

EKONOMICZNE ASPEKTY PRODUKCJI BIOMASY WIERZBY W SYSTEMIE EKO-SALIX*

Mariusz Stolarski, Stefan Szczukowski, Józef Tworkowski

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Uniwersytetu Warmińsko Mazurskiego w Olsztynie
Kierownik: prof. dr hab. Józef Tworkowski

Słowa kluczowe: wierzba, system Eko-Salix, biomasa, koszty produkcji, ekonomiczna efektywność produkcji

Key words: willow, Eko-Salix system, biomass, costs of production, economic efficiency of production

S y n o p s i s. W pracy określono efektywność ekonomiczną produkcji biomasy wierzby w systemie Eko-Salix w 3-letniej rotacji na gruntach rolniczych nieprzydatnych pod kultury konsumpcyjne. Podstawą prowadzonych badań było ścisłe doświadczenie polowe dwuczynnikowe, prowadzone w trzech powtórzeniach, w latach 2006-2008 na madzie próchnicznej ciężkiej, całkowitej (okresowo nadmiernie wilgotnej) – w pradolinie Wisły na Nizinie Kwidzińskiej. Bezpośrednie koszty całkowite założenia plantacji wierzby w systemie Eko-Salix wynosiły 11 613,6 zł/ha i 15 480,9 zł/ha, odpowiednio przy zagęszczeniu: 5,2 i 7,4 tys. szt. żywokółów/ha. Największy udział w strukturze bezpośrednich kosztów produkcji zrębków stanowiła praca ludzka (42,1-43,3%). Na drugim miejscu znajdowały się koszty związane z założeniem plantacji (około 23%). Wartości nadwyżki bezpośredniej produkcji zrębków wierzby w systemie Eko-Salix w rotacji 3-letniej wynosiły – 697,1 i 10 44,4 zł/ha/rok (przy cenie 20 zł/GJ), odpowiednio przy zagęszczeniu: 5,2 i 7,4 tys. szt. żywokółów/ha.

WSTĘP I CEL BADAŃ

W Polsce prowadzone są liczne prace badawcze w zakresie oceny plonowania i jakości biomasy różnych gatunków roślin wieloletnich [Szczukowski i in. 2000, 2005, Stolarski 2004, Kalembasa 2006, Kisiel i in. 2006, Faber, Kuś 2007, Kuś 2008, Chołuj, Podlaski 2008, Stolarski i in. 2008]. Wynika to m.in. z dużego zapotrzebowania oraz konkurencji na leśny surowiec drzewny (pomiędzy energetyką zawodową, a przemysłem drzewnym i odbiorcami prywatnymi), i może nieuchronnie prowadzić do kryzysu spowodowanego jego niedoborem na rynku.

Próby zapewnienia przemysłowych dostaw biomasy z upraw połowych wierzby i topoli, do tej pory kończyły się przeważnie niepowodzeniem. Nie wytworzyły się modele wza-

* praca wykonana w ramach PBZ-MNiSW-1/3/2006

jemnego oddziaływania sfery produkcji, pozyskiwania, przechowywania, transportu i koncentracji biomasy ze sferą jej przetwarzania. Łatwiejszym logistycznie i tańszym sposobem było zaopatrywanie się w biomasę leśną. Miało to duży wpływ na dynamikę rozwoju rynku biomasy. Struktura źródeł pochodzenia biomasy roślinnej musi się jednak zmienić, bowiem najpóźniej od 2015 roku, aż 60% surowca lignocelulozowego do celów energetycznych, powinno pochodzić z produkcji ciągłej, czyli agrotechnicznej [Dz. U. nr 156, poz. 969, 2008], co jest dużym wyzwaniem dla rolnictwa [Budzyński i in. 2009].

W Polsce uprawy drzewne na gruntach rolniczych zajmują „symboliczną” powierzchnię około 6500 ha, co w odniesieniu do ogólnej powierzchni UR w kraju, stanowi około 0,04% [Stolarski 2008]. Dominuje system uprawy wierzby krzewiastej o krótkiej rotacji. Zrzesy sady się w konfiguracji dwurzędowej. Odległość pomiędzy rzędami wynosi 0,75 m, a pomiędzy pasami 1,5 m. W rzędach zrzesy sady się najczęściej co 0,5 m, co daje obsadę 18 000 roślin/ha. Przygotowanie gleby pod sadzenie i pielęgnację zrzesów wierzby, obejmuje typowe rolnicze zabiegi. Zbiory roślin wierzby, w celu pozyskania biomasy, prowadzi się po opadnięciu liści, w rotacji trzyletniej, przy zastosowaniu zmodyfikowanego sprzętu rolniczego, który wycina i rozdrabnia pędy w jednej operacji. Końcowy produkt może być następnie dostarczany bezpośrednio do ostatecznego odbiorcy [Szcukowski i in. 2004].

Podjęliśmy nowatorską, w porównaniu do powszechnie stosowanej, próbę uprawy wierzby w systemie Eko-Salix. Zakłada on szybką produkcję dużych ilości małowymiarowego surowca drzewnego na terenach, które aktualnie są mało efektywnie wykorzystywane rolniczo, okresowo podmokłe lub stanowią ekstensywne użytki zielone, głównie kompleksu 2z (klasa III i IV). W niniejszej koncepcji postawiono hipotezę roboczą, że uprawa szybkorosnących wierzb na gruntach nieużytkowanych rolniczo, w 3-5-cio letnim cyklu rotacyjnym, mogłaby przynieść istotny wkład w pokrycie zapotrzebowania na biomasę, zmniejszając udział klasycznych jej źródeł, takich jak: lasy i tradycyjna produkcja rolnicza, pozostając jednocześnie w równowadze z kwestiami ekologicznymi i ekonomicznymi.

System Eko-Salix zakłada uproszczony sposób przygotowania stanowiska, bez orki z nasadzeniem odmian wierzb w postaci tzw. żywokołów – sadzonek długich, w zagęszczeniu od 5000 do 7000 sztuk na hektar, z okresowym koszaniem chwastów (mulczowanie gleby) i pozyskiwaniem roślin w 3-5- letniej rotacji.

Celem pracy było określenie efektywności ekonomicznej produkcji biomasy wierzby sposobem Eko-Salix w 3-letniej rotacji, na gruntach rolniczych nieprzydatnych pod kultury konsumpcyjne.

METODYKA BADAŃ

Podstawą prowadzonych badań było ściśle doświadczenie polowe dwuczynnikowe, prowadzone w latach 2006-2008 w trzech powtórzeniach, na madzie próchnicznej ciężkiej, całkowitej (okresowo nadmiernie wilgotnej), w pradolinie Wisły na Nizinie Kwidzyńskiej. Doświadczenie założono w I dekadzie kwietnia na stanowisku po ekstensywnie wykorzystywanym użytku zielonym.

Czynnikiem I w doświadczeniu jest sześć odmian i klonów wierzby: Turbo, Tur, Duotur, Corda, *Salix viminalis* (1057) i *Salix viminalis* (1054). Czynnikiem II stanowiła gęstość sadzenia sadzonek długich (żywokołów): 5,2 tys. szt./ha i 7,4 tys. szt./ha. Żywokoły, sadzonki długie, nieukorzenione o długości 2,4 m pozyskano z dwuletnich pędów wierzb.

Plon biomasy po trzech latach wegetacji, określono na podstawie świeżej masy pojedynczych każdej odmiany i klonów w obu zagęszczeniach. Pomiary wykonano w trzech powtórzeniach.

Analizę efektywności ekonomicznej uprawy i produkcji zrębków wierzby przedstawiono na podstawie wyliczonego, średniego plonu świeżej masy badanych w doświadczeniu odmian i klonów, w dwóch gęstościach sadzenia.

W przeprowadzonej analizie efektywności produkcji wierzby systemem Eko-Salix wyróżniono poniesione następujące nakłady na: założenie plantacji (wykonanie oprysku Roundupem, wykonanie otworów wodnym świdrem hydraulicznym, ręczne sadzenie żywokółów i ich dociskanie), mulczowanie chwastów kosą spalinową (2x), zakup żywokółów i herbicydu oraz podatek rolny.

W zakresie kosztów produkcji biomasy po trzecim roku użytkowania plantacji wyróżniono koszty związane z: założeniem plantacji, nawożeniem, zbiorem roślin przy użyciu mechanicznych pił łańcuchowych, zrębkowaniem i transportem biomasy z plantacji.

Całość poniesionych kosztów bezpośrednich podzielono na etapy. Pierwszy z nich obejmował założenie plantacji, a drugi jej użytkowanie. Koszty bezpośrednie założenia plantacji przedstawiono w całości oraz podzielono na 20-letni okres jej użytkowania. Koszty bezpośrednie poniesione na założenie plantacji oraz pozyskanie zrębków nie uwzględniają zysku usługodawcy. Operacje były wykonane z użyciem własnych środków produkcji. Obliczenia wykonano według metodyki opracowanej przez IBMER w Warszawie [Muzalewski 2007].

Koszt pracy ludzkiej (16,42 zł za 1 godzinę) ustalono w oparciu o założenia, że pełnozatrudniona osoba w rolnictwie pracuje 176 godzin w miesiącu. Średnie miesięczne wynagrodzenie w rolnictwie w 2007 roku wynosiło 2889,61 zł – według GUS [2008].

Wartość świeżych zrębków wierzbowych ustalono na poziomie: 131,7, 175,6, 219,5 zł za tonę, odpowiednio przy cenie 15, 20 i 25 zł/GJ. Wartość plonu świeżej biomasy z plantacji wyliczono jako iloczyn plonu biomasy i ceny za 1 t zrębków.

W ekonomicznej ocenie produkcji zrębków wierzby z plantacji uwzględniono: jednostkowy bezpośredni koszt produkcji 1 t świeżych zrębków – będący ilorazem kosztów bezpośrednich loco plantacja i plonu zrębków oraz nadwyżkę bezpośrednią produkcji zrębków – będącą różnicą pomiędzy wartością uzyskanego plonu a kosztami bezpośrednimi loco plantacja. Obliczona wartość nie określa dochodu producenta, a jedynie wskazuje sposoby postępowania, z których można uzyskać najkorzystniejszy efekt z poniesionych nakładów [Klepacki 2005]. W ocenie ekonomicznej produkcji zrębków wierzby sposobem Eko-Salix nie uwzględniono dopłat obszarowych oraz dotacji do zakładania plantacji [Dz. U. 2008.73. 439].

WYNIKI BADAŃ

Nakłady pracy i koszty wykonania poszczególnych zabiegów związanych z założeniem plantacji w systemie Eko-Salix przedstawiono w tabeli 1. Całkowity koszt założenia plantacji wierzby przy wysadzeniu 5,2 tys. szt. żywokółów/ha wyniósł 11 613,6 zł/ha, co w przeliczeniu na rok użytkowania plantacji stanowiło 580,7 zł/ha. Zwiększenie obsady roślin do 7,4 tys. szt./ha skutkowało wzrostem kosztów całkowitych do 15 480,9 zł/ha. Największy udział w strukturze kosztów założenia plantacji stanowił koszt zakupu żywokółów (46-48%). Na drugim miejscu znalazły się koszty związane z pracą ludzi 35-37%. Natomiast wykorzystanie maszyn i narzędzi stanowiło około 16% kosztów całkowitych.

Tabela 1. Koszty bezpośrednie założenia plantacji w systemie Eko-Salix w zależności od obsady roślin

Wyszczególnienie	Typ ciągnika i rodzaj maszyny towarzyszącej	Nakład pracy				Koszty [zł/ha]			razem
		roboczo-godzinny [rbh]	ciągniko-godzinny [cnh]	maszyno-godzinny [mh]	sila robocza	ciągnik	maszynna	gestość sadzenia 5,2 tys. szt./ha	
								gestość sadzenia 7,4 tys. szt./ha	
Oprysk (Roundup)	Ursus C-360-3P	0,50	0,50	0,50	8,2	16,1	4,5	28,8	28,8
Wykonanie otworów	Ursus C-360-3P	88,7	44,3	44,3	1455,9	1424,9	234,5	3115,3	4333,3
Koszt żywokołów	-	-	-	-	-	-	-	5320,0	7400,0
Sadzenie ręczne	-	88,7	-	-	1455,9	-	-	1455,9	2025,1
Pielęgnacja mechaniczna	-	80,0	-	80,0	1313,6	0,0	200,0	1513,6	1513,6
Roundup	-	-	-	-	-	-	-	80,0	80,0
Podatek rolny	-	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0
Razem	-	-	-	-	-	-	-	11 613,6	15 480,9
Na rok użytkowania plantacji 1/20 Σ	-	-	-	-	-	-	-	580,7	774,0

Źródło: opracowanie własne.

Koszty bezpośrednie produkcji zrębków w systemie Eko-Salix po trzech latach użytkowania plantacji przy wyjściowym zagęszczeniu 5,2 tys. szt./ha wynosiły 7624,7 zł/ha (tab. 2). Przy zagęszczeniu 7,4 tys. szt./ha były one o ponad 2 tys. zł/ha wyższe. W związku z tym, że w doświadczeniu przyjęto ręczny zbiór roślin wierzby i ich rozdrobnienie na zrębki rębakiem, to największe koszty były ponoszone na płace. Wynosiły one od 3210 do 4345 zł/ha, odpowiednio dla mniejszego i większego zagęszczenia roślin i stanowiły one około 42-43% kosztów całkowitych. Bardzo duży udział w całkowitych kosztach produkcji stanowiły koszty związane z założeniem plantacji (ok. 23%). Wykorzystanie ciągników i maszyn stanowiło od 26% kosztów całkowitych przy niższym zagęszczeniu do 27% przy wyższym zagęszczeniu roślin. Nawozy mineralne stanowiły 5-6% kosztów całkowitych. Natomiast najmniejszy udział w strukturze kosztów bezpośrednich całkowitych stanowił podatek rolny.

Tabela 2. Koszty bezpośrednie produkcji zrębków w systemie Eko-Salix w rotacji trzyletniej, loco plantacja

Rodzaj kosztu	Koszty bezpośrednie produkcji zrębków przy gęstości sadzenia			
	5,2 tys. szt./ha		7,4 tys. szt./ha	
	zł/ha	%	zł/ha	%
Koszt bezpośredni założenia plantacji	1742,0	22,8	2322,1	23,1
Siła robocza	3210,0	42,1	4345,0	43,3
Ciągniki	1365,9	17,9	1840,5	18,3
Maszyny	616,3	8,1	842,0	8,4
Nawozy NPK	490,5	6,4	490,5	4,9
Podatek rolny	200,0	2,6	200,0	2,0
Razem	7624,7	100,0	10040,2	100,0

Źródło: badania własne.

Tabela 3. Nadwyżka bezpośrednia produkcji wierzby krzewiastej w systemie Eko-Salix w rotacji trzyletniej, loco plantacja w zależności od ceny za 1 GJ energii zawartej w zrębkach

Wyszczególnienie	Nadwyżka bezpośrednia produkcji wierzby krzewiastej przy gęstości sadzenia	
	5,2 tys. szt./ha	7,4 tys. szt./ha
Plon świeżej biomasy [t/ha]	55,3	75,0
Bezpośredni koszt produkcji [zł/t]	137,8	133,8
Cena zrębków [zł/t]	131,7	131,7
Wartość uzyskanego plonu [zł/ha]	7287,0	9880,1
Nadwyżka bezpośrednia [zł/ha]	-337,8	-160,1
Nadwyżka bezpośrednia [zł/ha/rok][przy cenie 15 zł/GJ]	-112,6	-53,4
Nadwyżka bezpośrednia [zł/ha/rok][przy cenie 20 zł/GJ]	697,1	1044,4
Nadwyżka bezpośrednia [zł/ha/rok][przy cenie 25 zł/GJ]	1506,7	2142,2

Źródło: badania własne.

Plon świeżej biomasy uzyskany z zagęszczenia 5,2 tys. szt./ha po trzech latach wyniósł średnio 55,3 t/ha (tab. 3). Natomiast z większego zagęszczenia roślin uzyskano prawie 20 t/ha więcej świeżej biomasy. Bezpośrednie koszty produkcji świeżych zrębków wynosiły od 133,8 zł/t – przy wyższym zagęszczeniu, do 137,8 zł/t – przy niższym zagęszczeniu. Cenę za 1 tonę świeżych zrębków (131,7 zł) wyliczono z iloczynu ich wartości opałowej, przy cenie 15 zł/GJ energii w nich zawartej. W tym wariantcie produkcja biomasy nie była opłacalna w obu zagęszczeniach. W przypadku wzrostu ceny za 1 GJ energii zawartej w zrębkach do 20 zł, uzyskano dodatnią wartość nadwyżki bezpośredniej produkcji zrębków. Wynosiła ona od 697,1 do 1044,4 zł/ha/rok, odpowiednio przy zagęszczeniu roślin 5,2 i 7,4 tys. szt./ha. Natomiast dalszy wzrost ceny za jednostkę energii do 25 zł/GJ, spowodował wzrost nadwyżki bezpośredniej do 1506,7 zł/ha/rok – przy zagęszczeniu 5,2 tys. szt./ha i 2142,2 zł/ha/rok – przy zagęszczeniu 7,4 tys. szt./ha.

Również w przypadku produkcji biomasy wierzby w powszechnie stosowanym systemie uprawy polowej, wartości nadwyżki bezpośredniej były zróżnicowane – w zależności od zakładanej ceny za energię zgromadzoną w biomacie oraz uzyskiwanych plonów i technologii produkcji, jak również pozyskania biomasy [Stolarski i in. 2002, 2007, Grzybek, Grdziuk 2006, Matyka 2008, Stolarski 2009].

Z przeprowadzonej analizy efektywności ekonomicznej produkcji wierzby w systemie Eko-Salix wynika, że koszty związane z założeniem plantacji oraz pozyskiwaniem biomasy były wysokie. Związane to było przede wszystkim z dużym udziałem siły roboczej w całej technologii produkcji zrębków. Należy zatem poszukiwać możliwości obniżania tych kosztów przez zwiększenie mechanizacji oraz poszukiwania bardziej wydajnych odmian do tego systemu uprawy. Ponadto, przewiduje się, że optymalny termin zbioru biomasy wierzby przypada po pięciu latach, co może również wpłynąć na poprawę wyników ekonomicznych. Inną ważną kwestią jest fakt, że pozyskiwanie biomasy w systemie Eko-Salix przewidziane jest dla terenów niewykorzystywanych rolniczo, a więc takich, które nie przynoszą dochodów. W związku z tym, ich zagospodarowanie oraz pozyskanie biomasy na cele energetyczne stanowi dodatnią wartość, ze względu na podaż surowca energetycznego oraz ograniczenie konkurencji o tereny z uprawami roślin konsumpcyjnych. Wydaje się zatem, że należy kontynuować badania w celu optymalizacji produkcji biomasy w systemie Eko-Salix, w celu wskazania optymalnych metod jej pozyskania oraz uzasadnionych ekonomicznie.

PODSUMOWANIE

1. W systemie Eko-Salix, stosując do nasadzeń żywokoły wierzby na gruntach rolniczych, nieprzydatnych pod kultury konsumpcyjne (mąda ciężka próchniczna, okresowo nadmiernie wilgotna), można pozyskać znaczne ilości biomasy drzewnej, która w przyszłości może stanowić jedno ze źródeł zaopatrzenia energetyki.
2. Bezpośrednie koszty całkowite założenia plantacji wierzby w systemie Eko-Salix wynosiły 11 613,6 zł/ha i 15 480,9 zł/ha, odpowiednio przy zagęszczeniu 5,2 i 7,4 tys. szt. żywokółów/ha.
3. Koszy bezpośrednie produkcji świeżych zrębków wierzby zawarte były w przedziale od 137,8 do 133,8 zł/t, odpowiednio przy zagęszczeniu 5,2 i 7,4 tys. szt. żywokółów/ha.

4. Największy udział w strukturze bezpośrednich kosztów produkcji zrębków stanowiła praca ludzka – (42,1-43,3%) kosztów całkowitych. Na drugim miejscu znajdowały się koszty związane z założeniem plantacji (ok. 23%).
5. Wartości nadwyżki bezpośredniej produkcji zrębków wierzby w systemie Eko-Salix w rotacji 3-letniej wynosiły 697,1 i 1044,4 zł/ha/rok (przy cenie 20 zł/GJ), odpowiednio przy zagęszczeniu 5,2 i 7,4 tys. szt. żywokółów/ha. Przy niższej cenie zrębków (15 zł/GJ), produkcja biomasy wierzby w tym systemie była nieopłacalna.

LITERATURA

- Budzyński W., Szczukowski S., Tworkowski J. 2009: Wybrane problemy z zakresu produkcji roślinnej na cele energetyczne. I Kongres Nauk Rolniczych. Przyszłość sektora rolno-spożywczego i obszarów wiejskich. Puławy, s. 76-89.
- Chołuj D., Podlaski S. 2008: Kompleksowa ocena biologicznej przydatności 7 gatunków roślin wykorzystywanych w uprawach energetycznych. [W:] Energia odnawialna (red.) P. Gradziuk. *Wiś Jutra*, s. 61-76.
- Faber A., Kuś J. 2007: Rośliny energetyczne dla różnych siedlisk. *Wiś Jutra*, nr 8-9(109-110), s. 11-12.
- Grzybek A., Gradziuk P. 2006: Prospects for solid biomass use in energy production in Poland and its technical and economic properties. Wyd. *Wiś Jutra*, Warszawa.
- GUS. 2008: Biuletyn Statystyczny, Rok LII, 3(605).
- Kalembasa D. 2006: Ilość i skład chemiczny popiołu z biomasy roślin energetycznych. *Acta Agrophysica*, nr 7(4), s. 909-914.
- Kisiel R., Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J. 2006: Biomasa pozyskiwana z gruntów rolniczych źródłem energii. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, nr 4, s. 90-101.
- Klepacki B. 2005: Ekonomiczne aspekty produkcji rzepaku. [W:] Technologia produkcji rzepaku (red.) Cz. Muśnickiego i in. Wyd. *Wiś Jutra*, Warszawa, s. 164-172.
- Kuś J. 2008: Produkcyjność roślin energetycznych w różnych siedliskach. [W:] Energia odnawialna (red.) P. Gradziuk. Wyd. *Wiś Jutra*, Warszawa, s. 48-60.
- Matyka M. 2008: Opłacalność i konkurencyjność produkcji wybranych roślin energetycznych. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, nr 11, s. 113-123.
- Muzalewski A. 2007: Koszty eksploatacji maszyn. *IBMER*, Warszawa.
- Stolarski M. 2004: Produkcja oraz pozyskiwanie biomasy z wieloletnich upraw roślin energetycznych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 3(45), s. 47-56.
- Stolarski M. 2008: Stan plantacji roślin energetycznych. *Czysta Energia*, nr 6, s. 41-42.
- Stolarski M. 2009: Agrotechniczne i ekonomiczne aspekty produkcji biomasy wierzby krzewiastej (*Salix spp.*) jako surowca energetycznego. Rozprawy i Monografie. UWM Olsztyn, 148, 1-145.
- Stolarski M., Kisiel R., Szczukowski S., Tworkowski J. 2002: Opłacalność produkcji wierzb krzewiastych na gruntach rolniczych w krótkich rotacjach i przy różnym zagęszczeniu roślin. *Roczniki Nauk Rolniczych*, t. 89, z. 2, 96-105.
- Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J., Kopacz M. 2007: Profitability of willow production in short cycles in the low Vistula valley. *Polish Journal of Natural Sciences*, nr 2, s. 172-182.
- Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J., Klasa A. 2008: Productivity of seven clones of willow coppice in annual and quadrennial cutting cycles. *Biomass and Bioenergy*, nr 32, s. 1227-1234.
- Szczukowski S., Stolarski M., Tworkowski J., Przyborowski J., Klasa A. 2005: Productivity of willow coppice plants grown in short rotations. *Plant Soil Environment*, nr 51(9), s. 423-430.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M. 2000: Biomasa krzewiastych wierzb (*Salix spp.*) pozyskiwana na gruntach ornych odnawialnym źródłem energii. *Pam. Puł.*, nr 120, s. 421-428.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M. 2004: Wierzba energetyczna. Plantpress, Kraków, ss. 46.
- Rozporządzenie MRiRW z dnia 22 kwietnia 2008 r. w sprawie roślin objętych pomocą do plantacji trwałych oraz zryczałtowanych kosztów związanych z założeniem tych plantacji (Dz. U. nr 73, poz. 439).

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzenia danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii (Dz. U. nr 156, poz. 969).

Mariusz Stolarski, Stefan Szczukowski, Józef Tworkowski

ECONOMIC ASPECTS OF WILLOW BIOMASS PRODUCTION
IN THE ECO-SALIX SYSTEM

Summary

This study determined the economic effectiveness of willow biomass production in the Eco-Salix system in a 3-year rotation cycle on agricultural land unusable for consumption crops. The study was based on a field experiment in a strict two-factorial design, in three replications, conducted in the years 2006-2008 on heavy humus alluvial soil (periodically with excessive humidity), in the ice-marginal valley of the Vistula river, in the Kwidzyn Lowlands. The direct costs of establishing the willow plantation in the Eco-Salix system amounted to PLN 11,613.6/ha and PLN 15,480.9/ha, with a density of 5,200 and 7,400 willow rods/ha, respectively. Human labour accounted for the greatest portion of the total direct cost of chips production (42.1-43.3%), followed by cost of establishing the plantation (ca. 23%). The direct surplus of willow chips production in the Eco-Salix system in a 3-year rotation cycle amounted to PLN 697.1 and PLN 1044.4/ha/year (assuming the energy price of PLN 20/GJ), with the density of 5,200 and 7,400 willow rods/ha, respectively.

Adres do korespondencji:
dr inż. Mariusz Stolarski, prof. dr hab. Stefan Szczukowski, prof. dr hab. Józef Tworkowski
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Pl. Łódzki 3
10-724 Olsztyn
tel. (89) 523 39 84
e-mail: mariuszstolarski@uwm.edu.pl