

WPLYW MATERIAŁU ROZMNOŻENIOWEGO *Salix* sp. NA WZROST ROŚLIN, PLON BIOMASY ORAZ WARTOŚĆ KALORYCZNĄ DREWNA

Stefan Szczukowski¹, Józef Tworkowski¹, Jacek Kwiatkowski¹, Wiesław Sobotka²

¹ Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Instytut Żywnienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wstęp

Rośliny alternatywne są aktualnie szansą częściowego złagodzenia problemów polskiego rolnictwa. Z roślin tych można pozyskiwać surowce odnawialne do przemysłowego wykorzystania. Produkcja surowców od zamierzonych czasów należała do głównych zadań rolnictwa obok produkcji żywności i pasz. Ponowne ich wprowadzenie na grunty orne może dać rolnikom alternatywny rynkowy produkt i stały strumień dochodów.

Rośliną o szerokich możliwościach wykorzystania w kraju jest *Salix* sp. Biomasa szybko rosnących gatunków krzewiastych wierzb (wikliny) wykorzystuje się na cele energetyczne i inne [STAFFA 1965; BOOTH 1985; FRIEDRICH 1995; LEDIN 1996; SZCZUKOWSKI i in. 1998].

Rosnąc zainteresowanie uprawą *Salix* sp. wymaga zapewnienia producentom odpowiedniej ilości wartościowego materiału sadzonkowego. Tradycyjna metoda wegetatywnego rozmnażania tej rośliny przez zrzezy z fragmentów pędów o długości 25 cm charakteryzuje się niskim współczynnikiem rozmnażania [SCHLÜTER 1985; HOULE, BARBEUX 1993].

Produkcja minizrzewów i ich ukorzenianie przed wysadzeniem w pole zwiększa współczynnik rozmnażania 5-krotnie, w porównaniu do stosowania zrzewów standardowych. Należy również oczekiwać, że sadzonki uzyskane z minizrzewów i wysadzone do gleby będą się charakteryzowały lepszym wzrostem i rozwojem niż rośliny uzyskane z zrzewów tradycyjnych, szczególnie w warunkach deficytu wody [NEUNAN 1981; PRZYBOROWSKI i in. 1997].

Celem badań było określenie wpływu użytego do sadzenia materiału roślinnego: ukorzenionych minizrzewów i standardowych zrzewów na wzrost, rozwój i plonowanie czterech klonów krzewiastych wierzb. Określono ponadto suchą masę drewna i jego wartość kaloryczną.

Materiał i metody

Materiałem do badań były minizrzezy (M) – dwuoczkowe, zdrewniałe odcinki pędów o długości 5 cm i średnicy 7–10 mm czterech klonów: 1020 *Salix tria-*

ndra, 1033 *Salix viminalis* x *S. viminalis lanceolata*, 1047 *Salix viminalis* var. *gigantea*, 1048 *Salix viminalis* var. *regalis*. Minizrzezy te, 30 marca 1996 roku umieszczono w sterylnym substracie torfowo-piaskowym w paletach do rozsady, celem ich ukorzenia (po 50 sztuk w czterech powtórzeniach w gniazdach wielkości 5,5 x 5,5 cm). Palety z materiałem roślinnym umieszczono w szklarni w temperaturze 20°C na okres 30 dni. Określono procent ukorzenionych sadzonek otrzymanych z minizrzezów oraz ustalono wysokość roślin po 10, 20 i 30 dniach od umieszczenia ich w substracie.

Uzyskane w szklarni ukorzenione sadzonki (M) czterech klonów *Salix* wysadzono 30 kwietnia w doświadczeniu polowym równolegle z zrzezami standardowymi o długości 25 cm, które uprzednio przechowywano w chłodni w temperaturze 2°C (Z).

W latach 1996–1998 na polu Stacji Dydaktyczno-Doświadczalnej w Tomaszowie (gleba brunatna, glina lekka, klasa IIIb) prowadzono dwuczynnikowe doświadczenie w czterech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszym były klony *Salix* sp.: 1020, 1033, 1047, 1048. Czynnikiem drugim stanowił rodzaj materiału roślinnego: zrzezy długości 25 cm (Z) oraz ukorzenione minizrzezy (M). Na poletku wysadzono 25 minizrzezów lub zrzezów w rozstawie 0,5 x 0,4 m co odpowiada obsadzie 50 tys. roślin/ha. W pierwszym roku nawożenia mineralnego nie stosowano. W dwu kolejnych latach wysiewano nawozy przed rozpoczęciem wegetacji przez rośliny: N-40; P₂O₅-60; K₂O-80 kg·ha⁻¹. Przeprowadzono dwukrotne pielnie ręczne roślin w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia. W pozostałych latach stosowano wiosną przed rozwojem wikliny herbicyd granulowany Casaron G w dawce 80 kg·ha⁻¹.

W okresie wegetacji prowadzono obserwacje fenologiczne oraz określono podatność klonów *Salix* sp. na choroby i szkodniki. Przed zbiorem pędów określono obsadę roślin na powierzchni 1 m² oraz liczbę pędów na roślinie. Po zakończeniu wegetacji pobrano po 15 pędów z poletka do pomiarów biometrycznych. Zbiór wikliny z poletek w poszczególnych latach przeprowadzono: 18, 12 i 28 grudnia. Określono plon biomasy w t·ha⁻¹. W laboratorium określono zawartość wody w drewnie oraz jego wartość kaloryczną za pomocą kalorymetrii bezpośredniej (oznaczono energię brutto w MJ·kg⁻¹ suchej masy).

Wyniki poszczególnych cech uzyskane w pierwszym roku badań zamieszczono oddzielnie natomiast z dwu pozostałych lat dla większości badanych cech podano wartości średnie. Wyniki opracowano statystycznie przy pomocy analizy wariancji.

Wyniki i dyskusja

Wysadzone minizrzezy do substratu torfowo-piaskowego w szklarni po 10 dniach przyjęły się (wytworzyły pędy nadziemne) średnio w 67%, po 20 dniach w 98% a po 30 dniach praktycznie w 100% (tab. 1). Wysokość przyrostu roślin po 10 dniach od umieszczenia minizrzezów w paletach wyniosła średnio 1,4 cm. Istotnie najdłuższe pędy stwierdzono u klonu 1047 *S. viminalis* var. *gigantea* (2,34 cm). Wysokość roślin po 20 dniach od wysadzenia minizrzezów wyniosła średnio 4,02 cm, natomiast po 30 dniach 12,14 cm. Istotnie najwyższe rośliny po miesiącu od wysadzenia minizrzezów dał klon 1047 *S. viminalis* var. *gigantea* (16,9 cm).

Tabela 1; Table 1

Procent ukorzenionych minizrzeczów (M) w substracie torfowo-piaskowym oraz dynamika wzrostu roślin

Percentage of rooted minicuttings (M) in soil-peat substrate and dynamics of plant growth

Genotyp – klon Genotype – clone	Liczba dni po wysadzeniu minizrzeczów do palet * Days after planting minicuttings into pallets *					
	10		20		30	
	%	wysokość roślin plant height (cm)	%	wysokość roślin plant height (cm)	%	wysokość roślin plant height (cm)
1020	40	0,62	91	2,17	98	6,25
1033	89	1,82	100	4,06	100	13,71
1047	88	2,34	100	6,08	100	16,90
1048	49	0,83	100	3,79	100	11,69
Średnio; Average	67	1,40	98	4,02	100	12,14
NIR _{0,01} ; LSD _{0,01}		0,084		1,217		2,205

* Minizrzeczy (M) wysadzono do palet 30 marca 1996 r.; Minicuttings were planted on 30th March 1996

Warunki meteorologiczne w 1996 roku po wysadzeniu ukorzenionych minizrzeczów i rzeczów standardowych w pole były bardzo korzystne. Opady w maju były o 76% a temperatura powietrza o 0,5°C wyższe niż w analogicznym okresie z lat 1961–1995 (tab. 2). Warunki te sprzyjały ukorzenianiu się rzeczów. Po dwóch tygodniach od wysadzenia materiału roślinnego w pole ukorzeniło się średnio 77% rzeczów i przyjęło się 99% sadzonek uzyskanych z minizrzeczów (tab. 3).

Tabela 2; Table 2

Warunki meteorologiczne w latach 1996–1998 (wg Stacji w Tomaszowie)

Weather conditions in the period 1996–1998
(according to Tomaszowo Meteorological Station)

Rok; Year	Średnie miesięczne temperatury dobowe; Mean daily temperature (°C)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1996	-7	-7,2	-2,8	6,7	13,2	16,0	15,4	17,9	9,7	8,3	4,7	-6,4
1997	-4,5	1,0	1,9	4,1	11,7	16,8	17,5	18,6	12,7	6,2	2,2	-0,7
1998	0,3	2,1	0,4	8,9	13,5	16,3	16,6	15,3	12,5	6,1	-3,0	-2,6
Średnie 1961–1995 Average for 1961–1995	-2,9	-2,6	1,2	6,7	12,7	15,9	17,8	17,2	12,6	7,8	2,6	-1,2
Sumy miesięczne opadów; Monthly precipitation (mm)												
1996	33,3	13,1	3,5	18,0	86,2	32,4	71,3	53,1	26,2	35,4	41,7	3,1
1997	5,4	26,5	37,4	22,1	81,6	45,9	188,4	17,8	26,2	60,0	35,4	34,3
1998	28,1	22,3	30,5	52,3	62,8	80,9	57,0	81,3	20,8	51,9	40,0	32,2
Średnie 1961–1995 Average for 1961–1995	29,0	19,7	26,4	35,2	49,1	81,9	71,2	67,0	63,5	45,4	49,8	38,2

Procent ukorzenionych zrzewów w polu oraz dynamika wzrostu roślin
Percentage of rooted cuttings in the field and dynamics of plant growth

Klon Clone (a)	Rodzaj materiału Kind of material (b)	Liczba tygodni po wysadzeniu w polu; Weeks after planting in the field *									
		2		6		10		14		18	
		%	wysokość roślin plant height (cm)	%	wysokość roślin plant height (cm)	%	wysokość roślin plant height (cm)	%	wysokość roślin plant height (cm)	%	wysokość roślin plant height (cm)
1020	Z *	84	2,6	98	33,3	98	54,9	98	86,7	98	139,7
	M *	96	8,7	96	36,0	92	54,6	92	79,8	92	132,0
Średnio; Mean		90	5,7	97	34,7	95	54,8	95	83,3	95	134,4
1033	Z	98	14,0	100	45,6	100	71,91	100	120,5	100	180,2
	M	100	21,5	100	60,4	100	100,4	100	143,2	100	193,2
Średnio; Mean		99	17,8	100	53,0	100	86,2	100	131,9	100	186,7
1047	Z	92	8,2	40	42,3	56	67,2	56	99,6	72	152,2
	M	100	22,7	100	64,5	100	101,9	100	155,8	100	195,7
Średnio; Mean		96	15,5	70	53,4	78	84,6	78	127,7	86	174,0
1048	Z	77	7,7	96	49,9	96	79,9	96	121,9	96	166,2
	M	99	18,4	100	56,8	100	87,8	100	127,7	100	184,0
Średnio; Mean		88	13,1	98	53,3	98	83,9	98	124,8	98	175,1
Średnio Mean	Z		8,1	84	42,8	88	68,5	88	107,2	92	158,8
	M		17,8	99	54,4	98	86,2	98	126,6	98	176,2
Średnio; Mean			13,0	92	48,6	93	77,3	93	116,9	95	167,5
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	a		4,66		5,26		5,40		8,73		9,09
	b		3,29		3,72		3,82		6,17		6,43
	a x b		6,59		7,45		7,63		12,34		12,85

* Z – zrzęzy tradycyjne; standard cuttings

M – rośliny uzyskane z minizrzewów, wysadzone w doświadczeniu polowym 30.04.1996 r.; plants obtained from minicuttings, planted in field trial on 30.04.1996

Wysokość roślin uzyskanych z zrzewów po dwóch tygodniach od ich wysadzenia w pole wynosiła średnio 8,1 cm i była istotnie niższa aniżeli roślin z ukorzenionych minizrzewów (17,8 cm). Mimo, że opady w czerwcu były niskie około 40% normy z analogicznego okresu dwudziestopięciolecia, po 6 tygodniach od wysadzenia w pole materiału roślinnego ukorzeniło się średnio 84% zrzewów. Najstabilniej do tego czasu ukorzeniały się zrzezy klonu (1047) *S. viminalis* var. *gigantea* (40%). W lipcu opady były zbliżone do normy tego miesiąca z wielolecia, natomiast w okresie od początku sierpnia do końca listopada były one znacznie niższe niż w analogicznym okresie z lat 1961–1995. Ten okresowy późny deficyt wody w glebie nie wpłynął już ujemnie na ukorzeniające się zrzezy. Po 18 tygodniach od wysadzenia materiału roślinnego w polu ukorzeniło się średnio 92% zrzewów i przyjęło się średnio 98% wysadzonych w pole sadzonek uzyskanych z minizrzewów. Najstabilniej ukorzeniły się zrzezy klonu 1047 *S. viminalis* var. *gigantea* (72%). Wysokość roślin po 18 tygodniach od wysadzenia materiału roślinnego w polu była średnio istotnie wyższa u roślin uzyskanych z minizrzewów (176,2 cm) niż z zrzewów (158,8 cm). Klon 1020 *S. triandra* dał rośliny nieznacznie wyższe z rzewów tradycyjnych niż z minizrzewów.

Tabela 4; Table 4

Obsada roślin na powierzchni 1m², liczba pędów na roślinie, długość pędu oraz plon biomasy klonów *Salix* sp. w 1996 roku

Plant density per 1m², number of shoots per plant, shoot height and biomass yield of *Salix* sp. clones in 1996

Genotyp Genotype (a)	Rodzaj materiału Kind of material (b)	Liczba roślin (szt. na m ²) Plants number per 1 m ²	Liczba pędów na roślinie (szt) Shoots number per plant	Długość pędu Shoots height (cm)	Plon biomasy Biomass yield (t·ha ⁻¹)
1020	Z*	4,9	1,9	149,1	2,95
	M*	4,5	1,5	150,3	3,89
Średnio; Mean		4,7	1,7	149,7	3,42
1033	Z	5,0	1,6	198,2	6,96
	M	5,0	1,6	194,7	9,77
Średnio; Mean		5,0	1,6	196,5	8,36
1047	Z	3,6	1,4	170,7	3,27
	M	4,9	1,4	205,9	5,96
Średnio; Mean		4,3	1,4	188,3	4,61
1048	Z	4,7	1,8	173,4	4,41
	M	5,0	1,4	194,7	6,28
Średnio; Mean		4,8	1,6	184,1	5,35
Średnio Mean	Z	4,6	1,7	172,8	4,40
	M	4,8	1,5	186,4	6,47
Średnio; Mean		4,7	1,6	179,6	5,44
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	a	0,21	r.n.	10,15	0,439
	b	r.n.	r.n.	5,58	0,517
	a x b	0,36	r.n.	12,85	r.n.

* Z – zrzezy tradycyjne; standard cuttings
r.n. – różnice nieistotne; not significant difference

* M – rośliny uzyskane z minizrzewów
* M – plants obtained from minicuttings

Obsada roślin na powierzchni 1 m² po zakończeniu przez rośliny wegetacji w pierwszym roku badań była tylko nieznacznie niższa od teoretycznej i wyniosła w doświadczeniu średnio 4,7 sztuk/m² (tab. 4). Liczba pędów na jednej roślinie była słabo zróżnicowana w doświadczeniu i wahała się od 1,4 do 1,9 sztuk/roślinę.

Plon pędów jednorocznych w pierwszym roku badań był istotnie najwyższy u klonu *S. viminalis* x *S. viminalis lanceolata* (1033) i wyniósł średnio 8,36 t·ha⁻¹, najniższy był on u klonu 1020 *S. triandra* średnio 3,42 t·ha⁻¹ (tab. 4). Plon biomasy uzyskany z zrzesów był istotnie niższy (4,40 t·ha⁻¹) niż z minizrzesów (6,47 t·ha⁻¹), powyższą zależność stwierdzono u czterech badanych klonów.

Obsada roślin na powierzchni 1 m² w dalszych latach prowadzenia doświadczenia nie zmieniła się w stosunku do pierwszego roku użytkowania (tab. 5). Liczba pędów na jednej roślinie była istotnie wyższa u klonu 1020 *S. triandra* w porównaniu do wartości uzyskanych u trzech pozostałych form, u których wartości te były zbliżone. Najdłuższe pędy dał klon 1047 *S. viminalis* var. *gigantea* średnio 244,4 cm, były one istotnie dłuższe niż u *S. triandra* (1020) średnio 193,2 cm. Pędy uzyskane z zrzesów były średnio nieznacznie dłuższe niż z minizrzesów. Odwrotną zależność tej cechy stwierdzono u klonu 1047 *S. viminalis* var. *gigantea*, którego pędy uzyskane z minizrzesów były istotnie dłuższe (263,7 cm) niż z zrzesów (225,1 cm).

Tabela 5; Table 5

Obsada roślin na powierzchni 1 m², liczba pędów na roślinie, długość pędu oraz sucha masa drewna klonów *Salix* sp. (średnio z lat 1997–1998)

Plant density per 1 m², number of shoots per plant, shoot height and biomass yield of *Salix* sp. clones in the period 1997–1998

Genotyp Genotype (a)	Rodzaj materiału Kind of material (b)	Liczba roślin (szt. na m ²) Plants number per 1m ²	Liczba pędów na roślinie (szt.) Stem number per plant	Długość pędu Stem height (cm)	Sucha masa drewna Wood dry matter (t·ha ⁻¹)
1020	Z *	4,9	13,9	199,25	45,33
	M *	4,5	14,7	187,19	45,71
Średnio; Mean		4,7	14,3	193,22	45,33
1033	Z	5,0	9,6	247,83	47,56
	M	5,0	11,6	212,80	47,05
Średnio; Mean		5,0	10,6	230,31	47,31
1047	Z	3,4	11,8	225,09	47,57
	M	4,9	10,3	263,69	47,23
Średnio; Mean		4,2	11,0	244,39	47,40
1048	Z	4,7	10,4	277,58	45,84
	M	4,9	9,9	230,04	48,59
Średnio; Mean		4,8	10,1	253,80	47,21
Średnio Mean	Z	4,5	11,4	237,43	46,58
	M	4,8	11,6	223,43	47,14
Średnio; Mean		4,7	11,5	230,43	46,86
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	a	r.n.	2,19	15,368	r.n.
	b	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	a x b	r.n.	r.n.	13,769	r.n.

* Z – zrzesy tradycyjne; standard cuttings
r.n. – różnice nieistotne; not significant difference

* M – rośliny uzyskane z minizrzesów
* M – plants obtained from minicuttings

Sucha masa drewna u badanych klonów w doświadczeniu wyniosła średnio 46,86%. Niższą suchą masę drewna stwierdzono u *S. triandra* (1020) średnio 45,33% niż u pozostałych klonów u których te różnice były nieznaczne.

Plon biomasy uzyskany w doświadczeniu wyniósł średnio 38,65 t·ha⁻¹ (tab. 6). Klon 1033 *S. viminalis* x *S. viminalis lanceolata* dał istotnie najwyższy plon pędów (51,33 t·ha⁻¹). Plon biomasy uzyskany z minizrzewów był średnio istotnie wyższy niż z zrzewów. Ta zależność nie potwierdziła się u *S. triandra* (1020), której biomasa pozyskana z zrzewów standardowych była wyższa niż z minizrzewów w obu latach badań, jednakże różnice nie były udowodnione statystycznie. Istotnie niższy plon biomasy stwierdzono u klonu 1047 *S. viminalis* var. *gigantea* z roślin uzyskanych z zrzewów (28,55 t·ha⁻¹) niż z minizrzewów (46,00 t·ha⁻¹). Plon biomasy był średnio o 29% wyższy w roku 1998 (trzeci rok użytkowania) niż w 1997 (drugi rok użytkowania), różnice te były udowodnione statystycznie.

Tabela 6; Table 6

Plon biomasy (t·ha⁻¹) klonów *Salix* sp. w latach 1997–1998
Biomass yield (t·ha⁻¹) of *Salix* sp. clones in the period 1997–1998

Genotyp Genotype (a)	Rodzaj materiału Kind of material (b)	Lata; Years (c)		Średnio; Mean
		1997	1998	
1020	Z *	24,81	24,81	24,81
	M *	21,35	19,36	20,35
Średnio; Mean		23,08	22,07	22,58
1033	Z	44,09	56,85	50,47
	M	43,23	61,13	52,18
Średnio; Mean		43,66	58,99	51,33
1047	Z	24,75	32,35	28,55
	M	39,88	52,13	46,00
Średnio Mean		32,31	42,24	37,27
1048	Z	34,26	46,86	40,56
	M	37,41	55,04	46,23
Średnio; Mean		35,83	50,95	43,39
Średnio Mean	Z	31,98	40,22	36,10
	M	35,47	46,91	41,19
Średnio; Mean		33,72	43,56	38,65
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}				
a – 4,158; b – 2,386; c – 1,465; a x b – 4,772; a x c – 2,929; b x c – 2,799				

* Z – zrzezy tradycyjne; standard cuttings

* M – rośliny uzyskane z minizrzewów; plants obtained from minicuttings

Plon biomasy w 1998 roku niezależnie od wysadzonego materiału rozmnożeniowego wahał się od 22,07 t·ha⁻¹ u klonu 1020 *S. triandra* do 58,99 t·ha⁻¹ u klonu 1033 *S. viminalis* x *S. viminalis lanceolata* (tab. 7) a plon suchej masy drewna wyniósł odpowiednio 9,61 i 27,69 t·ha⁻¹.

Tabela 7; Table 7

Plon biomasy *Salix* sp, suchej masy drewna oraz jego wartość energetyczną (niezależnie od wysadzonego materiału rozmnożeniowego) 1998 rok (średnie wartości)
 Biomass yield of clones (irrespective to the kind of material) in 1998 (mean values)

Rodzaj danych Item	Genotyp i numer klonu Genotype and clone number			
	<i>Salix triandra</i> 1020	<i>Salix viminalis</i> x <i>S. viminalis lanceolata</i> 1033	<i>Salix viminalis</i> var. <i>gigantea</i> 1047	<i>Salix viminalis</i> var. <i>regalis</i> 1048
Plon biomasy; Biomass yield (t·ha ⁻¹)	22,07	58,99	42,24	50,95
Zawartość suchej masy w drewnie Dry matter content in wood (%)	43,56	46,95	46,37	46,49
Plon suchej masy drewna Yield of wood dry matter (t·ha ⁻¹)	9,61	27,69	19,59	23,69
Energia brutto drewna (MJ·kg ⁻¹ s.m.) Gross wood energy (MJ per kg DM)	19,40	19,30	19,50	19,02
Plon energii brutto Yield of gross energy (GJ·ha ⁻¹)	186,4	534,4	382,0	450,6
Energia brutto węgla (MJ·kg ⁻¹ s.m.) Gross coal energy (MJ·kg ⁻¹ DM)	38,0	38,0	38,0	38,0
Plon energii z 1 ha plantacji wyrażony w tonach węgla kamiennego Yield of energy expressed in tons of coal	4,9	14,1	10,1	11,9

Energia brutto drewna wahała się od 19,02 MJ·kg⁻¹ suchej masy u *S. viminalis* var. *regalis* (1048) do 19,50 MJ·kg⁻¹ s.m. u klonu 1047 *S. viminalis* var. *gigantea*.

Plon energii brutto z 1 hektara najwyższy był u klonu 1033 *S. viminalis* x *S. viminalis lanceolata* (534,4 GJ·ha⁻¹), co równa się w przeliczeniu wartości energetycznej około 14 tonom węgla kamiennego (wartość energetyczną węgla kamiennego przyjęto: 38 MJ·kg⁻¹).

Wyniki przeprowadzonego eksperymentu upoważniają autorów do stwierdzenia, że do uprawy na plantacjach połowych w celu pozyskania biomasy – pędów jednorocznych do celów energetycznych można wstępnie zalecić szybko rosnący klon 1033 *S. viminalis* x *S. viminalis lanceolata*. Rozmnaża się on dobrze wegetatywnie zarówno z minizrzędów jak i z rzędów standardowych. Ponadto rośliny tego klonu charakteryzuje szybki wzrost w okresie wiosennym co powoduje dobre zacienienie ładu i ogranicza rozwój chwastów. Na roślinach klonu 1033 w czasie trwania eksperymentu nie stwierdzono chorób pochodzenia grzybowego i nie były one praktycznie zasiedlane szkodnikami (w 1997 wystąpiły gąsienice niekreślanki wierzbówki – *Earias chlorana* L.).

Klon 1033 w 1998 roku dał bardzo wysoki plon jednorocznych pędów około 28 t·ha⁻¹ suchej masy drewna o wartości kalorycznej 19,3 MJ·kg⁻¹ s.m. W badaniach AGER i in. [1986] wartość energetyczna jednorocznych pędów dwudziestu najlepszych wyselekcjonowanych wówczas klonów wahała się od 19,6 do 20,3 MJ·kg⁻¹ s.m. natomiast zawartość w nich wody wynosiła średnio 58%. POHJONEN [1984] twierdzi, że szybko rosnące klony *Salix* sp., które co roku dają plon jedno-

rocznych pędów od 12 do 15 t·ha⁻¹ suchej masy drewna można zaliczyć do grupy dobrych form energetycznych.

Wnioski

1. Z minizrzeczów klonów: *S. triandra* (1020), *S. viminalis* x *S. viminalis lanceolata* (1033), *S. viminalis* var. *gigantea* (1047), *S. viminalis* var. *regalis* (1048), po okresie jednego miesiąca od ich wysadzenia w szklarni uzyskano 100% ukorzenionych sadzonek.
2. W polu uzyskano średnio 92% ukorzenionych zrzeczów i 98% przyjętych roślin z minizrzeczów. Zrzeczy *S. viminalis* var. *gigantea* (1047) ukorzeniły się najslabiej – w 72%.
3. W pierwszym roku trwania eksperymentu plon biomasy i długość pędów były istotnie wyższe u roślin uzyskanych z ukorzenionych minizrzeczów niż z zrzeczów standardowych.
4. Plon biomasy w drugim i trzecim roku trwania doświadczenia wyniósł średnio 38,7 t·ha⁻¹, najwyższy (51,3 t·ha⁻¹) był u klonu 1033 – *S. viminalis* x *S. viminalis lanceolata*.
5. Zawartość suchej masy w drewnie jednorocznych pędów wynosiła średnio 46,9%, a jego wartość kaloryczna wahała się od 19,02 MJ·kg⁻¹ suchej masy u klonu 1048 *S. viminalis* var. *regalis* do 19,5 MJ·kg⁻¹ s.m. u klonu 1047 *S. viminalis* var. *gigantea*.

Literatura

- AGER A., RÖNNBERG-WÄSTLJUNG A., THORSEN J., SIREN G. 1986. *Genetic improvement of willows for energy forestry in Sweden*. Swedish University of Agricultural Sciences. Section of Energy Forestry. Rapport 43: 1–47.
- BOOTH T.C. 1985. *Agroforestry and Growing Wood Energy*. Forestry Commission, 17: 95–101.
- FRIEDRICH E. 1995. *Production conditions for managing fast-growing tree species by coppicing on short rotations on agricultural areas*. Holzzucht 49: 8–14.
- HOULE G., BARBEUX P. 1993. *Temporal variations in the rooting ability of cuttings of Populus balsamifera and Salix planifolia from natural clones-populations of subarctic Quebec*. Can. J. For. Res. 23: 2603–2608.
- LEDIN S. 1996. *Willow wood properties, production and economy*. Biomass and Bioenergy 11(2–3): 75–83.
- NEUNAN A. 1981. *Die mitteleuropäischen Salix-Arten*. Mitt. Der Forstlichen Bund. Versuchsanstalt Wien, 134: 1–154.
- POHJONEN V. 1984. *Biomass production with willows*. In: *ecology and Management of Forest Biomass*. Res. Swed. Univ. Agric. Sci. Rep. 15: 563–587.
- PRZYBOROWSKI J., WIWART M., SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J. 1997. *Możliwości wykorzystania kultur in vitro do produkcji sadzonek szybko rosnących klonów Salix*

sp. Zeszyty Nauk. AR Kraków, 318(50): 227–230.

SCHLÜTER U. 1985. *Untersuchungen über das Bewurzelungsvermögen Ingenier – Biologisch wichtiger Weidenarten während der Vegetationsperiode*. Zeitschrift für Vegetationstechnik, 8: 123–129.

STAFFA K. 1965. *Studia nad szybko rosnącymi wierzbami jako surowcem dla przemysłu celulozowo-papierniczego*. Hod. Roślin. Aklim. i Nasien. 9(2): 180–224, cz. II i III (3): 320–338.

SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J., KWIATKOWSKI J. 1998. *Możliwości wykorzystania biomasy Salix sp. pozyskiwanej z gruntów ornyc jako ekologicznego paliwa oraz surowca do produkcji celulozy i płyty wiórowych*. Post. Nauk Roln. 2: 53–63.

Słowa kluczowe: *Salix* sp., rozmnażanie, wzrost, plon biomasy, wartość kaloryczna drewna

Streszczenie

W latach 1996–1998 na polu Stacji Dydaktyczno-Doświadczalnej w Tomaszowie prowadzono dwuczynnikowe doświadczenie którego celem było określenie wpływu użytego do sadzenia materiału roślinnego: ukorzenionych minizrzeczów i standardowych zrzeczów, na procent przyjęć, wzrost, rozwój i plonowanie czterech klonów krzewiastych wierzb: 1020 – *Salix triandra*, 1033 – *Salix viminalis* x *S. viminalis lanceolata*, 1047 – *Salix viminalis* var. *gigantea*, 1048 – *Salix viminalis* var. *regalis*. Określono ponadto suchą masę drewna i jego wartość kaloryczną.

Po wysadzeniu w polu uzyskano średnio 92% ukorzenionych zrzeczów i 98% przyjętych roślin uzyskanych z minizrzeczów. Zrzeczy *S. viminalis* var. *gigantea* (1047) przyjęły się tylko w 72%. W pierwszym roku trwania eksperymentu plon biomasy i długość pędów były istotnie wyższe u roślin uzyskanych z ukorzenionych minizrzeczów niż z zrzeczów standardowych. Plon biomasy w drugim i trzecim roku użytkowania wyniósł średnio 38,7 t·ha⁻¹, najwyższy był (51,3 t·ha⁻¹) u klonu 1033 *S. viminalis* x *S. viminalis lanceolata*.

Zawartość suchej masy w drewnie wynosiła średnio 46,9%, a jego wartość kaloryczna wahała się od 19,02 MJ·kg⁻¹ suchej masy u klonu 1048 *S. viminalis* var. *regalis* do 19,5 MJ·kg⁻¹ s.m. u klonu 1047 *S. viminalis* var. *gigantea*.

Plon energii brutto zawarty w biomase jednorocznych pędów klonu 1033 równoważył energię zawartą w około 14 tonach węgla.

THE EFFECT OF PARENTAL MATERIAL OF *Salix* sp. ON PLANT GROWTH, BIOMASS YIELD AND HEATING VALUE OF THE WOOD

Stefan Szczukowski¹, Józef Tworowski¹, Jacek Kwiatkowski¹, Wiesław Sobotka²

¹ Department of Plant Breeding and Seed Production,
Warmia and Masuria University, Olsztyn

² Department of Animal Nutrition and Feed Management,
Warmia and Masuria University, Olsztyn

Key words: *Salix* sp., reproduction, growth, biomass yield, heating value of wood

Summary

In 1994–1996 period on the field belonging to Tomaszkowo Experimental Station (near Olsztyn) two-factorial experiment was carried out to determine the effects of parental material, i.e. rooted minicuttings and standard cuttings, on plant establishing rate, growth, development and yield of following four coppice willow clones: 1020 – *Salix triandra*, 1033 – *Salix viminalis* x *S. viminalis lanceolata*, 1047 – *Salix viminalis* var. *gigantea*, 1048 – *Salix viminalis* var. *regalis*. Wood dry matter and its heating value were also analysed.

After planting in the field 92% and 98% of rooted plants for standard cutting and minicuttings, respectively, were obtained on average. Cuttings of *S. viminalis* var. *gigantea* (1047) were established only at 72%. In the first year of experiment the biomass yield and shoot height were significantly higher for plants obtained from minicuttings as compared to those of standard cuttings. Biomass yields in second and third years averaged 38.7 t per ha being the highest for 1033 *S. viminalis* x *S. viminalis lanceolata* clone (51.3 t per ha).

Content of dry matter in harvested wood was 46.9% on an average and heating value ranged from 19.02 to 19.5 MJ per 1 kg wood DM for 1048 *S. viminalis* var. *regalis* and 1047 *S. viminalis* var. *gigantea*, respectively. Yield of energy contained in biomass of clone 1033 was equivalent to 14 ton of coal.

Prof. dr hab. Stefan **Szczukowski**
Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
Plac Łódzki 3
10-724 OLSZTYN-KORTOWO
e-mail: jtwor@moskit.art.olsztyn.pl