie	Areal plantacji [ha]	
	5,0	20,0
Razem koszty [zł/ha/rok]	2377,0	2426,0
Udział w kosztach ogółem [%]		
Uprawa gleby	1,4	1,1
Nawożenie	6,4	14,4
Ochrona/pielęgnacja roślin	0,2	0,9
Sadzenie	27,9	29,4



Zbiór	34,5	28,4
Transport bliski, formowanie sterty	12,7	9,4
Likwidacja plantacji	1,1	1,1
Koszty ogólne i magazynowe	8,4	8,2
Podatki i ubezpieczenia	7,4	7,2

W tabeli 4 przedstawiony został poziom oraz struktura kosztów wytwarzania biomasy z miskanta na plantacji 5,0 ha oraz 20,0 ha. W obydwu przypadkach sadzenie oraz zbiór wymagają największych nakładów, przy czym koszty zbioru biomasy z 5,0 ha wynoszą 34,5% i są wyższe od zbioru przeprowadzonego na powierzchni 20,0 ha. Koszty nawożenia są znaczne (14,4%) w przypadku plantacji 20,0 ha z tytułu zajmowanej powierzchni.

Ze względu na dużą zawartość celulozy i ligniny sucha masa miskanta olbrzymiego stanowi cenny surowiec do produkcji: doskonałych brykietów opałowych (materiałów budowlanych, lekkich płyt ściennych i podłogowych, materiałów izolacyjnych), opakowań (papier techniczny i tektura, sklejka pakowa, włókno do wyścielenia opakowań), materiałów rolniczych (własne materiały budowlane, nawozy kompostowe, zabezpieczenia przeciw erozyjne w terenach górskich), ([http://www.biomax.com.pl/miskant\\_olbrzymi.php#11](http://www.biomax.com.pl/miskant_olbrzymi.php#11)).

## Podsumowanie

Gatunkami uprawianymi na cele energetyczne są wierzba (*Salix*) i miskant olbrzymi (*Mischantus giganteus*). Ich plonowanie zależy od doboru odmiany, warunków glebowych, warunków wodnych i agrotechniki. Omówione gatunki mają różne wymagania, w związku z tym na różnych typach gleb dają zróżnicowane plony. Uprawa roślin na pozyskiwanie z nich energii umożliwia zagospodarowanie chemicznie zanieczyszczonych gleb i pozwala wykorzystać właściwości fitoremediacyjne uprawianych gatunków do oczyszczania gleb z metali ciężkich. W aspekcie uprawy pozytywnie wpływają na środowisko. Prowadzenie plantacji pozwala stworzyć miejsca pracy i zaktywizować ludność. Szybki przyrost biomasy omówionych roślin umożliwia otrzymać duży plon w krótkim czasie. W celu zwiększenia przydatności biomasy poddaje się procesowi obróbki.

## Piśmiennictwo

1. Dolatowski J., Seneta W. (2003), *Dendrologia*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
2. Dubas J., Grzybek A., Kotowski W., Tomczyk A. (2004), *Wierzba energetyczna – uprawa i technologie przetwarzania*. Wydawnictwo Wyższa Szkoła Ekonomii i Administracji w Bytomiu, Bytom.

3. Juliszewski T., Kwaśniewski D., Baran D. (2005), *Porównanie wiosennego i jesiennego sadzenia wierzby energetycznej (Salix viminalis)*. Inżynieria rolnicza, 6 (66), s. 251-258.
4. Kuś J., Matyka M. (2010), *Uprawa roślin na cele energetyczne*. Instrukcja upowszechniona, 179, Puławy, IUNG-PIB, 64.
5. Mirowski T. (2007), *Koncepcja rachunku kosztów docelowych produkcji biomasy na cele energetyczne*. Polityka energetyczna, 10 (2), s. 343-352.
6. Muzalewski A. (2010), *Koszty eksploatacji maszyn Nr 25*. Wydawnictwo ITP., Falenty-Warszawa.
7. Roszewski R., Nalborczyk E. (1996), *Miskant olbrzymi – Miscanthus sinensis giganteus, Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródła energii*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, s. 123-135.
8. Skonieczna E., *Miskant olbrzymi – odnawialne źródło energii*, <http://www.kpodr.pl/index.php/galeria-2013/257-miskant-olbrzymi-odnawialne-rodod-energii>.
9. Stolarski M. (2005), *Pelety z biomasy wierzby i ślazuwca – wyniki podjętych prób produkcji*. Czysta energia, 6, s. 36.
10. Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M., Kwiatkowski J., Krzyżaniak M., Lajsner W., Graban Ł. (2012), *Wieloletnie rośliny energetyczne*. Oficyna Wydawnicza MULTICO, Warszawa.
11. Ustawa z dn. 10 kwietnia 1997 roku Prawo energetyczne Dz.U. 1997 Nr 54 poz. 348.
12. [http://www.biomax.com.pl/miskant\\_olbrzymi.php#11](http://www.biomax.com.pl/miskant_olbrzymi.php#11).