KOSZTY I OPŁACALNOŚĆ PRODUKCJI BIOMASY Z TRZYLETNIEJ WIERZBY ENERGETYCZNEJ

Dariusz Kwaśniewski
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy określono koszty i wskaźniki opłacalności produkcji biomasy z trzyletniej wierzby energetycznej dla 10 plantacji, położonych na terenie Polski południowej. Koszty produkcji mieściły się w granicach od 3842 do 8435 zł·ha^{-1}. W strukturze tych kosztów znaczącą część, bo 82% stanowiły koszty związane ze zbiorem trzyletniej wierzby. Wynosiły one średnio 4579 zł·ha^{-1}, a główny wpływ miała tutaj stosowana technologia zbioru. Dla sześciu plantacji produkcja biomasy z wierzby energetycznej była opłacalna dopiero przy cenie od 150 do nawet 200 zł·t^{-1}.

Słowa kluczowe: wierzba energetyczna, koszty produkcji, opłacalność

Wstęp

Pomimo tego, że od kilku lat obserwowany jest w Polsce wzrost zainteresowania uprawami energetycznymi, a produkcja i pozyskiwanie biomasy szybko rosnących gatunków jest kreowana jako kierunek produkcji rolniczej, to rozwój tej nowej działalności rolniczej określanej jako „agroenergetyka" jest w dużym stopniu warunkowany aspektami ekonomicznymi [Stolarski 2006].

W przypadku uprawy roślin na cele energetyczne oprócz pytań o skutki środowiskowe oraz bilans i efektywność energetyczną pojawia się również problem opłacalności tego typu działalności. Pojęcie opłacalności produkcji oznacza relację wartości uzyskanej produkcji do poniesionych na jej wytworzenie kosztów.

Wzrost zainteresowania wierzbą krzewiastą potencjalnych plantatorów, w tym wzrost areału upraw tej rośliny, jest uzależniony od opłacalności jej produkcji. Należy zakładać, że musi być ona wyższa niż opłacalność produkcji zbóż czy rzepaku, tylko wtedy bowiem rolnicy będą zainteresowani tą wieloletnią rośliną energetyczną. W przypadku niewiele wyższej lub niższej opłacalności produkcji wierzby, w porównaniu z jednorocznymi roślinami rolniczymi, nie nastąpi wzrost areału jej upraw do celów energetycznych na gruntach rolniczych. Wynika to z faktu, iż plantację wierzby krzewiastej zakłada się raz na dwadzieścia (dwadzieścia pięć) lat, ponosząc jednocześnie na początku wysokie koszty, a zwrot tych kosztów następuje dopiero po kilku latach, dłużej niż w przypadku uprawy roślin jednorocznych. Z punktu widzenia rolnika uprawa wierzby krzewiastej jest obecnie także związana z dużo większym ryzykiem niż uprawa jednorocznych roślin rolniczych. Potwierdzają to również inni autorzy [Matyka 2008; Stolarski 2009; Grzybek, Muzalewski 2010].

Pomimo wielu opracowań i analiz spotykanych w literaturze przedmiotu, ciągle nierozstrzygnięte są wątpliwości dotyczące opłacalności uprawy wierzby energetycznej przy obecnych uwarunkowaniach na istniejących plantacjach wierzby energetycznej.

Cel, zakres i metodyka pracy

W pracy określono koszty produkcji, a następnie opłacalność produkcji biomasy z trzyletniej wierzby. Zakresem pracy objęto badania przeprowadzone na trzydziestu plantacjach, z których tylko na dziesięciu, w roku 2008/2009 dokonano zbioru trzyletniej wierzby. Plantacje te były położone na terenie Polski południowej, w województwach: małopolskim, świętokrzyskim i podkarpackim.

W celu lepszego scharakteryzowania ocenianych wartości, badane plantacje podzielone zostały na dwie grupy:

- grupa I – 5 plantacji, powierzchnia uprawy wierzby od 1 do 5 ha (średnio 2,24 ha),
- grupa II – 5 plantacji, powierzchnia uprawy powyżej 5 ha (średnio 14,42 ha).

W obliczeniach posłużono się plonem świeżej masy oraz założono, że:

- okres użytkowania plantacji będzie wynosił 25 lat [Szczukowski i in. 2004. Dubas, Tomczyk 2005; Stolarski i in. 2008].
- w tym czasie planowane będzie 8 zbiorów (cykli produkcyjnych).

W procesie produkcji biomasy z wierzby energetycznej można wyróżnić następujące etapy i z nimi związane koszty: koszty założenia plantacji, koszty użytkowania (eksploatacji) plantacji, koszty likwidacji plantacji.

Koszty związane z założeniem plantacji to: koszty materiałowe, koszty mechanizacji i koszty pośrednie (np. analizy gleby, podatek gruntowy). Ze względu na fakt, że na badanych plantacjach, przed ich założeniem, nie były wykonywane analizy gleby, plantacje były zakładane na nieużytkach klasy IIIb, IV, a nawet V, a podatek nie zawsze był brany pod uwagę, bądź stanowił bardzo małą kwotę w niniejszym opracowaniu, w kalkulacjach kosztów założenia plantacji koszty pośrednie nie zostały uwzględnione.

Koszty mechanizacji zostały określone zgodnie z metodyką stosowaną w Instytucie Inżynierii Rolniczej i Informatyki UR w Krakowie [Michałek i in. 1998]. Ponieważ badania były wieloletnie, a ocenę kosztów przeprowadzono według cen dla danego roku, uzyskane wyniki odzwierciedlają także dynamikę zmian wynikającą z uwarunkowań zewnętrznych (rynek, inflacja itp.). Należy także dodać, że wartość pracy ludzkiej właściciela (użytkownika) plantacji i członków jego rodziny były szacowane według stawki parytetowej [Grzybek, Muzalewski 2010] założona stawka wynosiła 12 zł·rbh^{-1}. Natomiast dla pracowników najemnych wykonujących prace ręczne przyjęto stawkę 8 zł·rbh^{-1}, wg rzeczywistego ich wynagrodzenia.

Istotnym założeniem, które należy brać także pod uwagę w kalkulacjach kosztów produkcji biomasy z wierzby energetycznej jest planowany okres użytkowania plantacji. Rozłożenie kosztów założenia plantacji, odniesione do lat jej użytkowania pozwala na oszacowanie średniorocznych kosztów prowadzenia plantacji (koszt amortyzacji plantacji).

Do obliczeń kosztów produkcji biomasy z trzyletniej wierzby krzewiastej wykorzystano aplikację komputerową „BiOBkalkulator", która została wykonana w ramach Projektu Badawczego Zamawianego nr PBZ-MNiSW – 1/3/2006 pt.: „Nowoczesne technologie

energetycznego wykorzystania biomasy i odpadów biodegradowalnych /BiOB/ - konwersja BiOB do energetycznych paliw gazowych", a której autor podmiotowego opracowania był współtwórcą. Aplikacja ta składa się z czterech tzw. modułów. Jednym ze współautorów tej aplikacji (moduł II – koszty wytwarzania biomasy) jest autor niniejszego opracowania. Aplikacja ta jest powszechnie dostępna i znajduje się na stronie internetowej http://biob.wipie.ur.krakow.pl.

W aplikacji, a właściwie w zastosowanych w niej algorytmach obliczeń kosztów produkcji biomasy, nie uwzględniono kosztów likwidacji plantacji. Aby jednak dokonać analizy ekonomicznej, uwzględniającej wszystkie składowe kosztów produkcji biomasy z trzyletniej wierzby, za literaturą przedmiotu przyjęto także tę składową i założono, że koszty likwidacji plantacji wierzby będą stałe i dla badanych plantacji będą wynosiły 2075 zł·ha^{-1} [Stolarski i in. 2008]. Zakładając 8 zbiorów w ciągu 25-ciu lat eksploatacji plantacji, koszty likwidacji plantacji przyjęto jako 259,5 zł·ha^{-1} na rok.

Z punktu widzenia metodycznego ważną informacją jest także fakt, że w niniejszym opracowaniu wykonana analiza dotyczy zbioru wierzby na plantacji w postaci całych pędów (taki zbiór miał miejsce na dziewięciu badanych plantacjach) i w postaci zrębków (jedna plantacja). Nie uwzględniono rozdrobnienia biomasy w warunkach stacjonarnych.

Na przychody związane z produkcją wierzby energetycznej składają się: wartość produkcji oraz dotacje i płatności [Grzybek, Muzalewski 2010]. Należy jednak nadmienić, że na badanych plantacjach nie korzystano z dotacji na założenie plantacji.

Efektywność produkcji biomasy wierzby energetycznej określono z wykorzystaniem wskaźnika opłacalności produkcji na badanych plantacjach (W_{op}):

$$W_{op} = \frac{P}{K} \cdot 100 \ [\%] \tag{1}$$

gdzie:

P – produkcja końcowa [zł· na rok^{-1}],

K – koszty produkcji [zł· na rok^{-1}].

Wyniki badań

Koszty materiałowe na badanych plantacjach przedstawiono w tabeli 1. Należy nadmienić, że paliwo nie zostało w nich ujęte, ponieważ określono je jako jedną ze składowych kosztów mechanizacji w dalszej części opracowania.

Największy udział w kosztach materiałowych miały sadzonki (sztobry). W pierwszej grupie (do 5 ha) wymagały one średnio 2688 zł·ha^{-1}, co stanowiło aż 92,7% kosztów materiałowych. W drugiej grupie plantacji (powyżej 5ha) koszty te wynosiły 1152 zł·ha^{-1} (75,5% kosztów materiałów) Dla wszystkich badanych obiektów oceniane koszty to 1920 zł·ha^{-1}, a ich udział w strukturze to 84%. Należy tutaj dodać, że na plantacjach większych z drugiej grupy, właściciele w trzech (na pięć) przypadkach wykorzystywali sadzonki z plantacji tzw. matecznej – co miało znaczący wpływ na obniżenie kosztów materiału do sadzenia. Stąd też w drugiej grupie były one znacznie niższe.

Koszty związane ze zużyciem środków ochrony roślin na badanych plantacjach były niewielkie. Dla pierwszej grupy 114 zł·ha^{-1}, co stanowiło 3,7% kosztów materiałowych oraz 159 zł·ha^{-1} dla drugiej grupy (12%). Łącznie średnia dla wszystkich plantacji to 136 zł·ha^{-1} (w strukturze całej populacji badanych obiektów prawie 8%).

W związku z ekstensywną uprawą wierzby (nawożenie mineralne stosowano tylko na trzech, spośród 10 badanych plantacji) ogółem na nawozy mineralne wydatkowano średnio 125 zł·ha^{-1}, czyli prawie 5,9% całkowitych kosztów materiałowych.

Tabela 1. Koszty materiałowe na badanych plantacjach
Table 1. Material costs for the examined plantations

Grupa plantacji	Parametr	Pow. uprawy wierzby	Koszty materiałowe				
			Sadzonki (sztobry)	Środki ochrony roślin	Nawozy mineralne	Inne (woda, sznurek)	Koszty razem
		[ha]	[zł·ha^{-1}]				
I	średnia	2,24	2688,0	114,0	75,2	39,9	2917,1
	odch. stand.	1,65	175,3	79,6	168,2	3,1	353,1
II	średnia	14,52	1152,0	159,0	175,2	42,4	1528,6
	odch. stand.	11,73	703,8	103,0	265,8	1,6	771,1
Ogółem	średnia	8,38	1920,0	136,0	125,2	41,2	2222,9
	odch. stand.	10,21	942,9	90,0	216,3	2,7	924,8

Źródło: opracowanie własne

Kolejną grupę wydatków ponoszonych na założenie plantacji wierzby energetycznej stanowiły koszty mechanizacji uprawy i prac ręcznych. Zostały one zamieszczone w tabeli 2, a na rysunku 1 pokazano ich strukturę. Aby ocenić poziom kosztów mechanizacji, wyszczególniono wśród nich koszty stałe i koszty zmienne. W celu pokazania, które składowe mają największy wpływ na ich poziom, w kosztach zmiennych wyodrębniono koszty pracy żywej, dla prac ręcznych oraz związanych z obsługą maszyn i narzędzi.

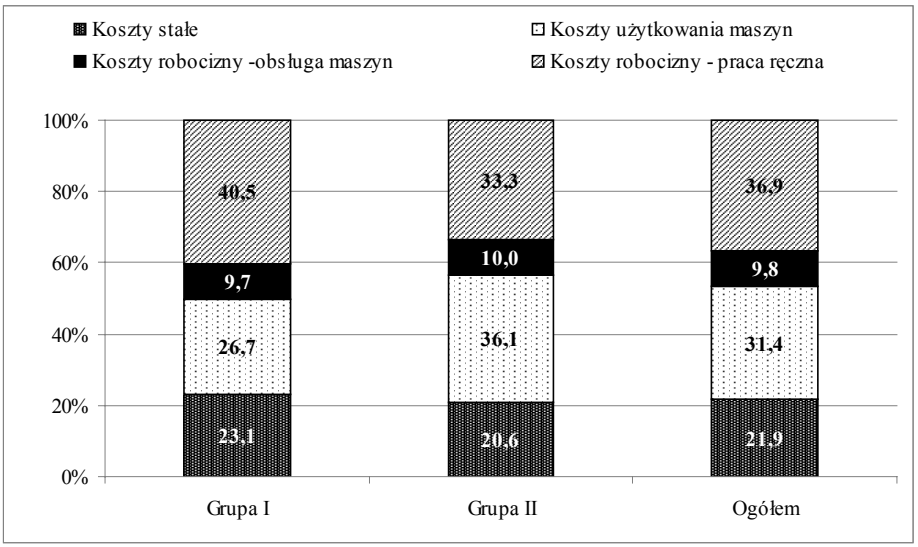
Tabela 2. Koszty mechanizacji uprawy w roku założenia plantacji
Table 2. Cultivation mechanisation costs in the year of establishing the plantation

Grupa plantacji	Parametr	Koszty mechanizacji				
		Koszty stałe	Koszty użytkowania maszyn	Koszty robocizny		Koszty razem
				obsługa maszyn i narzędzi	praca ręczna	
		[zł·ha^{-1}]				
I	średnia	812,2	935,2	338,6	1478,2	3564,2
	odch. stand.	272,5	168,6	82,1	673,8	897,4
II	średnia	539,8	892,4	231,6	983,7	2647,5
	odch. stand.	210,2	254,5	32,1	656,1	1040,1
Ogółem	średnia	676,0	913,8	285,1	1231,0	3105,9
	odch. stand.	270,6	204,8	81,5	679,0	1035,4

Źródło: opracowanie własne

Ogółem, koszty mechanizacji dla badanych plantacji wynosiły średnio 3105,9 zł·ha^{-1}. W kosztach tych dominowały koszty pracy (1231,0 zł·ha^{-1}), związane z ręcznym sadzeniem, pieleniem oraz ręcznymi czynnościami przy zbiorze rocznej wierzby. Ich udział w strukturze to 36,9% (rys. 1). Na drugim miejscu w strukturze (31,4%) znajdowały się koszty zmienne wynikające z użytkowania maszyn, które wynosiły 913,8 zł·ha^{-1}.

Natomiast koszty stałe ponoszone z tytułu posiadania środków technicznych, dla dziesięciu plantacji to średnio 676,0 zł·ha^{-1} (21,9%). W przypadku pierwszej grupy plantacji, koszty stałe były wyższe niż w przypadku drugiej grupy i wynosiły nieco ponad 812 zł·ha^{-1}, co stanowiło 23,1% całkowitych kosztów mechanizacji. Dla drugiej grupy było to odpowiednio 539,8 zł·ha^{-1} i 20,6%.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Struktura kosztów mechanizacji uprawy w roku założenia plantacji
Fig. 1. The structure of cultivation mechanisation costs in the year of establishing the plantation

Koszty użytkowania maszyn to koszty nośników energii (olej napędowy, benzyna), koszty napraw i obsługi technicznej. Dla plantacji z grupy I, koszty te wynosiły 935,2 zł·ha^{-1} (26,7% kosztów mechanizacji), natomiast dla grupy II było to 892,4 zł·ha^{-1} (36,1%).

Największy wpływ na poziom kosztów mechanizacji na badanych plantacjach wierzby energetycznej miały koszty robocizny. Podzielono je na dwie grupy, czyli koszty poniesione na wynagrodzenia dla operatorów, związane z obsługiwaniem maszyn, oraz koszty pracy ręcznej (ręczne sadzenie i pielenie oraz zbiór). W pierwszym przypadku, w grupie I, wynosiły one 338,6 zł·ha^{-1} (9,7% w strukturze), a w grupie II było to 231,6 zł·ha^{-1} (10%). Natomiast w przypadku kosztów pracy ręcznej były one wysokie i wynosiły 1478,2 zł·ha^{-1} w grupie I oraz 983,7 zł·ha^{-1} w grupie II. W strukturze kosztów mechanizacji było to odpowiednio aż 40,5 i 33,3%. Wysokie koszty robocizny były konsekwencją wysokich nakładów pracy ponoszonych na założenie plantacji, przedstawionych przez autora w innym opracowaniu [Kwaśniewski 2010].

Koszty założenia plantacji wierzby energetycznej (tabela 3) dla badanych plantacji wynosiły średnio 5328,7 zł·ha^{-1}. Zdecydowanie wyższe koszty (6481,4 zł·ha^{-1}) były charakterystyczne dla obiektów mniejszych (do 5 ha). Natomiast dla plantacji większych (powyżej 5 ha) wynosiły one 4176,1 zł·ha^{-1}. Największy wpływ na poziom kosztów założenia plantacji miały koszty materiałowe, które ogółem stanowiły 41,1% całkowitych kosztów. Z kolei koszty mechanizacji (bez robocizny) wynosiły 1589,8 zł·ha^{-1}, a ich udział to niewiele ponad 31,2%. Rozpatrywane oddzielnie koszty pracy to średnio 1516,1 zł·ha^{-1} (27,7%).

Tabela 3. Koszty założenia plantacji wierzby energetycznej
Table 3. Costs of establishing an energy willow plantation

Grupa plantacji	Parametr	Koszty materiałowe	Koszty mechanizacji bez robocizny	Koszty robocizny	Koszty założenia plantacji
		[zł·ha^{-1}]			
I	średnia	2917,1	1747,4	1816,8	6481,4
	odch. stand.	353,1	351,2	708,8	965,8
II	średnia	1528,6	1432,2	1215,3	4176,1
	odch. stand.	771,1	438,4	665,5	1614,8
Ogółem	średnia	2222,9	1589,8	1516,1	5328,7
	odch. stand.	924,8	409,7	721,6	1746,3

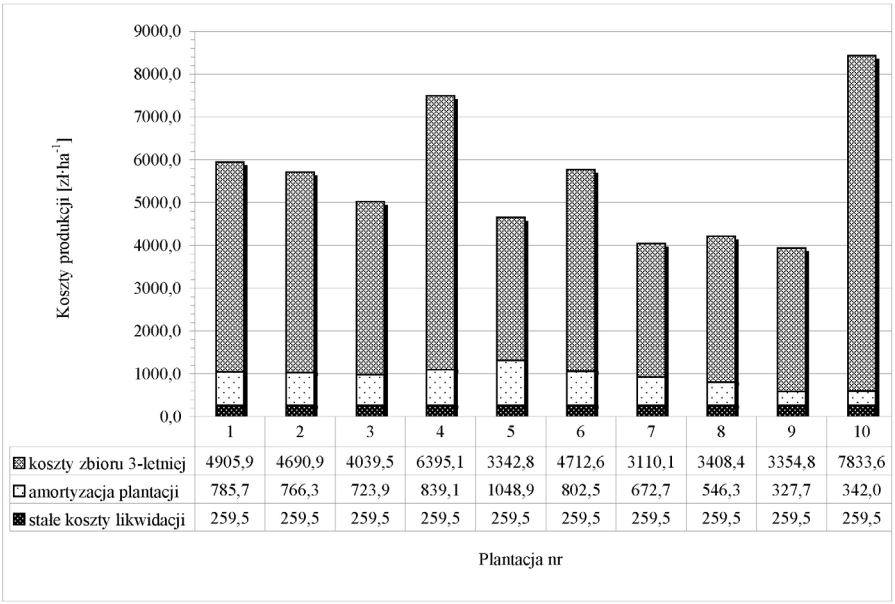
Źródło: opracowanie własne

Koszty produkcji i plony biomasy to dwa istotne elementy, decydujące o opłacalności przedsięwzięcia związanego z produkcją biomasy z wierzby energetycznej. Technologie zbioru trzyletniej wierzby stosowane na badanych plantacjach oraz uzyskiwane plony biomasy przedstawiono w tabeli 4.

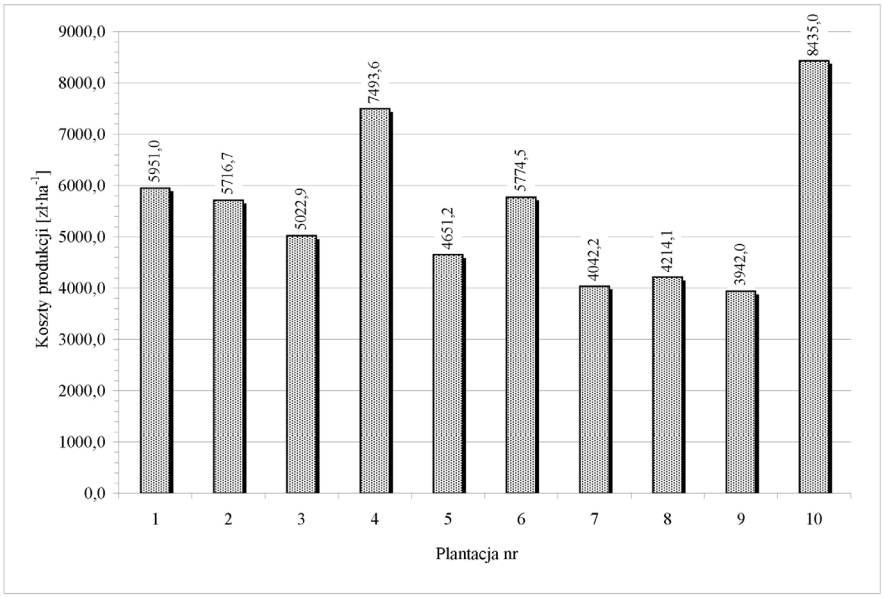
Tabela 4. Technologie zbioru i plony na trzyletnich plantacjach wierzby energetycznej
Table 4. Harvesting technologies and crops in three-year-old energy willow plantations

L.p.	Miejscowość	Technologia zbioru w trzyletniej wierzby			Plon świeżej biomasy [t·ha^{-1}]
		cięcie wierzby	transport (ciągnik/przyczepa)		
1	Dołęga	piła łańcuchowa Stihl MS230	C360	D732	34,0
2	Jabłonica Polska	piła łańcuchowa Stihl MS270 (2 szt)	C330	D732	29,0
3	Wola Bokrzycka	kosa spalinowa Solo 140 (3 szt)	C360	T070	35,0
4	Wietrzychowice	piła łańcuchowa Sihl MS270 (2 szt)	C360	D54	41,0
5	Dęba	kosa spalinowa Solo 142 (6 szt)	C360, U3514	T610, T070	33,0
6	Wał Ruda	ciągnik C360+kosiarka tarczowa	C360	D54	49,0
7	Jadachy	kosa spalinowa Solo 142 (10 szt)	C360, U3514	T610, T070	32,0
8	Tarnowska Wola	kosa spalinowa Solo 142 (10 szt)	C360, U3514	T610, T070	26,0
9	Chotelek 1	ciągnik Z5340+kosiarka tarczowa	U1634	T169/2	45,0
10	Chotelek 2	sieczkarnia Mengele SF5200	U1634	T672	54,0

Źródło: opracowanie własne



Rys. 2. Koszty produkcji biomasy na badanych plantacjach
Fig. 2. Biomass production cost components in the examined plantations

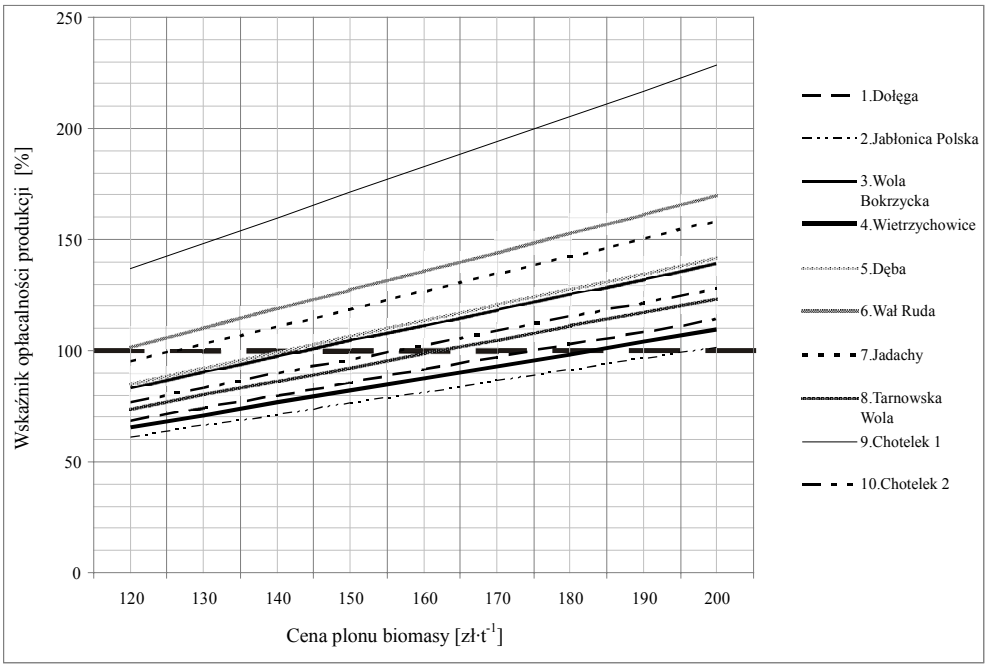


Rys. 3. Całkowite koszty produkcji biomasy z trzyletniej wierzby
Fig. 3. Total costs of biomass production from three-year-old willow

Strukturę kosztów produkcji biomasy, z podziałem na koszty amortyzacji i likwidacji plantacji oraz koszty zbioru przedstawiono na rys. 2. W kosztach produkcji zdecydowanie dominował zbiór i transport zebranej masy. Wynosiły one odpowiednio od 3110,1 zł·ha^{-1} na plantacji nr 7 (zbiór z wykorzystaniem kos spalinowych) do aż 7833,6 zł·ha^{-1} dla plantacji nr 10, gdzie do zbioru zastosowano samojezdną sieczkarnię polową typu Mengele (była to jedyna plantacja gdzie zbierano biomasę w postaci zrębków). Roczne koszty amortyzacji, związane z założeniem plantacji mieściły się w granicach od 327,7 do 1048,9 zł·ha^{-1}. Zgodnie z założeniem, koszty likwidacji plantacji przyjęto na stałym poziomie 259,6 zł·ha^{-1}.

Całkowite koszty produkcji biomasy (rys. 3) wynosiły od 3942 zł·ha^{-1} dla plantacji nr 9, gdzie do zbioru wykorzystano kosiarkę tarczową, produkowaną przez firmę prywatną, do 8435 zł·ha^{-1} dla plantacji nr 10 (samojezdna sieczkarnia).

Wskaźniki opłacalności produkcji biomasy z trzyletniej wierzby energetycznej dla badanych plantacji przedstawiono na rysunku 4. Aby pokazać granicę opłacalności produkcji biomasy dla ocenianych plantacji, cenę jednostkową biomasy świeżej przyjęto na podstawie rozeznania autora pracy i opracowania [Grzybek, Muzalewski 2010] od 120 do 200 zł·t^{-1}.



Rys. 4. Zależność wartości wskaźnika opłacalności produkcji biomasy od ceny dla poszczególnych plantacji

Fig. 4. Relation between the profitability indexes for biomass production and the price in different plantations

Granica opłacalności produkcji biomasy, czyli granica kiedy uzyskiwana produkcja będzie przynosić zyski była bardzo zróżnicowana dla badanych plantacji. Wpływ na taką sytuację miało szereg różnych czynników. Jednak najważniejszym z nich były ponoszone wysokie koszty produkcji, które przy niskich plonach biomasy odgrywały istotną rolę w końcowym efekcie ekonomicznym. Tylko dla dwóch plantacji produkcja biomasy okazała się opłacalna przy cenie 120 zł·t^{-1} (plantacje Wał Ruda, Chotelek 1), a dla jednej plantacji - jeśli cena jednostkowa wyniesie 130 zł. Z kolei dla dwóch obiektów (Wola Bokrzycka, Dęba) produkcja ta może okazać się opłacalna, ale przy cenie 150 zł·t^{-1}, natomiast dla czterech tylko cena powyżej 170 zł·t^{-1} biomasy spowoduje, że jej produkcja zacznie być opłacalna.

Stwierdzenia i wnioski

1. Założenie plantacji wierzby energetycznej jest kosztowne. Koszty założenia plantacji były bardzo wysokie i wynosiły średnio 5328,7 zł·ha^{-1}. Największy wpływ miały tutaj koszty materiałowe (2222,9 zł·ha^{-1}), a także koszty robocizny (1516,1 zł·ha^{-1}), które w przyszłości można ograniczyć poprzez lepsze zmechanizowanie prac związanych z sadzeniem, pielęgnacją i organizacją zbioru.
2. Koszty produkcji biomasy z trzyletniej wierzby energetycznej, na badanych plantacjach, mieściły się w szerokim zakresie od 3942 do 8435 zł·ha^{-1}. Na poziom tych kosztów miała znaczący wpływ stosowana praco i energochłonna technologia zbioru.
3. Tylko dla dwóch (z dziesięciu) plantacji produkcja biomasy może być opłacalna przy założonej cenie 120 zł·t^{-1} zebranej masy. Natomiast dla dwóch plantacji produkcja ta będzie przynosić zyski przy cenie wyższej niż 150 zł·t^{-1}, a dla czterech przy wyższej niż 170 zł·t^{-1}. Wydaje się, że otrzymanie tak wysokiej ceny za sprzedaż tony świeżej, nieprzetworzonej biomasy, w obecnym czasie, jest jednak mało realne.
4. Uzyskane, bardzo zróżnicowane wskaźniki opłacalności produkcji biomasy (dla założonych jej cen) potwierdzają sugestię wielu autorów, że produkcja biomasy z wierzby energetycznej, w obecnych warunkach makro-ekonomicznych, na terenie Polski południowej, jest nieopłacalna.
5. Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że biomasę z trzyletniej wierzby energetycznej mogą w sposób opłacalny produkować dobrze zorganizowane jednostki (gospodarstwa, firmy), które będą uzyskiwały wysokie plony biomasy, przy stosunkowo niskich kosztach produkcji.
6. Zaznaczyć należy, że aktualność sporządzonej kalkulacji jest ograniczona szybko zmieniającymi się uwarunkowaniami ekonomiczno-rynkowymi, społecznymi i politycznymi. Wykonana analiza pozwala jednak stwierdzić, że dla rozwoju produkcji biomasy z wierzby krzewiastej na cele energetyczne konieczne jest większe wsparcie zewnętrzne, w postaci dofinansowania przez m.in. takie jednostki, jak MRiRW (Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi), UE (Unia Europejska).

Bibliografia

Dubas J.W., Tomczyk A. 2005. Zakładanie, pielęgnacja i ochrona plantacji wierzb energetycznych. Wydawnictwo SGGW Warszawa. ISBN 83-7244-617-2.

Grzybek A., Muzalewski A. 2010. Analiza techniczno-ekonomiczna BiOB na cele energetyczne. [W:] Bocian P., Golec T., Rakowski J. (red.) 2010. Nowoczesne technologie pozyskiwania i energetycznego wykorzystywania biomasy. Monografia. Wyd. Instytut Energetyki. Warszawa. ISBN 978-83-925924-6-4.

Kwaśniewski D. 2010. Efektywność energetyczna produkcji biomasy z trzyletniej wierzby. Inżynieria Rolnicza 5(123) Kraków. s. 113-119.

Matyka M. 2008. Opłacalność i konkurencyjność produkcji wybranych roślin energetycznych. Studia i raporty IUNG-PIB. Zeszyt 11. Wyd. Dział Upowszechniania i Wydawnictw IUNG-PIB w Puławach. s. 113-123.

Michałek R., Kowalski J., Tabor S., Cupiał M., Kowalski S., Rutkowski K. 1998. Uwarunkowania technicznej rekonstrukcji rolnictwa. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. Kraków. ISBN 83-905219-1-1.

Stolarski M. J. 2006. Opłacalność uprawy wierzby na cele energetyczne. [W:] 2 Regionalne Forum Energetyki Odnawialnej. Przysiek. S. 46-48.

Stolarski M., Kisiel R., Szczukowski S., Tworkowski J. 2008. Koszty likwidacji plantacji wierzby krzewiastej. Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G, T. 94. z. 92. s. 172-177.

Stolarski M. J. 2009. Agrotechniczne i ekonomiczne aspekty produkcji biomasy wierzby krzewiastej (*Salix spp*.) jako surowca energetycznego. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. UWM w Olsztynie. ISBN 978-83-7299-617-6.

Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M. 2004. Wierzba energetyczna. Plantpress, Kraków. ISBN 83-85982-86-8.

http://biob.wipie.ur.krakow.pl.

COSTS AND PROFITABILITY OF BIOMASS PRODUCTION USING THREE-YEAR-OLD ENERGY WILLOW

Abstract. The work specifies the costs and profitability indexes for biomass production using three-year-old energy willow, determined for 10 plantations located in Southern Poland. Production costs ranged from 3842 to 8435 PLN/ha. Considerable part in the structure of these costs, that's 82% were constituted by costs of three-year-old willow harvest, reaching 4579.4 PLN/ha on average, and employed harvest technology was the main determinant here. For six plantations biomass production from energy willow was profitable only for prices ranging from 150 up to even 200 PLN/t.

Key words: energy willow, production costs, profitability

Adres do korespondencji:
Dariusz Kwaśniewski; e-mail: dariusz.kwasniewski@ur.krakow.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków