

## KOSZTY ZAŁOŻENIA POŁOWYCH PLANTACJI SZYBKOROŚNĄCYCH ROŚLIN DRZEWIASTYCH\*

*Mariusz J. Stolarski, Stefan Szczukowski, Józef Tworkowski,  
Michał Krzyżaniak*

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

Słowa kluczowe: wierzba, topola, robinia akacjowa, koszty  
*Key words: willow, poplar, black locust, costs*

**S y n o p s i s.** W pracy określono koszty założenia plantacji wierzby, topoli i robinii akacjowej w zależności od sposobu wzbogacenia gleby. Podstawą prezentowanych badań było dwuczynnikowe, ściśle doświadczenie polowe założone w Stacji Dydaktyczno-Badawczej w Łężanach, należącej do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Koszty założenia oraz prowadzenia plantacji wierzby zawierały się w przedziale od 4906,3 zł/ha w kombinacji kontrolnej do 9915,8 zł/ha w kombinacji, w której zastosowano ligninę oraz mikoryzę. Wykonanie mikoryzacji było bardzo drogim zabiegiem, ponieważ stanowiło prawie 45% kosztów całkowitych. Założenie plantacji topoli w kombinacji kontrolnej kosztowało 12 128,5 zł/ha, a zastosowanie ligniny, mikoryzy oraz łącznie tych zabiegów znacząco zwiększało koszty całkowite o 8%, 33% i 41%. W strukturze kosztów produkcji w obiekcie kontrolnym zdecydowanie dominowały koszty związane z zakupem sadzonek (73,29%), a wykonanie mikoryzy stanowiło 24,8% kosztów całkowitych. Koszty bezpośrednie założenia oraz prowadzenia plantacji robinii akacjowej oraz ich struktura były zbliżone do kosztów ponoszonych na topolę. Duży udział w tym gatunku stanowiły koszty związane z ręcznym sadzeniem, które były około dwu- trzykrotnie wyższe niż w przypadku topoli i wierzby.

### WSTĘP I CEL BADAŃ

Wśród źródeł energii odnawialnej biomasa stanowi największy udział zarówno na świecie, w Unii Europejskiej, jak i w Polsce, odpowiednio 62,5%, 46,0% i 86,1% [Eurostat 2011, GUS 2011, Renewables 2011]. Dendromasę pozyskuje się obecnie głównie z lasów, przemysłu drzewnego oraz z pielęgnacji zieleni miejskiej. Natomiast w przyszłości jednym ze znaczących źródeł podaży dendromasy mają być celowe polowe uprawy roślin wieloletnich, prowadzone w krótkich rotacjach zbioru. W Polsce produkcja biomasy rolniczej na cele energetyczne polegająca na uprawie roślin wieloletnich jest ciągle aktualnym problemem [Szczukowski i in. 2000, Faber, Kuś 2007, Kuś 2008, Chołuj, Podlaski 2008]. Zapotrzebowanie na tą biomasa będzie wzrastać, ponieważ udział biomasy pochodzącej spoza gospodarki leśnej czyli głównie z rolnictwa oraz przemysłu rolno-spożywczego w źródłach o mocy elektrycznej wyższej niż 5 MW, w których biomasa jest współspalana z innymi paliwami, powinien wynosić w 2012 r. nie mniej niż 55%. Ma on wzrastać

w kolejnych latach do 100% od 2015 r. W przypadku zaś układów hybrydowych oraz jednostek, które będą spalały wyłącznie biomasę w urządzeniach o mocy elektrycznej powyżej 20 MW, udział biomasy nieleśnej ma wynosić 20% w 2012 r. i ma on docelowo wzrosnąć do 60% od 2017 r. [*Rozporządzenie ministra gospodarki...* 2008, 2010]. Obecnie trwają prace nad nowym rozporządzeniem, w którym wymagane ilości biomasy nieleśnej mają zostać zmniejszone i w przypadku współspalnia mają wynosić maksymalnie 85%, a dla jednostek wykorzystujących wyłącznie biomasę lub układów hybrydowych górny pułap ma wynosić 50% [*Projekt rozporządzenia ministra gospodarki...*2012].

Jest to duże wyzwanie dla rolnictwa, tym bardziej że areal upraw roślin wieloletnich jest oceniany zaledwie na około 10 tys. ha [Gajewski 2010], a docelowo w 2020 roku powinien on wynosić około 500 tys. ha [Budzyński i in. 2009, Kuś, Faber 2009]. Jedną z barier rozwoju arealu upraw wieloletnich roślin energetycznych są wysokie koszty zakładania plantacji. Dlatego też celem pracy jest porównanie kosztów zakładania plantacji trzech gatunków szybko rosnących roślin drzewiastych w zależności od sposobu wzbogacenia gleby<sup>1</sup>.

## METODYKA BADAŃ

Podstawą prezentowanych badań było dwuczynnikowe, ściśle doświadczenie polowe założone w III dekadzie kwietnia 2010 roku w Stacji Dydaktyczno-Badawczej w Łęczanach, należącej do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Zlokalizowano je w obrębie gruntów miejscowości Samławki (53°59' N, 21°04' E) na glebie mało przydatnej do tradycyjnej produkcji rolniczej pod uprawy konsumpcyjne.

Pierwszym czynnikiem doświadczenia były trzy gatunki roślin: wierzba, topola i robinia akacjowa. Wszystkie gatunki były uprawiane w zagęszczeniu 11,11 tys. roślin/ha. Czynnikiem drugim był sposób wzbogacenia gleby (określony jako „nawożenie”), wykonany w celu potencjalnej intensyfikacji plonowania roślin. W ramach tego czynnika wyróżniono zastosowanie ligniny (L), szczepionki mikoryzowej (M), ligniny i mikoryzy (L+M) oraz obiekt kontrolny bez żadnego wzbogacania gleby (K). Ligninę jako pozostałość po produkcji wyrobów papierniczych, w ilości 13,3 Mg/ha zastosowano wiosną przed założeniem doświadczenia. Żywą grzybnię mikoryzową aplikowano ręcznie doglebowo w postaci płynnej zawiesiny pod każdą roślinę w I dekadzie września 2010 r. Zabieg ten był usługą i obejmował etap wykonania mikoryzacji oraz koszt zakupu szczepionek dla poszczególnych gatunków.

Przedplonem dla roślin wierzby, topoli i robinii było pszenżyto uprawiane w płodozmianie. Po zbiorze pszenżyta zastosowano oprysk Roundupem w ilości 5 dm<sup>3</sup>/ha. Następnie po około trzech tygodniach wykonano talerzowanie pola, a późną jesienią 2009 r. wykonano orkę zimową na głębokość 30 cm. Wiosną 2010 r. pole zabronowano, wytyczono znaki za pomocą głębosza i ręcznie wysadzono zrzesy wierzby i topoli oraz sadzonki robinii akacjowej. Następnie po wysadzeniu zrzesów wierzby i topoli zastosowano roztwór herbicydu doglebowego Guardian CompleteMix 664SE z wodą w stosunku 3,5:300 dm<sup>3</sup>/ha. Na obiekty z robinią nie stosowano oprysku herbicydem. W okresie wegetacji 2010 r. trzykrotnie wykonano pielęgnację mechaniczną roślin.

<sup>1</sup> Opisane badania były finansowane z budżetu zadania badawczego nr 4 pt. *Opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych* w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych pt.: *Zaawansowane technologie pozyskiwania energii realizowanego ze środków NCBiR i ENERGA S.A.*

Poniesione koszty bezpośrednie na założenie oraz prowadzenie plantacji badanych gatunków w pierwszym roku wegetacji przedstawiono w całości oraz podzielono na potencjalnie 20-letni okres ich użytkowania. Sposób obliczania kosztów bezpośrednich poniesionych na założenie oraz prowadzenie plantacji w pierwszym roku wegetacji wykonano na podstawie kosztów własnych, bez naliczania zysku usługodawcy. Wykorzystano zestawione tabelarycznie jednostkowe koszty eksploatacji sprzętu rolniczego [Muzalewski 2010]. Ponadto, wykorzystano dane literaturowe, informacje rynkowe oraz własne założenia w zakresie wydajności sprzętu rolniczego, zakupu i stosowania ligniny, wykonania mikoryzacji, cen materiału rozmnożeniowego oraz likwidacji plantacji po zakończeniu jej użytkowania.

Koszt pracy ludzkiej ustalono przy założeniu, że pełnozatrudniona osoba w rolnictwie pracuje 176 godzin w miesiącu (22 dni x 8 godzin dziennie), a średnie miesięczne wynagrodzenie w rolnictwie wynosi 3305,4 zł [GUS 2010]. W związku z powyższym koszt pracy ludzkiej ustalono na 18,78 zł za 1 godzinę.

## WYNIKI BADAŃ

Nakłady pracy i koszty bezpośrednie wykonania poszczególnych zabiegów agrotechnicznych wykonanych przy zakładaniu oraz prowadzeniu plantacji wierzby w pierwszym roku wegetacji w zależności od zastosowanej kombinacji przedstawiono w tabeli 1. W wariancie kontrolnym (K), w którym nie stosowano ligniny oraz mikoryzy całkowite koszty bezpośrednie wynosiły 4906,3 zł/ha, co w przeliczeniu na rok użytkowania plantacji stanowiło 245,3 zł/ha. Zastosowanie ligniny zwiększało koszty całkowite do 5915,8 zł/ha. Wykonanie mikoryzacji wpłynęło na dalszy wzrost kosztów całkowitych do 8906,3 zł/ha. Natomiast w obiekcie, w którym zastosowano wszystkie kombinacje razem, koszty całkowite założenia oraz prowadzenia plantacji wierzby wynosiły 9915,8 zł/ha, co w przeliczeniu na rok użytkowania plantacji stanowiło 495,8 zł/ha. W innych badaniach własnych koszty założenia plantacji wierzby krzewiastej wzrastały wraz ze wzrostem gęstości sadzenia zrzesów. Zawierały się one w przedziale od 3,5 tys. zł/ha przy zagęszczeniu 12 tys. zrzesów/ha do ponad 19 tys. zł/ha przy zagęszczeniu 96 tys. zrzesów/ha [Stolarski 2009].

W strukturze kosztów znaczący udział stanowiły koszty związane z zakupem sadzonek (33,97-16,81%), przy cenie zakupu 0,15 zł/zrzes (tab. 2.). Wykonanie mikoryzacji było bardzo droгим zabiegiem, ponieważ stanowiło prawie 45% kosztów całkowitych. Dostyc znaczącą pozycję w strukturze kosztów stanowiły również koszty związane z likwidacją plantacji. W obiekcie kontrolnym wynosiły one 22,4%, a przy zastosowaniu ligniny i mikoryzy były one prawie dwukrotnie niższe. Koszty założenia plantacji wierzby oraz udział sadzonek w ich strukturze mogą być bardzo zróżnicowane i zależą od zastosowanej gęstości sadzenia, ceny zrzesów lub żywokołów oraz zastosowanej agrotechniki [Stolarski i in. 2002, 2007, 2010, Melin, Larsson 2005, Grzybek, Gradziuk 2006, Kwaśniewski 2006, 2011, Sadowski i in. 2007, Matyka 2008].

Tabela 1. Nakłady pracy i koszty bezpośrednie założenia oraz prowadzenia plantacji wierzby w pierwszym roku wegetacji

Wyszczególnienie	Nakłady pracy			Koszty [zł/ha]			
	roboczo- godziny [rbh]	ciągniko- godziny [cnh]	maszyno- godziny [mh]	siła robocza	ciągnik	maszyna lub narzędzie	razem
Oprysk (Roundup)	0,3	0,2	0,2	5,6	21,1	20,6	47,3
Talerzowanie (2x)	1,5	1,3	1,3	28,2	137,3	16,1	181,5
Orka zimowa	1,7	1,5	1,5	31,9	158,4	48,6	238,9
Bronowanie (2x)	1,7	1,5	1,5	31,9	158,4	3,8	194,1
Koszt zakupu sadzonek	-	-	-	-	-	-	1666,7
Wytyczenie znaków do sadzenia	2,1	2,0	2,0	39,4	211,2	53,2	303,8
Sadzenie ręczne	22,2	-	-	417,3	-	-	417,3
Oprysk (Guardian CompleteMix)	0,3	0,2	0,2	5,6	21,1	20,6	47,3
Pielenie (3x)	6,4	6,0	6,0	120,2	209,5	33,8	363,4
Zakup Roundup	-	-	-	-	-	-	125,0
Zakup Guardian	-	-	-	-	-	-	126,0
Podatek rolny	-	-	-	-	-	-	95,0
Koszty likwidacji plantacji	-	-	-	-	-	-	1100,0
Razem kontrola (K)	36,2	12,7	12,7	680,2	916,8	196,6	4906,3
Na rok użytkowania plantacji 1/20 Σ	1,8	0,6	0,6	34,0	45,8	9,8	245,3
Zakup ligniny	-	-	-	-	-	-	665,0
Zastosowanie ligniny	3,0	2,0	2,0	56,3	69,8	218,3	344,5
Razem lignina (L)	39,2	14,7	14,7	736,6	986,7	414,9	5915,8
1/20 Σ	2,0	0,7	0,7	36,8	49,3	20,7	295,8
Wykonanie mikoryzacji	-	-	-	-	-	-	4000,0
Razem mikoryza (M)	36,2	12,7	12,7	680,2	916,8	196,6	8906,3
1/20 Σ	1,8	0,6	0,6	34,0	45,8	9,8	445,3
Razem lignina z mikoryzą (L+M)	39,2	14,7	14,7	736,6	986,7	414,9	9915,8
1/20 Σ	2,0	0,7	0,7	36,8	49,3	20,7	495,8

Źródło: badania własne.

Tabela 2. Struktura kosztów bezpośrednich założenia oraz prowadzenia plantacji wierzby w pierwszym roku wegetacji (%)

Wyszczególnienie	Sposób wzbogacenia gleby			
	K	L	M	L+M
Oprysk (Roundup)	0,96	0,80	0,53	0,48
Talerzowanie (2x)	3,70	3,07	2,04	1,83
Orka zimowa	4,87	4,04	2,68	2,41
Bronowanie (2x)	3,96	3,28	2,18	1,96
Koszt zakupu sadzonek	33,97	28,17	18,71	16,81
Wytyczenie znaków do sadzenia	6,19	5,14	3,41	3,06
Sadzenie ręczne	8,51	7,05	4,69	4,21
Oprysk (Guardian CompleteMix)	0,96	0,80	0,53	0,48
Pielenie (3x)	7,41	6,14	4,08	3,67
Zakup Roundup	2,55	2,11	1,40	1,26
Zakup Guardian	2,57	2,13	1,41	1,27
Podatek rolny	1,94	1,61	1,07	0,96
Koszty likwidacji plantacji	22,42	18,59	12,35	11,09
Razem kontrola (K)	100,00	-	-	-
Zakup ligniny	-	11,24	-	-
Zastosowanie ligniny	-	5,82	-	-
Razem lignina (L)	-	100,00	-	-
Wykonanie mikoryzacji	-	-	44,91	-
Razem mikoryza (M)	-	-	100,00	-
Zakup ligniny	-	-	-	6,71
Zastosowanie ligniny	-	-	-	3,47
Wykonanie mikoryzacji	-	-	-	40,34
Razem lignina z mikoryzą (L+M)	-	-	-	100,00

Źródło: badania własne.

Koszty bezpośrednie założenia oraz prowadzenia plantacji topoli w pierwszym roku wegetacji w wariantcie kontrolnym wynosiły łącznie 12 128,5 zł/ha, co w przeliczeniu na rok użytkowania plantacji stanowiło 606,4 zł/ha (tab. 3.). Podobnie jak w przypadku wierzby, zastosowanie ligniny, mikoryzy oraz łącznie tych zabiegów znacząco zwiększało koszty całkowite założenia plantacji topoli o odpowiednio: 8%, 33% i 41%.

Tabela 3. Nakłady pracy i koszty bezpośrednie założenia oraz prowadzenia plantacji topoli w pierwszym roku wegetacji

Wyszczególnienie	Nakłady pracy			Koszty [zł/ha]			razem
	roboczo- godziny [rbh]	ciągniko- godziny [cnh]	maszyno- godziny [mh]	siła robocza	ciągnik	maszyna lub narzędzie	
Oprysk (Roundup)	0,3	0,2	0,2	5,6	21,1	20,6	47,3
Talerzowanie (2x)	1,5	1,3	1,3	28,2	137,3	16,1	181,5
Orka zimowa	1,7	1,5	1,5	31,9	158,4	48,6	238,9
Bronowanie (2x)	1,7	1,5	1,5	31,9	158,4	3,8	194,1
Koszt zakupu sadzonek	-	-	-	-	-	-	8 888,8
Wytyczenie znaków do sadzenia	2,1	2,0	2,0	39,4	211,2	53,2	303,8
Sadzenie ręczne	22,2	-	-	417,3	-	-	417,3
Oprysk (Guardian CompleteMix)	0,3	0,2	0,2	5,6	21,1	20,6	47,3
Pielenie (3x)	6,4	6,0	6,0	120,2	209,5	33,8	363,4
Zakup Roundup	-	-	-	-	-	-	125,0
Zakup Guardian	-	-	-	-	-	-	126,0
Podatek rolny	-	-	-	-	-	-	95,0
Koszty likwidacji plantacji	-	-	-	-	-	-	1 100,0
Razem kontrola (K)	36,2	12,7	12,7	680,2	916,8	196,6	12 128,5
Na rok użytkowania plantacji 1/20 Σ	1,8	0,6	0,6	34,0	45,8	9,8	606,4
Zakup ligniny	-	-	-	-	-	-	665,0
Zastosowanie ligniny	3,0	2,0	2,0	56,3	69,8	218,3	344,5
Razem lignina (L)	39,2	14,7	14,7	736,6	986,7	414,9	13 137,9
1/20 Σ	2,0	0,7	0,7	36,8	49,3	20,7	656,9
Wykonanie mikoryzacji	-	-	-	-	-	-	4 000,0
Razem mikoryza (M)	36,2	12,7	12,7	680,2	916,8	196,6	16 128,5
1/20 Σ	1,8	0,6	0,6	34,0	45,8	9,8	806,4
Razem lignina z mikoryzą (L+M)	39,2	14,7	14,7	736,6	986,7	414,9	17 137,9
1/20 Σ	2,0	0,7	0,7	36,8	49,3	20,7	856,9

Źródło: badania własne.

W strukturze kosztów produkcji w obiekcie kontrolnym zdecydowanie dominowały koszty związane z zakupem sadzonek (73,29%), przy cenie zakupu 0,80 zł/zrzesz (tab. 4.). Ze względu na wysoką cenę materiału sadzeniowego nawet w obiekcie, w którym zastosowano wszystkie kombinacje razem, stanowiły one prawie 52%. Pomimo że wykonanie mikoryzacji było drogim zabiegiem, to w tym wariancie stanowiło 23,34% kosztów całkowitych. Koszty związane z likwidacją plantacji zawierały się w przedziale 6,42-9,07%.

Tabela 4. Struktura kosztów bezpośrednich założenia oraz prowadzenia plantacji topoli w pierwszym roku wegetacji (%)

Wyszczególnienie	Sposób wzbogacenia gleby			
	K	L	M	L+M
Oprysk (Roundup)	0,39	0,36	0,29	0,28
Talerzowanie (2x)	1,50	1,38	1,13	1,06
Orka zimowa	1,97	1,82	1,48	1,39
Bronowanie (2x)	1,60	1,48	1,20	1,13
Koszt zakupu sadzonek	73,29	67,66	55,11	51,87
Wytyczenie znaków do sadzenia	2,50	2,31	1,88	1,77
Sadzenie ręczne	3,44	3,18	2,59	2,44
Oprysk (Guardian CompleteMix)	0,39	0,36	0,29	0,28
Pielenie (3x)	3,00	2,77	2,25	2,12
Zakup Roundup	1,03	0,95	0,78	0,73
Zakup Guardian	1,04	0,96	0,78	0,74
Podatek rolny	0,78	0,72	0,59	0,55
Koszty likwidacji plantacji	9,07	8,37	6,82	6,42
Razem kontrola (K)	100,00	-	-	-
Zakup ligniny	-	5,06	-	-
Zastosowanie ligniny	-	2,62	-	-
Razem lignina (L)	-	100,00	-	-
Wykonanie mikoryzacji	-	-	24,80	-
Razem mikoryza (M)	-	-	100,00	-
Zakup ligniny	-	-	-	3,88
Zastosowanie ligniny	-	-	-	2,01
Wykonanie mikoryzacji	-	-	-	23,34
Razem lignina z mikoryzą (L+M)	-	-	-	100,00

Źródło: badania własne.

Podobnie jak w przypadku wierzby, koszty zakładania plantacji topoli w celu produkcji biomasy zależą głównie od zastosowanej wyjściowej obsady zrzesów na 1 ha oraz od ich ceny. W innych badaniach wykazano, że całkowite koszty bezpośrednie założenia plantacji topoli po kosztach własnych przy obsadzie 5,6 tys. zrzesów/ha wynosiły około 6,3 tys. zł [Stolarski 2012]. Koszt zakupu zrzesów stanowił 70,5% całkowitych kosztów bezpośrednich. Wykazano ponadto, że przy obsadzie 2 tys. zrzesów/ha całkowite koszty założenia plantacji topoli wynosiły 3,3 tys. zł, wzrost gęstości sadzenia do 10 i 20 tys. zrzesów/ha powodował wzrost kosztów całkowitych założenia plantacji do odpowiednio 10,0 i 18,4 tys. zł/ha. Stwierdzono również, że przy obniżeniu ceny materiału sadzeniowego o 50% całkowite koszty byłyby niższe odpowiednio o 24%, 40% i 43%.

Koszty bezpośrednie założenia oraz prowadzenia plantacji robinii akacjowej były zbliżone do kosztów w produkcji topoli. Zawierały się one w przedziale od 12 373,4 zł/ha w obiekcie kontrolnym do 17382,9 zł/ha dla wszystkich kombinacji łącznie (tab. 5.). Koszt zakupu zielnych sadzonek robinii akacjowej wynosił 0,75 zł za sztukę, dlatego też w strukturze kosztów stanowiły one od prawie 48% do ponad 67% (tab. 6.). W porównaniu do innych gatunków duży udział w strukturze kosztów całkowitych stanowiły koszty związane z ręcznym sadzeniem (8-11,2%). Były one około dwu-, trzykrotnie wyższe niż w przypadku topoli i wierzby, ponieważ wysadzenie zrzesów topoli i wierzby zajmowało około 22,2 godziny, a sadzonek robinii akacjowej ponad 74 godziny.

Tabela 5. Nakłady pracy i koszty bezpośrednie założenia oraz prowadzenia plantacji robinii akacjowej w pierwszym roku wegetacji

Wyszczególnienie	Nakłady pracy				Koszty [zł/ha]		
	roboczo- godziny [rbh]	ciągniko- godziny [cnh]	maszyno- godziny [mh]	siła robocza	ciągnik	maszyna lub narzędzie	razem
Oprysk (Roundup)	0,3	0,2	0,2	5,6	21,1	20,6	47,3
Talerzowanie (2x)	1,5	1,3	1,3	28,2	137,3	16,1	181,5
Orka zimowa	1,7	1,5	1,5	31,9	158,4	48,6	238,9
Bronowanie (2x)	1,7	1,5	1,5	31,9	158,4	3,8	194,1
Koszt zakupu sadzonek	-	-	-	-	-	-	8333,3
Wytyczenie znaków do sadzenia	2,1	2,0	2,0	39,4	211,2	53,2	303,8
Sadzenie ręczne	74,1	-	-	1391,1	-	-	1391,1
Pielenie (3x)	6,4	6,0	6,0	120,2	209,5	33,8	363,4
Zakup Roundup	-	-	-	-	-	-	125,0
Podatek rolny	-	-	-	-	-	-	95,0
Koszty likwidacji plantacji	-	-	-	-	-	-	1100,0
Razem kontrola (K)	87,8	12,5	12,5	1648,4	895,7	176,0	12373,4
Na rok użytkowania plantacji 1/20 Σ	4,4	0,6	0,6	82,4	44,8	8,8	618,7
Zakup ligniny	-	-	-	-	-	-	665,0
Zastosowanie ligniny	3,0	2,0	2,0	56,3	69,8	218,3	344,5
Razem lignina (L)	90,8	14,5	14,5	1704,7	965,6	394,3	13382,9
1/20 Σ	4,5	0,7	0,7	85,2	48,3	19,7	669,1
Wykonanie mikoryzacji	-	-	-	-	-	-	4000,0
Razem mikoryza (M)	87,8	12,5	12,5	1648,4	895,7	176,0	16373,4
1/20 Σ	4,4	0,6	0,6	82,4	44,8	8,8	818,7
Razem lignina i mikoryza (L+M)	90,8	14,5	14,5	1704,7	965,6	394,3	17382,9
1/20 Σ	4,5	0,7	0,7	85,2	48,3	19,7	869,1

Źródło: badania własne.



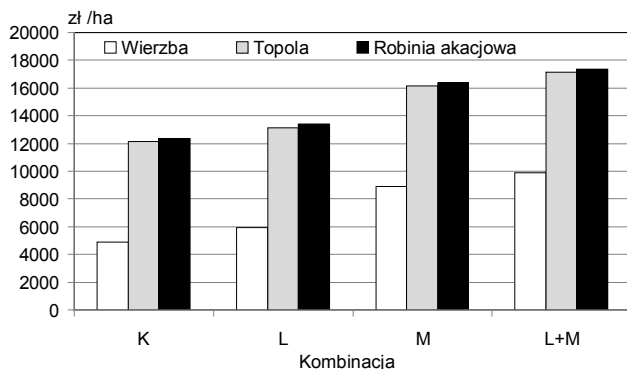
Tabela 6. Struktura kosztów bezpośrednich założenia oraz prowadzenia plantacji robinii akacyjowej w pierwszym roku wegetacji (%)

Wyszczególnienie	Sposób wzbogacenia gleby			
	K	L	M	L+M
Oprysk (Roundup)	0,38	0,35	0,29	0,27
Talerzowanie (2x)	1,47	1,36	1,11	1,04
Orka zimowa	1,93	1,78	1,46	1,37
Bronowanie (2x)	1,57	1,45	1,19	1,12
Koszt zakupu sadzonek	67,35	62,27	50,90	47,94
Wytyczenie znaków do sadzenia	2,46	2,27	1,86	1,75
Sadzenie ręczne	11,24	10,39	8,50	8,00
Pielenie (3x)	2,94	2,72	2,22	2,09
Zakup Roundup	1,01	0,93	0,76	0,72
Podatek rolny	0,77	0,71	0,58	0,55
Koszty likwidacji plantacji	8,89	8,22	6,72	6,33
Razem kontrola (K)	100,00	-	-	-
Zakup ligniny	-	4,97	-	-
Zastosowanie ligniny	-	2,57	-	-
Razem lignina (L)	-	100,00	-	-
Wykonanie mikoryzacji	-	-	24,43	-
Razem mikoryza (M)	-	-	100,00	-
Zakup ligniny	-	-	-	3,83
Zastosowanie ligniny	-	-	-	1,98
Wykonanie mikoryzacji	-	-	-	23,01
Razem lignina i mikoryza (L+M)	-	-	-	100,00

Źródło: badania własne.

W innych badaniach wyliczono, że całkowite koszty bezpośrednie założenia plantacji robinii przy obsadzie 22 tys. roślin/ha wynosiły około 20 756 tys. zł/ha, a koszty zakupu sadzonek stanowiły 79,5%. Natomiast przy niższej obsadzie około 13,0 i 6,6 tys. roślin/ha, całkowite koszty wynosiły odpowiednio około 12,8 tys. i 7,3 tys. zł/ha. Obniżenia tych kosztów upatruje się głównie w obniżeniu ceny sadzonek oraz w zmechanizowaniu procesu sadzenia roślin, gdyż obecnie robinia jest wysadzana z sadzonek zielnych podobnie jak przy sadzeniu lasu [Stolarski 2012].

Porównanie całkowitych kosztów bezpośrednich założenia oraz prowadzenia plantacji badanych gatunków w pierwszym roku wegetacji przedstawiono na rysunku 1. Zdecydowanie najtaniej można założyć połowę plantację wierzby. Koszty założenia plantacji topoli czy robinii akacyjowej, przy tej samej obsadzie roślin na 1 ha, były od około 1,7 do ponad 2,5 raza wyższe. Wynika to głównie z ceny materiału sadzeniowego. Sadzonki topoli i robinii są zdecydowanie droższe niż wierzby. W związku z tym obniżenia kosztów zakładania plantacji tych gatunków należy upatrywać w obniżeniu ceny za 1 sadzonkę. Prawdopodobnie nastąpi to wraz ze wzrostem powierzchni uprawy topoli czy robinii i zwiększeniem podaży materiału rozmnożeniowego, tak jak miało to miejsce w przypadku wierzby.



Rysunek 1. Całkowite koszty bezpośrednie założenia oraz prowadzenia plantacji badanych gatunków w zależności od zastosowanej kombinacji  
Źródło: badania własne.

W przeliczeniu na rok użytkowania plantacji koszty zakładania plantacji nie były wysokie i wynosiły od 245,3 zł/ha/rok dla wierzby uprawianej w obiekcie kontrolnym do 869,1 zł/ha/rok dla robinii akacjowej w kombinacji z ligniną i mikoryzą. Jednakże mankamentem jest to, że koszty te obciążają inwestora jednorazowo przy założeniu plantacji. Tak więc środki poniesione na założenie plantacji są niejako zamrożone i obniżają płynność finansową danego gospodarstwa, co jest jedną z poważnych przyczyn braku zainteresowania rolników zakładaniem tego rodzaju upraw. Trzeba jednakże zaznaczyć, że należy kontynuować badania w celu kompleksowej oceny efektywności ekonomicznej produkcji dendromasy w krótkich rotacjach zbioru na gruntach rolniczych mało przydatnych pod uprawy konsumpcyjne. Ponadto, wyniki należy weryfikować w kolejnych rotacjach zbioru, o różnej długości ich trwania. Jest to bardzo istotne, ponieważ w dalszej kolejności będzie to bezpośrednio wpływać na efektywność produkcji i wykorzystania dendromasy w energetyce czy przemyśle.

## WNIOSKI

Koszty założenia oraz prowadzenia plantacji szybko rosnących roślin drzewiastych były bardzo zróżnicowane i wynosiły od 4906,3 zł/ha dla wierzby w kombinacji kontrolnej do 17382,9 zł/ha dla robinii akacjowej w kombinacji, w której zastosowano ligninę oraz mikoryzę.

Najniższe koszty ponoszono w przypadku wierzby, dla topoli i robinii były one nawet 2,5 raza wyższe, wynikało to głównie z ceny materiału rozmnożeniowego, a w przypadku robinii również z czasu pracy przeznaczanego na sadzenie.

W strukturze kosztów założenia oraz prowadzenia plantacji wierzby, topoli i robinii, w kombinacjach kontrolnych zdecydowanie dominowały koszty związane z zakupem sadzonek, odpowiednio: 33,97%; 73,29% i 67,35%.

Zastosowanie ligniny i mikoryzy istotnie podnosiło koszty założenia plantacji wszystkich badanych gatunków. Wykonanie mikoryzacji w przypadku wierzby było bardzo drogim zabiegiem, ponieważ stanowiło prawie 44,91% kosztów całkowitych, w produkcji topoli zabieg ten stanowił prawie 24,80%, a w produkcji robinii akacjowej 24,43%.

## 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, Wydawnictwo „Wieś Jutra”, s. 61-76.
- Eurostat. 2011: *Energy, transport and environment indicators*, Pocketbooks.
- Faber A., Kuś J. 2007: *Rośliny energetyczne dla różnych siedlisk*, „Wieś Jutra”, nr 8-9, s. 11-12.
- Gajewski R. 2010. *Potencjał rynkowy produkcji BIOB z przeznaczeniem na cele energetyczne*, [w:] *Nowoczesne technologie pozyskiwania i energetycznego wykorzystania biomasy*, (red.) P. Bocian, T. Golec, J. Rakowski, Wyd. Instytut Energetyki Warszawa, s. 414-418.
- Grzybek A., Gradziuk P. 2006: *Prospects for solid biomass use in energy production in Poland and its technical and economic properties*, Wydawnictwo „Wieś Jutra”, Warszawa.
- GUS. 2010: *Biuletyn statystyczny*, Warszawa, Rok LIV, 10 (636).
- GUS. 2011: *Energia ze źródeł odnawialnych w 2010 roku. Informacje i opracowania statystyczne*, Warszawa.
- Kuś J., Faber A. 2009: *Produkcja roślinna na cele energetyczne a racjonalne wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski*, I Kongres Nauk Rolniczych. Przyszłość sektora rolno-spożywczego i obszarów wiejskich, Puławy, s. 63-75.
- Kuś J. 2008: *Produkcyjność roślin energetycznych w różnych siedliskach*, w: *Energia odnawialna*, (red.) P. Gradziuk, Wydawnictwo „Wieś Jutra”, s. 48-60.
- Kwaśniewski D. 2006: *Analiza kosztów produkcji wierzby energetycznej w pierwszym roku uprawy*, „Acta Agrophys.”, nr 8(4), s. 871-880.
- Kwaśniewski D. 2011: *Koszty i opłacalność produkcji biomasy z trzyletniej wierzby energetycznej*, „Inżynieria Rolnicza”, nr 1, s. 145-154.
- Matyka M. 2008: *Opłacalność i konkurencyjność produkcji wybranych roślin energetycznych*, „Studia i Raporty IUNG-PIB”, nr 11, s. 113-123.
- Melin G., Larsson S. 2005: *Agrobränsle AB – world leading company on short rotation coppice willow*, 14<sup>th</sup> European Biomass Conference, 17-21 October 2005, Paris, France, s. 36-37.
- Muzalewski A. 2010: *Koszty eksploatacji maszyn*, ITP Falenty-Warszawa
- Renewables. 2011: *Renewables 2011 global status report*, [http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21\\_GSR2011.pdf](http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf), odczyt (27.07.2012).
- Rozporządzenie ministra gospodarki z 14 sierpnia 2008 roku 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 potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii (Dz.U. nr 156, poz. 969).
- Rozporządzenie ministra gospodarki z dnia 23 lutego 2010 r. zmieniające rozporządzenie 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 potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii (Dz.U. z dnia 8 marca 2010 r.).
- Projekt rozporządzenia ministra gospodarki z dnia 16 maja 2012 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 potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii, wersja nr 3.5.
- Sadowski A., Jankowiak J., Bienkowski J. 2007: *Ekonomiczna efektywność uprawy wierzby*, „Fragm. Agron.”, nr 4(96), s. 153-159.
- Stolarski M. 2009: *Agrotechniczne i ekonomiczne aspekty produkcji biomasy wierzby krzewiastej (Salix spp.) jako surowca energetycznego*, Rozprawy i Monografie, UWM Olsztyn, nr 148, s. 1-145.
- Stolarski M. 2012: *Drzewa i krzewy, topola, robinia akacjowa*, w: *Wieloletnie rośliny energetyczne, technologie energii odnawialnej*, (red.) S. Szczukowski, J. Tworkowski, M. Stolarski, J. Kwiatkowski, M. Krzyżaniak, W. Lajszner, Ł. Graban, MULTICO Oficyna Wydawnicza, s. 38-77.

- Stolarski M., Kisiel R., Szczukowski S., Tworkowski J. 2002: *Oplacalność produkcji wierzb krzewiastych na gruntach rolniczych w krótkich rotacjach i przy różnym zagęszczeniu roślin*, „Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G”, t. 89, z. 2, s. 96-105.
- Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J. 2010: *Ekonomiczne aspekty produkcji biomasy wierzb w systemie Eko-Salix*, „Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G”, t. 97, z. 1, s. 82-89.
- 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.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M. 2000: *Biomasa krzewiastych wierzb (Salix spp.) pozyskiwana na gruntach ornych odnawialnym źródłem energii*. „Pamiętnik Puławski”, nr 120, s. 421-428.

*Mariusz J. Stolarski, Stefan Szczukowski, Józef Tworkowski, Michał Krzyżaniak*

## ESTABLISHMENT COSTS OF SHORT ROTATION WOODY CROPS PLANTATIONS

### Summary

This paper specifies the costs of establishing plantations for willow, poplar, and black locust in relation to a variety of soil enrichment programmes. The exact bifactor field experiment conducted at the Didactic and Research Station in Łęzany, affiliated to the University of Warmia and Mazury in Olsztyn, has served the basis for the research output elaborated upon in this paper. The establishment and operational costs of a willow plantation ranged from the amount of PLN 4906.3/ha for a test combination up to the amount of PLN 9915.8/ha for the combination, to which lignin and micorysis were applied. Micorysis was a very costly operation since it accounted for almost 45% of the overall costs. The costs of establishing a poplar plantation amounted to PLN 12128.5/ha, and the application of lignin and micorysis, including a mixture of both procedures, caused the total costs to rise substantially by 8%, 33%, and 41%, respectively. The composition of production costs for the test combination included the acquisition costs of seedlings, which was the major cost line (73.29%), and the cost of micorysis that accounted for 24.8% of the overall costs. The direct establishment and operational costs of black locust plantation approximated to the costs incurred on the poplar plantation. In the case of this plant species, the cost of manual planting was the major cost line as it was approximately 2-, 3-fold higher than in the case of the willow and poplar.

Adres do korespondencji:

dr hab. inż. Mariusz Stolarski, prof. UWM, prof. dr hab. Stefan Szczukowski,  
prof. dr hab. Józef Tworkowski, dr inż. Michał Krzyżaniak  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa  
Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa  
Pl. Łódzki 3  
10-724 Olsztyn  
tel. (89) 523 48 38  
e-mail: [mariusz.stolarski@uwm.edu.pl](mailto:mariusz.stolarski@uwm.edu.pl)