

## WPLYW CZĘSTOTLIWOŚCI ZBIORU I ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM NA PLONOWANIE WYBRANYCH KLONÓW WIERZBY KRZEWIASTEJ (*SALIX VIMINALIS* L.)

WŁADYSŁAW NOWAK, JÓZEF SOWIŃSKI, ANNA JAMA

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

wladyslaw.nowak@up.wroc.pl

**Synopsis.** Praca zawiera wyniki badań przeprowadzonych w latach 2004–2007 ze zróżnicowanym nawożeniem azotem 5 klonów wierzby krzewiastej, użytkowanych w cyklu co rocznym i co dwa lata. Doświadczenie założono w roku 2003 na glebie wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, określanej jako gleba brunatnoziemna typu płowego, o odczynie zbliżonym do obojętnego, zasobnej w fosfor, potas oraz średniej w magnez. Doświadczenie założono metodą podbloków (split-plot). Czynniki zmiennymi były: częstotliwość zbioru co roku i co dwa lata, zróżnicowane dawki azotu – bez azotu, 40 i 80 kg N·ha<sup>-1</sup>, pięć klonów wierzby krzewiastej – 1001, 1019, 1047, 1053 i 1054. Stwierdzono zróżnicowanie plonów suchej masy w zależności od częstotliwości zbioru, dawki azotu oraz między klonami. Zbiór co dwa lata dawał znacznie wyższe plony w porównaniu do zbioru corocznego. Dawka azotu w ilości 80 kg nie u wszystkich klonów powodowała zwiększenie plonów w porównaniu do dawki 40 kg azotu. Najwyżej plonował przy użytkowaniu co rocznym oraz co dwa lata klon 1054, najniżej natomiast 1019.

**Słowa kluczowe** – *key words*: częstotliwość zbioru – *cutting frequency*, dawki azotu – *nitrogen doses*, klony wierzby – *wilow clones*, wysokość roślin – *plants height*, liczba pędów – *number of stems*

### WSTĘP

Od początku lat 90 obserwuje się wzrost na gruntach ornych powierzchni uprawy roślin wykorzystywanych do celów energetycznych [Stolarski i in. 2002]. Przyczyn tego zjawiska jest kilka, między innymi wzrost powierzchni gruntów odłogowanych lub nie nadających się do produkcji żywności ze względu na zanieczyszczenie gleby. Głównym powodem jest konieczność uzupełniania bilansu energetycznego odnawialnymi źródłami energii, w tym biomasą. Zgodnie z wytycznymi Unii Europejskiej zawartych w „Strategii Rozwoju Energii Odnawialnej”, przyjętej przez nasz kraj [Kisiel i in. 2003], w roku 2010 udział energii odnawialnej w bilansie energetycznym kraju łącznie z biomasą powinien wynosić 7,5% a w roku 2020 – 14,0%. Zaletą biomasy jako odnawialnego paliwa jest zerowy bilans dwutlenku węgla uwalnianego podczas spalania, a także niższa w porównaniu do paliw kopalnych emisja dwutlenku siarki i tlenków azotu [Szczukowski i Tworkowski 2001, Szczukowski i in. 1998, Tworkowski i in. 2007].

Duże zainteresowanie wierzwą krzewiastą (*Salix viminalis* L.) jako odnawialnym źródłem energii wynika z niewielkich jej wymagań glebowych i termicznych oraz wysokich plonów. Można ją uprawiać na terenie całego kraju, nawet w warunkach podgórszych [Kozak i in. 2004], a czynnikami ograniczającymi jej uprawę są głównie niedobory wody i składników pokarmowych, w tym azotu, który jest najsilniej działającym czynnikiem plonotwórczym. Optymalna dawka azotu wpływa korzystnie na przyrost plonu oraz walory technologiczne surowca. Nadmiar azotu powoduje pogorszenie jakości surowca, poprzez nadmierne rozgałęzienie i łamli-

wość pędów. Niedobór azotu natomiast hamuje wzrost roślin poprzez zmniejszenie w liściach zawartości chlorofilu, co z kolei rzutuje na obniżenie wydajności fotosyntezy, a w konsekwencji zmniejszenie plonu. W uprawie wierzby wykorzystywanej do celów energetycznych, osiągnięcie możliwie wysokich plonów suchej masy jest podstawowym zadaniem uprawy tej rośliny. Wierzba jest rośliną, której plonowanie zależy w dużym stopniu od zaopatrzenia w wodę. Dlatego najlepiej jest jeżeli poziom wody gruntowej na plantacji wierzby waha się w przedziale 1,0–1,5 m [Szcukowski i in. 2006]. Stwierdzono, że w okresie wegetacji wierzby ilość opadów powinna wynosić nie mniej niż 300 mm, przy optymalnym poziomie wody gruntowej. Wymagania pokarmowe wierzby są niewielkie w pierwszym roku wegetacji, kiedy plon części nadziemnych jest bardzo mały. W kolejnych latach z plonem części nadziemnych pobierana jest znaczna ilość składników. Stwierdzono, że częstotliwość zbioru ma decydujący wpływ na plony biomasy wierzby [Błaszak i Harasimowicz-Hermann 2008, Kalembasa i in. 2006a, Kopp i in. 1997, Szcukowski i in. 2000, 2001].

Celem pracy było określenie wpływu częstotliwości zbioru oraz zróżnicowanych dawek azotu na wzrost, rozwój i plonowanie 5 klonów i mieszańców wierzby krzewiastej (*Salix viminalis* L.)

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie założono wiosną 2003 roku w Zakładzie Dydaktyczno-Badawczym Uniwersytetu Przyrodniczego w Pawłowicach (51°10' N, 17°06' E), na glebie wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, określanej jako gleba brunatnoziemna typu płowego, podtyp gleba opadowo-glejowa. Gleba ta jest zaliczana do klasy bonitacyjnej IIIb, kompleksu pszennego dobrego. Charakteryzowała się ona obojętnym odczynem, wysoką zasobnością w fosfor i potas oraz średnią w magnez. Gleba jest nadmiernie uwilgotniona w okresie wiosennym, natomiast w okresie lata poziom wody gruntowej spada poniżej 2 m. Doświadczenie założoną metodą podbłoków – „split-plot”, a badanymi czynnikami były:

- częstotliwość zbioru – co rok i co dwa lata,
- nawożenie azotem: bez azotu, 40 kg N·ha<sup>-1</sup>, 80 kg N·ha<sup>-1</sup>,
- klony wierzby krzewiastej i mieszańce oznaczone numerami:
  - 1001 – *Salix viminalis dasyclados* ssp. *Baltica*,
  - 1019 – *Salix viminalis selecta* x *americana*,
  - 1047 – *Salix viminalis* var. *gigantea*,
  - 1053 – Orm Valne,
  - 1054 – *Salix viminalis* 082.

W pierwszym roku badań nie stosowano nawożenia mineralnego, ze względu na dużą wrażliwość niektórych klonów na zasolenie, szczególnie w początkowym okresie [Wróbel i in. 2004]. W latach następnych stosowano zróżnicowane nawożenie azotem oraz 60 kg fosforu (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i 80 kg potasu (K<sub>2</sub>O)·ha<sup>-1</sup>. Sadzonki zdrewniałe wierzby wysadzono w rozstawie rzędów 0,7 m oraz w rzędzie co 40 cm, co w przeliczeniu na ha daje około 36 tys. sadzonek. Każdy klon został wysadzony na każdym podbloku w trzech powtórzeniach. Biomasa wierzby zbierano corocznie lub co dwa lata po zakończeniu okresu wegetacji. Wyniki pomiarów i plony przedstawiono jako średnie, przy zbiorze co rok z 4 lat a przy zbiorze co 2 lata z dwóch lat.

Warunki meteorologiczne w latach 2004–2007 były na ogół korzystne dla wzrostu, rozwoju i plonowania wierzby krzewiastej (tab.1). Średnie temperatury okresu wegetacji w latach badań były wyższe od średniej z wielolecia od 0,7–1,8°C, również średnie roczne były wyższe w porównaniu do średniej z wielolecia, co powodowało zwiększone parowanie i transpirację. Sumy

Tabela 1. Warunki meteorologiczne w okresach wegetacyjnych w latach 2004–2007

Table 1. Meteorological conditions during the growing seasons in 2004-2007

Lata Years	Miesiące – Months							średnia/suma mean/sum IV–IX	suma/sum X–III
	IV	V	VI	VII	VIII	IX			
Temperatura – Temperature (°C)									
2004	9,8	13,2	16,7	18,6	19,6	14,4	15,4	–	
2005	9,8	14,3	16,9	19,7	17,7	15,2	15,6	–	
2006	9,8	14,3	18,4	23,2	17,3	16,1	16,3	–	
2007	10,9	16,2	19,1	19,2	18,8	12,9	16,1	–	
1965–1970	8,1	13,9	16,7	18,5	17,7	13,3	14,7	–	
Opady – Rainfalls (mm)									
2004	21,5	39,1	43,9	66,1	33,0	25,8	229,4	220,9	
2005	25,5	121,0	36,3	109,3	51,0	20,2	363,3	235,0	
2006	51,1	15,9	56,6	12,0	166,7	17,6	319,9	212,5	
2007	2,7	50,3	69,2	92,4	52,8	46,1	389,1	301,5	
1965–1970	31,9	49,9	64,9	75,4	63,5	44,7	330,3	166,5	

opadów w okresie wegetacji różniły się od sumy z wielolecia. Najmniej opadów w okresie wegetacji zanotowano w roku 2004, niedobór w stosunku do sumy z wielolecia wynosił około 100 mm. Występowały w okresie badań miesiące z dużymi niedoborami opadów (kwiecień 2007, maj, lipiec i wrzesień 2006), które ujemnie wpływały i na plonowanie. W latach 2005 oraz 2006 występowały miesiące z sumą opadów przekraczającą sumy z wielolecia (maj i lipiec 2005, sierpień 2006). Rozkład miesięcznych opadów nie zawsze był korzystny dla wzrostu wierzby.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Uwzględnione w badaniach czynniki wpłynęły na zróżnicowanie cech u poszczególnych klonów. Liczba pędów wierzby na roślinie była wyraźnie zróżnicowana pomiędzy klonami, dawkami azotu oraz częstotliwością zbioru (tab. 2). Szczukowski i in. [2004] stwierdzili znaczne zróżnicowanie liczby pędów między klonami i ich mieszańcami, liczba pędów na roślinie wahała się średnio od 6,3 do 9,2. W badaniach Błaszak i Harasimowicz-Hermann [2008] liczba pędów przy zbiorze co rok wahała się od 17,4 do 19,7, natomiast gdy plony zbierano co dwa lata liczba pędów wahała się od 9,6 do 13,8. Kozak i Sowiński [2004] porównywali liczbę pędów u 13 klonów i mieszańców stwierdzili wahania liczby pędów od 10,2 do 22,5. W badaniach własnych liczba pędów przy zbiorze co rok wahała się od 5,3 do 10,6, a przy zbiorze co dwa lata od 5,0 do 9,0. Wzrost dawki azotu w porównaniu do kontroli powodował z reguły zmniejszenie liczby pędów w karpie przy zbiorze co rok. Zbiór co dwa lata klonów 1019, 1001, 1053, 1047 powodował zwiększenie liczby pędów w porównaniu do dawki 40 kg azotu, średnio o 1,6 szt.

Tabela 2. Wpływ częstotliwości zbioru i dawki azotu na liczbę pędów klonów wierzby (średnio 2004–2007)

Table 2. Effect of frequency cutting and nitrogen fertilization on willow clones stems number (mean of 2004–2007)

Nr klonu Clone No.	Zbiór co rok – Cutting every year				Zbiór co 2 lata – Cutting every 2 years			
	kg N·ha <sup>-1</sup>							
	0	40	80	średnio mean	0	40	80	średnio mean
1001	9,4	7,4	7,3	8,0	7,2	3,8	6,5	5,8
1019	6,2	5,3	4,5	5,3	4,1	4,7	6,2	5,0
1047	8,2	7,6	8,4	8,1	8,9	6,5	9,5	8,3
1053	12,9	10,1	8,8	10,6	9,0	8,9	9,3	9,1
1054	7,4	8,6	6,2	7,4	6,1	5,1	5,7	5,6
Średnio – Mean	8,8	7,8	7,0	7,9	7,1	5,8	7,4	6,8
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>								
dawki – doses N	0,8			0,9				
klony – clones	0,7			0,9				
interakcja interactions	1,5			1,1				

Największą liczbą pędów przy obydwu częstotliwościach zbioru wyróżniał się klon 1053, najmniejszą natomiast klon 1019.

Długość pędów oraz ich liczba w karpie na powierzchni 1 ha decydują o plonie biomasy z ha. W badaniach przeprowadzonych przez Stolarskiego i in. [2002], długość pędów 6 badanych klonów i ich mieszańców wahała się gdy zbierano plon co rok od 256 cm (klon 1051) do 297 cm (klon 1054). Gdy natomiast biomasa zbierano co dwa lata długość pędów mieściła się w przedziale od 328 cm (klon 1040) do 396 cm (klon 1054). Szczukowski i in. [2004] stwierdzili, że długość pędów między klonami i częstotliwością zbioru była znacznie zróżnicowana. Badania Błaszak i Harasimowicz-Hermann [2008] wykazały również duże zróżnicowanie długości pędów jednorocznych i dwuletnich – pędy dwuletnie były średnio dwa razy dłuższe od pędów jednorocznych. Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych (tab. 3). Pędy wierzby zbierane co dwa lata były średnio dwa razy dłuższe od pędów jednorocznych. Stwierdzono istotnie zróżnicowaną reakcję klonów na częstotliwość zbioru i nawożenie azotem. Wzrost dawki azotu o 40 kg przy corocznym pozyskiwaniu biomasy powodował w porównaniu do kontroli wzrost długości pędów, natomiast zwiększona dawka do 80 kg powodowała zmniejszenie długości pędów, średnio o około 30 cm. Zbiór pędów co dwa lata miał zróżnicowany wpływ na poszczególne klony. Dawka azotu w ilości 80 kg powodowała zwiększenie długości pędów w porównaniu do dawki 40 kg średnio o około 26 cm. Najdłuższymi pędami gdy plon zbierano co dwa lata wyróżniał się klon 1054, najkrótszymi natomiast 1001.

Plon suchej masy uzyskany z ha decyduje o wartości energetycznej, natomiast plon świeżej masy ma decydujący wpływ na koszty transportu biomasy do odbiorcy (elektrowni). Zawartość suchej masy w świeżej masie klonów waha się zwykle w przedziale od 45,0% do 48,1%

Tabela 3. Wpływ częstotliwości zbioru i dawki azotu na wysokość pędów klonów wierzby (cm) (średnio 2004–2007)

Table 3. Effect of frequency cutting and nitrogen fertilization on willow clones stems height (cm) (mean of 2004–2007)

Nr klonu Clone No.	Zbiór co rok – Cutting every year				Zbiór co 2 lata – Cutting every 2 years			
	kg N·ha <sup>-1</sup>							
	0	40	80	średnio mean	0	40	80	średnio mean
1001	113	115	94	107	214	194	249	219
1019	174	170	162	169	258	335	293	295
1047	147	127	101	125	318	333	312	321
1053	148	192	130	157	305	324	310	313
1054	164	208	168	180	377	199	348	308
Średnio – Mean	149	162	131	148	294	277	302	291
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>								
dawki – doses N	7				17			
klony – clones	9				18			
interakcja interactions	13				20			

i jest zależna od częstotliwości zbioru, przebiegu pogody i terminu zbioru [Szczukowski i in. 2004]. W badaniach własnych zawartość suchej masy w świeżej masie była mało zróżnicowana i wahała się w przedziale od 47,1 do 49,5%. W badaniach przeprowadzonych przez Szczukowskiego i in. [2004] oraz Stolarskiego i in. [2002] plony suchej masy klonów zbieranych co 2 lata, jak również co 3 lata w przeliczeniu na rok były wyższe w porównaniu do plonów wierzby zbieranej co rok przy standardowym nawożeniu na ha 40 kg azotu, 40 kg fosforu i 80 kg potasu. W innych badaniach działanie zróżnicowanych dawek azotu w formie osadu ściekowego w dawkach: 100, 150 i 200 kg N·ha<sup>-1</sup> miało mały wpływ na plonowanie [Kalembasa i in. 2006a, 2006b]. Po zastosowaniu 100 kg azotu plon klonu 1056 w drugim i trzecim roku uprawy w porównaniu do kontroli plonował tylko o około 3 t wyżej. Badania przeprowadzone w rejonie Sudetów [Kozak i Sowiński 2004] wykazały znaczne zróżnicowanie rocznych plonów suchej masy między klonami, średnio z trzech lat w przedziale od 14,7 (klon 1009) do 31,6 t·ha<sup>-1</sup> (klon 1023). Rezultatem stosunkowo wysokich plonów uzyskanych w tych warunkach była wyższa suma opadów w porównaniu do Nizy Dolnośląskiego. Przy krótkich cyklach zbioru plonowanie zależy w dużym stopniu od doboru odpowiedniego klonu lub mieszańca [Kopp i in. 1997, McCracken i in. 2001, Stolarski i in. 2002]. Plony suchej masy klonów wierzby krzewiastej w badaniach własnych były istotnie zróżnicowane w zależności od częstotliwości zbioru i dawki azotu (tab. 4). Zbiór co dwa lata dawał średnio w przeliczeniu na rok ponad dwukrotnie wyższe plony suchej masy. Z porównywanych klonów najwyżej plonował klon 1054, zarówno przy zbiorze co rocznym jak i co dwa lata. Średnio najwyższe plony suchej masy przy zbiorze co rocznym uzyskano na dawce 40 kg azotu. Inaczej natomiast kształtowały się plony przy użytkowaniu co dwa lata. Przy tej częstotliwości zbioru stwierdzono indywidualną reakcję klonów

Tabela 4. Wpływ częstotliwości zbioru i dawki azotu na plon suchej masy klonów wierzby ( $t \cdot ha^{-1}$ ) (średnio 2004–2007)

Table 4. Effect of frequency cutting and nitrogen fertilization on dry matter of willow clones ( $t \cdot ha^{-1}$ ) (mean of 2004–2007)

Nr klonu Clone No.	Zbiór co rok – Cutting every year				Zbiór co 2 lata – Cutting every 2 years			
	kg N·ha <sup>-1</sup>							
	0	40	80	średnio mean	0	40	80	średnio mean
1001	4,7	7,0	5,2	5,6	11,8	10,6	16,8	13,1
1019	4,9	7,8	4,0	5,6	12,2	17,7	11,3	13,7
1047	5,1	5,4	8,1	6,2	17,4	16,3	14,0	15,9
1053	4,2	9,6	5,9	6,6	12,2	18,3	17,4	16,0
1054	8,2	11,7	8,2	9,4	20,5	17,6	23,7	20,6
Średnio – Mean	5,4	8,3	6,3	6,7	14,8	16,1	16,6	15,9
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>								
dawki – doses N	1,2			2,3				
klony – clones	0,9			2,3				
interakcja interactions	0,7			2,2				

na nawożenie azotem. Klon 1001 najwyżej plonował wtedy na dawce 80 kg azotu, plon suchej masy klonu 1054 uległ również podwyższeniu w porównaniu do dawki 40 kg azotu, natomiast klony: 1019, 1047, 1053 plonowały niżej w porównaniu do dawki 40 kg azotu. Trudne do wytłumaczenia jest natomiast wysokie plonowanie klonu 1054 na obiekcie kontrolnym, wyższe niż na dawce 40 kg azotu.

## WNIOSKI

1. Stwierdzono istotny wpływ częstotliwości zbioru klonów wierzby na plon suchej masy, liczbę pędów i ich wysokość. Zbiór plonu co dwa lata dawał plon suchej masy około dwukrotnie większy w porównaniu do plonu przy zbiorze co rocznym, liczba pędów w karpie ulegała z reguły zmniejszeniu a długość pędów była ponad dwukrotnie większa.
2. Wzrost dawki azotu z 40 do 80 kg·ha<sup>-1</sup> gdy biomasa zbierano co rok powodował zmniejszenie plonu suchej masy wszystkich klonów. Po zwiększeniu dawki azotu do 80 kg i zbiorze plonu co dwa lata zaznaczyła się indywidualna reakcja klonów na zwiększoną dawkę azotu, klony 1054 oraz 1001 plonowały na tej dawce wyżej w porównaniu do dawki 40 kg azotu.
3. Co roczny cykl zbioru był najbardziej korzystny dla klonu 1054, natomiast gdy plon zbierano co dwa lata najwyżej plonował klon 1054 oraz klony 1053 i 1047. Najniżej natomiast plonowały klony 1001 i 1019 przy obydwu częstotliwościach zbioru.
4. Można przypuszczać, że przyczyną słabej reakcji klonów, lub jej brak w plonach na dawkę 80 kg azotu było niedostateczne zaopatrzenie roślin w wodę.

## PIŚMIENNICTWO

- Błaszak S., Harasimowicz-Hermann G. 2008. Wzrost i pokrój klonów wierzby (*Salix*) przy jednorocznym i dwuletnim cyklu gromadzenia biomasy. *Fragm. Agron.* 25(2): 5–18.
- Kalembasa D., Malinowska E., Siewniak M. 2006a. Wpływ nawożenia na plonowanie wybranych gatunków wierzby krzewiastej. *Acta Agrophys.* 8(1): 119–126.
- Kalembasa D., Szczukowski S., Cichuta R., Wysokiński A. 2006b. Plon biomasy i zawartość azotu w wierzbie (*Salix viminalis* L.) przy zróżnicowanym nawożeniu azotem. *Pam. Puł.* 142: 171–178.
- Kisiel R., Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J. 2003. Energochłonność i efektywność energetyczna uprawy wierzby krzewiastej. *Fragm. Agron.* 20(3): 87–96.
- Kopp R.F., Abrahamson L.P., White E.H., Burns K.F., Nowak C.A. 1997. Cutting cycle and spacing effects on biomass production by a willow clone in New York. *Biomass Bioenerg.* 12: 313–319.
- Kozak M., Sowiński J. 2004. Możliwości uprawy szybkoorosnących klonów wierzby (SALIX) w warunkach sudeckich. *Probl. Zagosp. Ziem Górsk.* 50: 83–90.
- McCracken A.R., Dawson W.M., Bowden G. 2001. Yield responses of willow (*Salix*) grown in mixtures in short rotation coppice (SRC). *Biomass Bioenerg.* 21: 313–319.
- Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J. 2002. Produktywność klonów wierzby krzewiastej uprawianych na gruntach ornym w zależności od częstotliwości zbioru i gęstości sadzenia. *Fragm. Agron.* 19(2): 43–50.
- Szczukowski S., Tworkowski J. 2001. Produktywność oraz wartość energetyczna biomasy wierzby krzewiastej *Salix* sp. na różnych typach gleb w pradolinie Wisły. *Post. Nauk Rol.* 2: 29–38.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Kwiatkowski J. 1998. Możliwości wykorzystania biomasy *Salix* sp. pozyskiwanej z gruntów ornym jako ekologicznego paliwa oraz surowca do produkcji celulozy i płyt wiórowych. *Post. Nauk Rol.* 2: 53–61.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M. 2000. Biomasa krzewiastej wierzby (*Salix* sp.) pozyskiwana na gruntach ornym odnawialnym źródłem energii. *Pam. Puł.* 120: 421–427.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M. 2006. Wierzba energetyczna. *Plantpress*, Kraków: ss. 46.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M., Przyborowski J. 2004. Plon biomasy wierzby krzewiastej pozyskiwanej z gruntów rolniczych w cyklach jednorocznych. *Fragm. Agron.* 21(2): 5–16.
- Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M., Sobotka W. 2001. Biomasa wierzby krzewiastej z plantacji polowych źródłem ekologicznego paliwa i surowców. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 478: 343–350.
- Tworkowski J., Szczukowski S., Stolarski M. 2007. Charakterystyka biomasy wierzby jako paliwa. W: *Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa - Szanse i problemy*. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa: 82–84.
- Wróbel J., Gregorczyk J. 2004. Wstępne badania tolerancji trzech form *Salix viminalis* L. na zróżnicowane stężenie NaCl wprowadzone do podłoża. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 496: 403–413.

W. NOWAK, J. SOWIŃSKI, A. JAMA

**THE EFFECT OF HARVEST FREQUENCY AND DIFFERENTIATED NITROGEN FERTILIZATION ON YIELDING OF SELECTED CLONES OF WILLOW (*SALIX VIMINALIS* L.)**

**Summary**

In the years 2004–2007, field investigations were performed with five willow clones (*Salix viminalis* L., denoted with the numbers 1001, 1019, 1047, 1053 and 1054), harvested every year and every other year, fertilized with differentiated doses of nitrogen: no nitrogen, 40 kg N·ha<sup>-1</sup> and 80 kg N·ha<sup>-1</sup>. Two times during vegetation (end of June and end of September) sprouts were counted on each plant and height of three tallest shoots were measured. After the falling of leaves the fresh mass was harvested and on deter-

mination of dry mass % the yield of dry mass was calculated. The number of sprouts was differentiated depending on harvest frequency, nitrogen dose and between clones. The increasing dose of nitrogen caused, on average, a decrease in the number of shoots each year at harvest; while with harvest every other year the 80 kg dose of nitrogen increased the number of shoots compared to 40 kg nitrogen dose. The highest number of shoots at harvest, both each year and every other year, had the clone 1053 and the smallest the clone 1019. The height of shoots varied also under the effect of the factors studied. Increased doses of nitrogen at harvest every second year increased the length of shoots, while with harvest every year the 80 kg nitrogen dose had no effect on shoot length. Willow shoots harvested every other year were on average 1 m longer than those harvested every year. Dry mass yield per year of willow clones collected every second year were about two times bigger than those harvested every year. With year by year harvest the highest yields were obtained with 40 kg nitrogen, whereas the 80 kg dose caused a decrease in dry mass yield. The increased 80 kg nitrogen dose with harvest every other year had a differentiated effect on yields of the respective clones. Clones 1001 and 1054 reacted with increased yield, whereas the remaining clones did not react with increased yield. With both harvest frequencies the clone 1054 yielded best.