

EFEKTYWNOŚĆ MECHANIZACJI UPRAWY NA PLANTACJACH WIERZBY ENERGETYCZNEJ

Dariusz Kwaśniewski

Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie: W opracowaniu dokonano oceny efektywności uprawy na plantacjach wierzby energetycznej. Efektywność mechanizacji określono dla pierwszego roku uprawy wierzby z przeznaczeniem na sadzonki. Badania przeprowadzono na 27 plantacjach położonych na terenie Polski południowej. Największą efektywnością mechanizacji charakteryzowały się plantacje z grupy od 1,1 do 5 ha ($721,3 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ suchej biomasy). Z kolei najniższą odnotowano dla plantacji do 1ha, gdzie wskaźnik efektywności wynosił $1283,4 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$.

Słowa kluczowe: wierzba energetyczna, nakłady pracy, koszty, efektywność

Wprowadzenie

Większość kosztów założenia plantacji energetycznej wierzb krzewiastych związana jest z przygotowaniem stanowiska i z sadzeniem zrzesów w pierwszym roku prowadzenia plantacji. W porównaniu do innych rolniczych roślin uprawnych, zwrot kosztów inwestycji w uprawie wierzb krzewiastych nie jest możliwy po pierwszym roku wegetacji [Szczukowski i in. 2004].

Według literatury [Izdebski, Skudlarski 2004; Dubas i in. 2004; Dubas, Tomczyk 2005; Szczukowski 2004] oraz źródeł internetowych, koszt założenia jednohektarowej plantacji wierzby energetycznej na gruntach rolniczych waha się od ponad 5 do 10 tys. zł. Tak znaczące rozbieżności powstają w wyniku różnicy w obsadzie liczby roślin na ha, różnej ceny zakupu sadzonek, stopnia zachwaszczenia stanowiska, innej jakości gleb oraz innymi mniej znaczącymi czynnikami. W kosztach założenia plantacji z pewnością znaczącą rolę odgrywają koszty mechanizacji.

Gleba pod uprawę wierzby energetycznej powinna być dobrze przygotowana do sadzenia, tak jak pod inne uprawy rolnicze i bardzo dobrze odchwaszczona, aby w pierwszych latach uprawy roślinom zapewnić prawidłowy wzrost i rozwój. Mechanizacja samego procesu przygotowania pola pod uprawę nie sprawia problemu. W literaturze można spotkać opracowane technologie uprawy, np. [Szczukowski i in. 2004; Dubas i in. 2004; Dubas, Tomczyk 2005]. Ale efektywność mechanizacji uprawy wierzby energetycznej w polskich warunkach obniża, w znacznym stopniu, brak rozwiązań technicznych związanych z samym procesem zbioru wierzby. Zwłaszcza dotyczy to sposobu zbioru po trzecim roku uprawy z przeznaczeniem biomasy do celów energetycznych.

Cel, zakres i metodyka badań

Celem pracy było określenie i ocena efektywności mechanizacji uprawy wierzby energetycznej, na przykładzie wybranych plantacji Polski południowej. Ocena ta dotyczyła I roku uprawy, kiedy zbierane pędy są najczęściej przeznaczone na sadzonki wierzbowe. Badania przeprowadzono na 27 wybranych plantacjach wierzby energetycznej, położonych na terenie województwa małopolskiego, świętokrzyskiego i podkarpackiego. Przed przystąpieniem do badań eksploatacyjnych (z właścicielem plantacji) ustalono zabiegi agrotechniczne wchodzące w proces produkcji. Zabiegi te następnie uwzględniono (umieszczono) w karcie technologicznej. Takie metodyczno-organizacyjne ujęcie problemu pozwoliło na określenie nakładów pracy na poszczególne zabiegi. W badanych obiektach określono także wykorzystanie roczne ciągników i maszyn, które było niezbędne do obliczenia jednostkowych kosztów eksploatacji maszyn. Do kosztów tych zaliczono koszty stałe (amortyzacja, oprocentowanie kapitału, ubezpieczenie, przechowywanie maszyn) i koszty zmienne (paliwo i smary, obsługa techniczna i naprawy, robocizna).

Koszty eksploatacji maszyn dla analizowanych technologii uprawy obliczono według metodyki stosowanej w Katedrze Inżynierii Rolniczej i Informatyki UR w Krakowie [Michalek i in. 1998]. Do obliczeń przyjęto następujące założenia: ceny ciągników i maszyn przyjęto z 2006 roku [Katalog-cennik 2006], cena oleju napędowego $3,4 \text{ zł} \cdot \text{l}^{-1}$, koszty robocizny $8 \text{ zł} \cdot \text{rbh}^{-1}$.

Określenie produktywności wierzby energetycznej dotyczy często informacji o plonie świeżej masy. Jest to kategoria dość łatwa do określenia, jednak prawie zupełnie nieprzydatna. Wynika to przede wszystkim z tego, że pojęcie „świeżej masy” oznacza zupełnie co innego w różnych okresach wegetacji roślin lub w okresie spoczynku wegetacyjnego. Wynika to z wilgotności lub odwrotnie z różnej zawartości suchej masy. Właściwą kategorią do oceny plonu wierzby jest zawartość suchej masy [Dubas i in. 2004].

Biorąc powyższe pod uwagę, w niniejszej pracy, posłużono się plonem świeżej biomasy (ustalonym na podstawie badań), ale także suchej masy wierzby energetycznej zebranej po pierwszym roku uprawy, jako kategorii właściwszej do oceny plonowania.

Efektywność mechanizacji określono wskaźnikami wyrażonymi w $\text{zł} \cdot \text{t}^{-1}$ suchej masy wierzby po I roku uprawy i w $\text{zł} \cdot \text{GJ}^{-1}$. Na podstawie literatury przedmiotu [Szczukowski i in. 2004; Dubas i in. 2004] założono, że zawartość wody w pędach wierzbowych w momencie zbioru wynosiła średnio około 50%. Wartość opałową w momencie zbioru wierzby, przyjęto jako $8,8 \text{ GJ} \cdot \text{t}^{-1}$ [Szczukowski i in. 2004].

Wyniki badań

Badane plantacje wierzby energetycznej podzielono na trzy grupy.

Grupa I (9 plantacji) - powierzchnia uprawy wierzby nie przekraczała 1 ha; 6 obiektów należało do gospodarstw rolniczych. Gospodarstwa te znajdowały się w miejscowościach:

Hebdów, Olszanica, Pawłokoma (powierzchnia uprawy wierzby po 0,3 ha), Sokołowice (0,5 ha), Gromnik (0,54 ha) i Dołęga (1 ha). Jedna plantacja należała do Wydziału Agrotechnologii UR w Krakowie (0,36 ha), jedna w miejscowości Inwałd (0,4 ha) to teren prywatny przydomowy, a jedna należała do szkółki drzew i krzewów w Miechowie (0,72 ha).

Grupa II (8 plantacji) - powierzchnia mieściła się w przedziale od 1,1 do 5 ha, 4 obiekty należały do gospodarstw rolniczych położonych w miejscowościach: Muchówka (powierzchnia uprawy wierzby 1,2 ha), Wola Bokrzycka (1,5 ha), Wietrzychowice (2,48 ha) i Zabierzów Bocheński (3,5 ha). Jedna plantacja w miejscowości Brzezcie (4 ha) należała do firmy prywatnej, a pozostałe do Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Nowej Dębie (PGKiM) (miejscowości: Cygany (powierzchnia 2,7 i 4,5 ha) i Dęba (5 ha)).

Grupa III (10 plantacji) - powierzchnia przekraczała 5 ha. W grupie tej właścicielem trzech plantacji było Przedsiębiorstwo Usługowo-Produkcyjne SALEKO - dwie z nich (12 i 35 ha) położone były w miejscowości Chotelek - gmina Busko-Zdrój, a jedna w Morawicy (23 ha). Kolejne cztery plantacje należały do Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Nowej Dębie (PGKiM) (miejscowości: Chmielów (5,68 ha), Jadachy (9,9 ha), Tarnowska Wola (10,5 i 13,85 ha)). Pozostałe dwie plantacje, w Branicach (7 ha) i Szczurowej (8 ha) należały do firm prywatnych, a jedna (5,19 ha) do gospodarstwa rolniczego w miejscowości Wał Ruda.

Głównym celem zakładania plantacji wierzbowych w grupie I było samozaopatrzenie w opał (3 obiekty na 9) oraz sprzedaż sadzonek po pierwszym roku uprawy (6 obiektów). W jednym przypadku (Wydział Agrotechnologii) plantacja wierzby energetycznej była prowadzona jako uprawa doświadczalna.

W grupie II właściciele zakładali plantacje wierzbowe w celu sprzedaży uzyskanej biomasy do konkretnej ciepłowni (4 obiekty na 8). Natomiast w czterech przypadkach plantacja wierzby była prowadzona w celu sprzedaży biomasy.

W grupie III większość plantacji była uprawiana w celu zaopatrzenia ciepłowni. W trzech przypadkach z biomasy będą w przyszłości produkowane brykiety i pelety, a w dwóch przypadkach plantacja była nastawiona na sprzedaż biomasy.

Wśród badanych plantacji (grupa I) w większości przypadków (5 obiektów na 9) wierzba była uprawiana na gruntach wcześniej niewykorzystywanych rolniczo (nieużytki). Na plantacji w miejscowości Sokołowice przedplonem był jęczmień.

W grupie II wszystkie plantacje wierzby zostały założone na nieużytkach z wyjątkiem jednej - w miejscowości Wola Bokrzycka, gdzie przedplonem było żyto.

Pod plantacje wierzby energetycznej powinno się przeznaczyć grunty III, IV i V klasy bonitacji [Szczukowski i in. 2004]. Badane plantacje były właśnie zakładane na takich gruntach, przy czym dominowały grunty słabsze klas IV i V. Wsadzano różnorodne klony wierzby, które były oznaczone numerami: 1019, 1033, 1034, 1051, 1052, 1054 i 1059.

Nakłady pracy w I roku uprawy wierzby energetycznej (z podziałem na czynności wykonywane ręcznie i z wykorzystaniem maszyn) pokazano w tabeli 1.

Tabela 1. Nakłady pracy w I roku uprawy wierzby energetycznej
 Table 1. Expenditure of labour in the first year of energetic willow cultivation

Grupa	Parametr	Powierzchnia wierzby	I rok uprawy [rbh·ha ⁻¹]		
			Nakłady razem	Prace ręczne	Prace maszynowe
Grupa I	średnia	0,49	375,4	303,8	71,6
	odchylenie standardowe	0,24	220,6	163,5	67,4
Grupa II	średnia	3,11	358,3	273,9	84,4
	odchylenie standardowe	1,38	174,5	157,7	35,3
Grupa III	średnia	13,01	303,1	228,3	74,8
	odchylenie standardowe	9,29	93,3	76,5	34,5
Ogółem	średnia	5,90	343,6	267,0	76,6
	odchylenie standardowe	7,90	165,0	134,2	46,6

Należy podkreślić, że nakłady pracy były wysokie i średnio, dla 27 badanych plantacji, wynosiły 343,6 rbh·ha⁻¹ (aż 267 rbh·ha⁻¹ to nakłady pracy związane z czynnościami wykonywanymi ręcznie). Najwyższą pracochłonność, bo 375,4 rbh·ha⁻¹, odnotowano dla grupy I, natomiast najniższą charakteryzowały się plantacje z grupy III (303,1 rbh·ha⁻¹). W grupie I większość czynności wykonywano ręcznie, a zwłaszcza sadzenie, pielnie oraz zbiór po I roku uprawy, z wykorzystaniem sekatorów i nożyc tnących. Na plantacjach większych obszarowo (grupa II, a szczególnie grupa III) zbiór wykonywano za pomocą kosiarek listwowych ze skróconą listwą tnącą oraz kos mechanicznych z tarczą. Pracochłonność takiego sposobu zbioru była duża, ponieważ po ścięciu (ręcznie - jak w grupie I) formowano wiązki i wiązano ścięte pędy. Po za tym, czynności ręczne to: sadzenie, pielnie, opryskiwanie części plantacji przeciwko chwastom oraz ochrona przed zwierzyną leśną (dziki, sarny) z wykorzystaniem np. środka *STOP Z* (plantacje z grupy III).

Koszty mechanizacji dla I roku uprawy wierzby energetycznej, z podziałem na: koszty stałe, koszty zmienne (z wyszczególnieniem kosztów pracy) oraz koszty pobieranych usług mechanizacyjnych przedstawiono w tabeli 2. Koszty te wynosiły średnio 3471,0 zł·ha⁻¹.

Poziom kosztów stałych w poszczególnych grupach plantacji był zdecydowanie niższy, niż poziom kosztów zmiennych. Najwyższe koszty stałe były charakterystyczne dla grupy I, gdzie wynosiły 875,4 zł·ha⁻¹, a najniższe odnotowano w grupie III (391,1 zł·ha⁻¹). Natomiast koszty zmienne to odpowiednio 2665,7 zł·ha⁻¹ i 1662,7 zł·ha⁻¹. W grupie III, gdzie plantacje wierzby miały największe powierzchnie (średnio 13,01 ha) uzyskiwano większe wydajności pracy z wykorzystaniem maszyn i narzędzi. Większe wydajności pracy, to mniejsze koszty zużycia paliwa i smarów, co w konsekwencji wpłynęło na zmniejszenie kosztów zmiennych.

Najmniejszy plon świeżej biomasy po I roku uprawy był charakterystyczny dla plantacji najmniejszych z grupy I. Wynosił on średnio 6,8 t·ha⁻¹ świeżej biomasy (3,4 t·ha⁻¹ suchej biomasy). Natomiast największą produktywność odnotowano na plantacjach z grupy

Efektywność mechanizacji uprawy...

II. Zbierano tutaj średnio $9,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ świeżej wierzby energetycznej. Plon świeżej biomasy dla wszystkich plantacji ogółem to $7,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 2. Koszty mechanizacji w I roku uprawy wierzby energetycznej
Table 2. Costs of mechanization in the first year of energetic willow cultivation

Grupa	Parametr	Powierzchnia uprawy wierzby	Koszty mechanizacji [$\text{zł}\cdot\text{ha}^{-1}$]				
			Koszty stałe	Koszty zmienne		Koszty pobieranych usług	Koszty razem
				razem	w tym praca		
Grupa I	średnia	0,49	875,4	2665,7	1276,5	424,7	3965,8
	odchylenie standardowe	0,24	674,1	1889,1	766,0	474,9	2303,5
Grupa II	średnia	3,11	492,8	1737,7	680,4	1051,4	3281,9
	odchylenie standardowe	1,38	312,1	996,9	389,9	717,0	1574,5
Grupa III	średnia	13,01	391,1	1662,7	620,8	1123,1	3176,9
	odchylenie standardowe	9,29	270,9	838,5	323,2	1144,9	776,4
Ogółem	średnia	5,90	582,7	2019,2	857,0	869,1	3471,0
	odchylenie standardowe	7,90	487,5	1351,7	591,3	874,6	1624,1

Efektywność mechanizacji uprawy na badanych plantacjach wierzby (tabela 3) wynosiła $978,9 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ suchej masy, a w przeliczeniu na wartość energetyczną to $111,2 \text{ zł}\cdot\text{GJ}^{-1}$. Plon wierzby, w I roku uprawy, był niski (jednak porównywalny z danymi spotykanymi w literaturze przedmiotu). Miało to znaczny wpływ na uzyskane wyniki dotyczące efektywności mechanizacji.

Tabela 3. Efektywność mechanizacji na badanych plantacjach
Table 3. Effectiveness of mechanization on the investigated plantations

Grupa	Parametr	Efektywność mechanizacji	
		[$\text{zł}\cdot\text{t}^{-1}$]	[$\text{zł}\cdot\text{GJ}^{-1}$]
Grupa I	średnia	1283,4	145,8
	odchylenie standardowe	890,7	101,2
Grupa II	średnia	721,3	82,0
	odchylenie standardowe	341,8	38,8
Grupa III	średnia	911,0	103,5
	odchylenie standardowe	314,0	35,7
Ogółem	średnia	978,9	111,2
	odchylenie standardowe	603,3	68,6

Wnioski

1. Uprawa wierzby energetycznej, zwłaszcza w I roku, wymaga dużych nakładów pracy (zwłaszcza przy ręcznym sadzeniu wierzby). Ogółem nakłady te wynosiły aż 343,6 rbh·ha⁻¹. Wśród badanych plantacji, największe nakłady prac wykonywanych ręcznie poniesiono w grupie I, aż 303,8 rbh·ha⁻¹. Natomiast nakłady związane z pracami zmechanizowanymi w tej grupie były najmniejsze (71,6 rbh·ha⁻¹).
2. Koszty mechanizacji uprawy wierzby dla I roku wynosiły ogółem 3471,0 zł·ha⁻¹. Koszty stałe to 582,7 zł·ha⁻¹, a koszty zmienne to 2019,2 zł·ha⁻¹. Na poziom kosztów mechanizacji miały zdecydowany wpływ koszty zmienne (w tym koszty pracy). Koszty pracy były najwyższe w grupie I, gdzie wynosiły 1276,5 zł·ha⁻¹, a najmniejsze na plantacjach z grupy III (620,8 zł·ha⁻¹).
3. Efektywność mechanizacji na badanych plantacjach wyrażona w zł·t⁻¹ i zł·GJ⁻¹ była dość zróżnicowana w zależności od grupy obszarowej. Największą efektywnością mechanizacji charakteryzowały się obiekty z grupy II, gdzie wynosiła ona 721,3 zł·t⁻¹ suchej biomasy (82 zł·GJ⁻¹). Z kolei najniższą efektywność odnotowano dla plantacji do 1ha z grupy I (aż 1283,4 zł·t⁻¹ – 145,8 zł·GJ⁻¹). Dla 27-miu plantacji, w I roku uprawy, wskaźnik efektywności mechanizacji wynosił 978,9 zł·t⁻¹ (111,2 zł·GJ⁻¹).
4. Niska efektywność mechanizacji na badanych plantacjach była głównie spowodowana faktem, że w wielu przypadkach czynności związane z sadzeniem wierzby, pieleniem, zbiorem po I roku były wykonywane ręcznie. Nie bez znaczenia był także fakt, że niektóre zabiegi uprawowe wykonywano dwa, a nawet trzykrotnie. W konsekwencji pociągało to za sobą duże nakłady pracy, a co za tym idzie wyższe koszty mechanizacji.

Bibliografia

- Izdebski W. Skudlarski J.** 2004. Koszty pozyskania energii cieplej z wybranych produktów rolniczych. Inżynieria Rolnicza Nr 3(58). Kraków. s. 173 -182.
- Dubas J. W. Grzybek A. Kotowski W. Tomczyk A.** 2004. Wierzba energetyczna - uprawa i technologie przetwarzania. Wyd. Wyższa Szkoła Ekonomii i Administracji w Bytomiu. ISBN 83-88587-71-4.
- Dubas J.W. Tomczyk A.** 2005. Zakładanie, pielęgnacja i ochrona plantacji wierzby energetycznych. Wyd. SGGW Warszawa. ISBN 83-7244-617-2.
- Michalek R. i in.** 1998. Uwarunkowania technicznej rekonstrukcji rolnictwa. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. Kraków. ISBN 83-905219-1-1.
- Szczukowski S. Tworkowski J. Stolarski M.** 2004. Wierzba energetyczna. Wyd. Plantpress, Sp. z o.o. Kraków. ISBN 83-85982-86-8.
- Katalog – cennik ciągników i maszyn rolniczych. 2006. Wyd. PIMR Poznań.

EFFECTIVENESS OF MECHANIZED CULTIVATION ON ENERGETIC WILLOW PLANTATIONS

Abstract. In the paper the evaluation of the cultivation effectiveness on energetic willow plantations is done. The effectiveness of mechanization was determined for the first year of growing willow intended for seedlings. The studies were carried out on 27 plantations located in southern Poland. The greatest effectiveness of mechanization was found for the plantations from the 1.1 ha -5 ha group (721.3 zlotys·t⁻¹ of dry biomass). The lowest effectiveness was shown by the plantations the area of which did not exceed 1 ha (index of effectiveness – 1283.4 zlotys·t⁻¹).

Key words: energetic willow, expenditure of labour, costs, effectiveness

Adres do korespondencji:

Dariusz Kwaśniewski, e-mail: kwasniew@ar.krakow.pl
Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116 B
30-149 Kraków