

Dariusz Kwaśniewski
Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Akademia Rolnicza w Krakowie

OCENA WYBRANYCH TECHNOLOGII UPRAWY WIERZBY ENERGETYCZNEJ W ASPEKCIE PONOSZONYCH NAKŁADÓW

Streszczenie

W pracy przedstawiono wybrane technologie uprawy wierzby energetycznej stosowane w I roku uprawy na 5-ciu plantacjach wierzbowych położonych na terenie Małopolski. Określono wielkość ponoszonych nakładów pracy ludzkiej oraz nakładów energetycznych. Porównano wybrane technologie uprawy i wskazano czynności, które mają istotny wpływ na wielkość ponoszonych nakładów.

Słowa kluczowe: wierzba energetyczna, technologia, uprawa, nakłady pracy

Wprowadzenie

Gleba pod połową plantację wierzby energetycznej powinna być przygotowana tak jak pod inne rośliny rolnicze: zboża, oleiste czy okopowe. Skuteczne zwalczanie chwastów to element decydujący o sukcesie uprawy wierzby. Przygotowanie stanowiska po użytkach zielonych lub zachwaszczonych gruntach ornych pod przyszłą plantację powinno rozpocząć się latem w roku poprzedzającym sadzenie wierzby [Szczukowski i in. 2004]. Na odłogach, łąkach i pastwiskach, należy zniszczyć darń zabiegami agrotechnicznymi (talerzowanie, orka, kultywatorowanie) lub chemicznymi, np. *Roundap*. Jesienią powinna być wykonana orka na głębokość nie mniejszą niż 30 cm, nawet do 40 cm [Szczukowski i in. 2002].

Podstawowym warunkiem poprawnego rozwoju roślin po posadzeniu jest dbałość o niedopuszczenie w pierwszym roku wegetacji do zachwaszczenia założonej plantacji (zwłaszcza powojem), co zwykle wymaga użycia herbicydów. Przy niedostatecznej skuteczności herbicydów dogłębowych można także stosować odchwaszczanie mechaniczne międzyrzędzi np. bronami Weedera, ale za najbardziej skuteczne w tym okresie uważane jest odchwaszczanie ręczne [Dreszer i in. 2003]. Po pierwszym nasadzeniu, późną jesienią lub w zimie odrosty powinny być ścięte tak, aby ponad ziemią pozostawały przynajmniej 2-3 uśpione pączki. Ścięte pręty można użyć do nowych nasadzeń wówczas, gdy spełniają normy [Dubas 2003].

Cel, zakres metodyka pracy

Celem pracy była ocena wybranych technologii uprawy wierzby energetycznej w aspekcie ponoszonych nakładów. Oceny dokonano poprzez porównanie pomiędzy wybranymi technologiami nakładów robocizny, nakładów energii (wykorzystania maszyn w czasie eksploatacyjnym). Zakresem pracy objęto badania terenowe przeprowadzone w 5-ciu gospodarstwach rolnych, uprawiających wierzbę energetyczną, położonych w Małopolsce.

Na podstawie zebranych informacji opracowano karty technologiczne, w których zestawiono wykorzystanie technicznych środków produkcji, jak również liczbę osób zatrudnionych przy poszczególnych zabiegach agrotechnicznych. Dla analizowanych technologii uprawy obliczono nakłady pracy ludzkiej i nakłady energii. Wielkość ponoszonych nakładów wyrażono w roboczogodzinach, kilowatogodzinach i odniesiono do 1 ha uprawy. W analizie wyników technologie uprawy (warianty) zostały oznaczone symbolami I - V.

Wyniki badań

Informacje ogólne dotyczące m.in. położenia badanych plantacji wierzbowych oraz powierzchni uprawy wierzby zamieszczono w tabeli 1. Najmniejsza powierzchnia uprawowa to 0,5 ha (technologia nr I), a największa to 7 ha (technologia nr V). W czterech (na pięć) stosowanych technologiach przedplonem był nieużytek.

Tabela 1. Informacje ogólne dotyczące badanych plantacji wierzby energetycznej
Table 1. General information considering willow plantage

Tech. nr	Położenie (miejsowość)	Gmina	Powierzchnia uprawy wierzby [ha]	Cel uprawy	Przedplon	Rodzaj klonu
I	Sokołówce	Koszyce	0,50	sprzedaż sadzonek	jęczmień	1051
II	Miechów	Miechów	0,72	sprzedaż sadzonek	nieużytek	1033, 1051
III	Dołęga	Szczurowa	1,00	sprzedaż sadzonek	nieużytek	1054
IV	Zabierzów B.	Niepołomice	3,50	samozaopatrzenie w opał	nieużytek	1033, 1034
V	Branice	Kraków	7,00	sprzedaż sadzonek, zaopatrzenie ciepłowni	nieużytek	1051, 1054

Charakterystyka analizowanych technologii uprawy wierzby energetycznej na wybranych plantacjach została przedstawiona w tabeli 2. Wykonywane czynności podzielono na cztery grupy: przygotowanie pola i uprawa, sadzenie, ochrona, zbiór. Należy tutaj nadmienić, że na wszystkich plantacjach wierzba była uprawiana ekstensywnie, czyli bez stosowania nawożenia mineralnego i organicznego, stąd też brak czynności związanych z nawożeniem.

Tabela 2. Charakterystyka wybranych technologii uprawy wierzby energetycznej
Table 2. Charakterization of technologies willow cultivation

Oceniane technologie	Charakterystyka technologii													
	Przygotowanie pola i uprawa						Sadzenie			Ochrona			Zbiór	
	Niszczenie chwastów	Talerzowanie	Orka zimowa	Bronowanie	Kultywatorowanie	Gryzowanie	Wytyczanie rzędów (obsypnik)	Ręczne	Mechaniczne	Pielenie ręczne	Pielenie mechaniczne	Opryskiwanie	Ręczny (nożyce) + transport wiązek	Kosiarka listwowa + transport wiązek
I			X	X	X		X	X		X		X	X	
II	X*		X	2X	X	X		X		X		X	X	
III			X	X	X			X		X	2X			X
IV	X*		X	X	2X			X	X	X	X		X	X
V	X**	X	X	2X				X		X	X	X		X

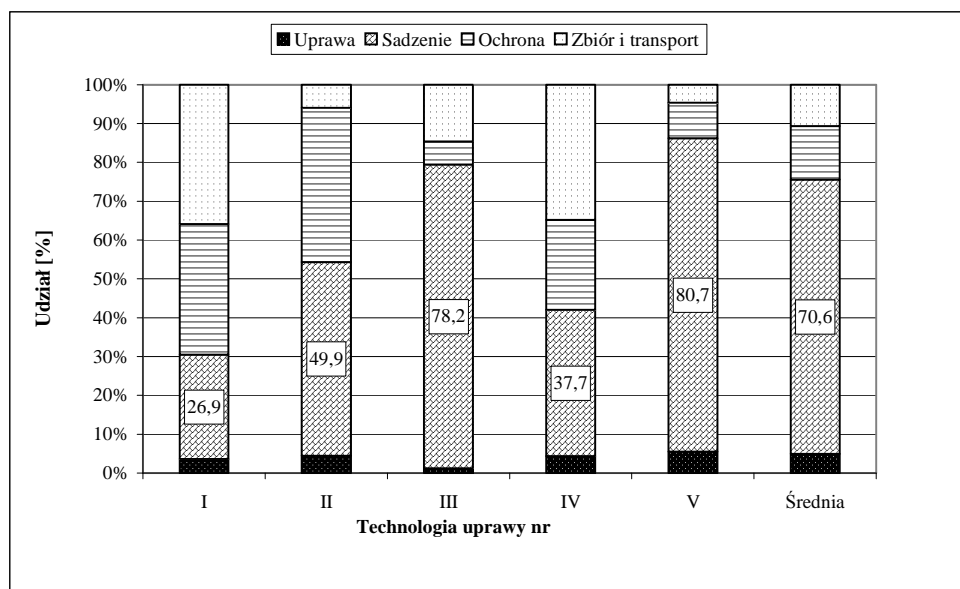
*- niszczenie chemiczne (*Roundap*) **- niszczenie mechaniczne

Zgodnie z zaleceniami, spotykanymi w literaturze przedmiotu, na każdej plantacji wykonywano głęboką orkę zimową oraz przynajmniej jednokrotne bronowanie. W każdej technologii stosowano ręczne sadzenie wierzby, a w technologii nr IV na powierzchni 3 ha mechaniczne sadzenie z wykorzystaniem zmodyfikowanej sadzarki do kalafiorów. Zbiór ręczny odbywał się na trzech plantacjach (w wariantcie IV tylko na powierzchni 0,5 ha), natomiast zbiór mechaniczny, z wykorzystaniem kosiarki listwowej, miał miejsce w technologiach III, IV i V.

Nakłady pracy żywej dla ocenianych technologii, w pierwszym roku uprawy wierzby, pokazano w tabeli 3, natomiast na rys. 1 zamieszczono strukturę tych nakładów z podziałem na poszczególne czynności w ramach stosowanych technologii.

Tabela 3. Nakłady pracy w technologiach uprawy wierzby z podziałem na czynności
 Table 3. Labour input in willow cultivation divided on the working methods

Czynności		Technologie					Średnia
		I	II	III	IV	V	
		[rbh/ha]					
Uprawa	Przygotowanie pola	0,0	0,7	0,0	0,0	15,7	3,3
	Orka zimowa	6,0	1,7	1,5	2,9	2,6	2,9
	Uprawa gleby	18,0	9,0	1,0	1,4	3,6	6,6
Sadzenie		180,0	127,8	160,0	37,1	321,4	165,3
Ochrona	Pielenie ręczne	224,0	100,0	10,0	18,3	32,0	76,9
	Pielenie mechaniczne	0,0	0,0	2,0	4,0	3,4	1,9
	Opryskiwanie	1,0	1,6	0,0	0,6	1,0	0,8
Zbiór	Zbiór	224,0	12,5	18,0	32,0	7,1	58,7
	Transport+załadunek	16,0	2,8	12,0	2,3	11,4	8,9
Ogółem		669,0	256,0	204,5	98,6	398,3	325,3
w tym prace ręczne		628,0	243,1	160,0	50,3	353,4	287,0



Rys.1. Struktura nakładów pracy z podziałem na czynności

Fig. 1. Structure of labour inputs

Ogółem, dla pięciu technologii nakłady robocizny średnio wynosiły 325,2 rbh/ha, z czego 88% to prace wykonywane ręcznie. Największą pracochłonnością (669 rbh/ha), w pierwszym roku uprawy, charakteryzowała się technologia nr I w Sokołowicach, zaś najmniejszą (98,6 rbh/ha) technologia nr IV, stosowana w Zabierzowie Bocheńskim.

Najbardziej pracochłonnym zabiegiem było sadzenie wierzby, które w strukturze nakładów pracy średnio stanowiło aż 70,6% (rys. 1), a w technologiach III i V zajmowało odpowiednio aż 78,2 i 80,7%. Kolejne miejsca w strukturze przypadły czynnościom związanym z pieleniem i ochroną (13,8%), a następnie ze zbiorem i transportem (10,7%). Największy udział dla tych czynności odnotowano: dla pielenia i ochrony w technologii II – 40% (101,6 rbh/ha), a dla zbioru i transportu w technologii I – 36% (240 rbh/ha).

Nakłady energetyczne (wykorzystanie maszyn w czasie eksploatacyjnym) zostały obliczone jako iloczyn: mocy zainstalowanej w środkach energetycznych (ciągnikach rolniczych), eksploatacyjnego czasu pracy oraz przyjętego współczynnika obciążenia silnika (0,6 dla prac lekkich, 0,8 dla prac średnich, 1,0 dla prac ciężkich). Wykorzystywane ciągniki rolnicze to Ursusy C330 i C360.

Dla ocenianych technologii nakłady energetyczne średnio wynosiły 588,3 kWh/ha (tabela 4). Najwyższe odnotowano dla czynności uprawowych (333 kWh/ha, co stanowiło w strukturze nakładów 49,8%) oraz dla zbioru i transportu wiązek do gospodarstwa (183,9 kWh/ha; 35,2%). Ze względu na fakt, że przedplonem były nieużytki (w celu dobrego doprowadzenia gleby przed sadzeniem) wykonywano kilka czynności uprawowych, tj. bronowanie, kultywatorowanie czy gryzowanie. Stąd też najwyższe wykorzystanie maszyn w czasie eksploatacyjnym przypadało na uprawę.

Największe nakłady energetyczne odnotowano dla technologii nr I (Sokołowice), a wynosiły one 993,2 kWh/ha. Natomiast najniższymi charakteryzowała się technologia nr II (Miechów – 345,2 kWh/ha.). Nakłady związane ze zbiorem i transportem mieściły się w granicach od 31,8 kWh/ha (wariant II) do 274,7 kWh/ha (wariant III). W strukturze nakładów energetycznych stanowiło to odpowiednio 9,2% i 69,9%.

Zdecydowanie najniższe wykorzystanie maszyn w czasie eksploatacyjnym przypadło na czynności związane z sadzeniem wierzby i ochroną (pielenie, opryskiwanie). Jedynie w technologii nr IV (Zabierzów Bocheński) stosowano mechaniczne sadzenie wierzby energetycznej. Dlatego tylko w tym przypadku odnotowano nakłady energetyczne, które wynosiły 133,7 kWh/ha, a udział ich w ogólnej struk-

turze dla tego wariantu to 25%. Jednokrotne opryskiwanie wykonywano tylko w technologiach I, II i V, dwa dni po sadzeniu wierzby (środek chemiczny *Bladex*). Stosowane pielenie mechaniczne charakteryzowała duża wydajność (1,2 ha/h) - wykonywano je pięciorzędowym pielniakiem, stąd nakłady energetyczne średnio wynosiły tylko 44,9 kWh/ha.

Tabela 4. Nakłady energetyczne w wybranych technologiach uprawy wierzby energetycznej

Table 4. Energetic expenses in willow cultivation

Czynności	Technologie					Średnia
	I	II	III	IV	V	
	[kWh/ha]					
Uprawa	779,2	264,6	87,9	152,9	380,6	333,0
Sadzenie	0,0	0,0	0,0	133,7	0,0	26,7
Ochrona	30,6	48,8	30,6	53,2	61,1	44,9
Zbiór+transport	183,4	31,8	274,7	189,3	240,1	183,9
Ogółem	993,2	345,2	393,2	529,1	681,9	588,5

Reasumując, należy zdecydowanie podkreślić, że nakłady energetyczne zostały określone tylko dla pierwszego roku uprawy wierzby na badanych plantacjach. Wtedy właśnie, wykonywanych było najwięcej czynności związanych przede wszystkim z uprawą gleby, głęboką orką, pielęgnacją mechaniczną oraz zbiorem mechanicznym (ścinaniem po I roku użytkowania plantacji - w celu lepszego rozkrzewienia wierzby, z przeznaczaniem ściętych pędów na sadzonki) i transportem wiązek do gospodarstwa.

Stwierzenia i wnioski

1. Tylko w technologii nr II i IV, przed założeniem plantacji, stosowano (zgodnie z literaturą przedmiotu) chemiczne niszczenie chwastów - środek chemiczny *Roundap*. W technologii nr V było to mechaniczne niszczenie (z wykorzystaniem kosiarki rotacyjnej) i wywóz chwastów z pola.
2. Całkowite nakłady pracy żywej i uprzedmiotowionej dla ocenianych technologii uprawy wierzby energetycznej mieściły się w granicach od 98,6 rbh/ha do 669 rbh/ha. Są one kilkakrotnie większe niż np. przy uprawie zbóż czy nawet roślin okopowych. Istotny wpływ na wielkość tych nakładów miały czynności związane z ręcznym sadzeniem wierzby oraz ręcznym pieleniem plantacji (w strukturze średnio 70,6% i 13,8%).

3. W technologii nr IV (Zabierzów Bocheński) nakłady pracy były najmniejsze, ze względu na wykorzystanie do sadzenia wierzby zmodyfikowanej sadzarki do kalafiorów oraz kosiarki listwowej ze skróconą listwą tnącą do zbioru wierzby po I roku.
4. Nakłady energetyczne (wykorzystanie maszyn w czasie eksploatacyjnym) wynosiły od 345,2 kWh/ha na plantacji w Miechowie (technologia II) do 993,2 kWh/ha w Sokołowicach (technologia I). W drugim roku użytkowania plantacji wierzbowych nakłady te nie występowały, a tylko w niektórych przypadkach stosowano ręczne pielienie plantacji.
5. Niektóre czynności uprawowe (jak bronowanie) były wykonywane dwukrotnie (przedplon - nieużytek), dodatkowo w technologiach II i V stosowano gryzowanie i talerzowanie. Dlatego też największe nakłady energetyczne przypadły na uprawę gleby przed sadzeniem zrzesów (średnio 333 kWh/ha, co w strukturze nakładów dało aż 49,8%).
6. W analizowanych technologiach uprawy wierzby energetycznej nakłady pracy były bardzo wysokie. Należy jednak podkreślić, że w kolejnych latach użytkowania plantacji wierzbowej będą one niższe (i to jest sygnalizowane także w wielu publikacjach związanych z produkcją biomasy wierzbowej), ponieważ wykonywane czynności praktycznie zostaną ograniczone do zbioru i transportu ściętej wierzby (ewentualnie zrębków wierzbowych).

Bibliografia

Dreszer K., Michałek R., Roszkowski A. 2003. Energia odnawialna - możliwości jej pozyskiwania i wykorzystania w rolnictwie. Wyd. PTIR Kraków-Lublin-Warszawa.

Dubas J. W. 2003. Rozdział – Wierzba. Praca pod redakcją Kościka B. Rośliny energetyczne. Wyd. Akademii Rolniczej w Lublinie.

Szczukowski S., Tworkowski J., Wiwart M., Przyborowski J. 2002. Wiklina (*Salix Sp.*). Uprawa i możliwości wykorzystania. Wyd. Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Olsztyn.

Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M. 2004. Wierzba energetyczna. Wyd. Plantpress Sp. z o.o. Kraków.

Dariusz Kwaśniewski

EVALUATION OF SELECTED TECHNOLOGIES OF ENERGETIC WILLOW GROWING REGARDING EXPENDITURES

Summary

Selected technologies of energetic willow growing used in 5 farms situated in Małopolska region were shown in the paper. Labour requirement and energy expenditures were calculated for each technology. Comparison was made between some of technologies. As a result factors were shown that have significant influence on the inputs.

Key words: energetic willow, technology of cultivation, labour input