

Wpływ nawożenia na przyrosty pędów klonów wierzby krzewiastej w 2008 roku w okolicach Koszalina¹

*Leszek Styszko
Politechnika Koszalińska,
Centrum Naukowo-Badawcze Energii Odnawialnej*

*Diana Fijałkowska, Monika Sztyma
Politechnika Koszalińska*

1. Wstęp

Odnawialne źródła energii (OZE) będą miały znaczący udział w bilansie energetycznym w Polsce [7]. Podstawowym źródłem energii odnawialnej w Polsce jest biomasa, a jej udział w bilansie paliwowym corocznie wzrasta. Uważa się, że biomasa jest najmniej kapitałochłonnym odnawialnym źródłem energii, a jej produkcja może praktycznie przebiegać samoistnie. Niewykorzystane tereny rolnicze, mogą być w przyszłości wykorzystane do produkcji biopaliw. Są też stwierdzenia skrajne, że rośliny energetyczne można uprawiać na glebie o dowolnej jakości – nawet na nieużytkach [1, 6]. Zapotrzebowanie na biomasę stałą do energetyki systemowej i ciepłej w 2020 roku wyniesie około 17,5 mln ton suchej masy [3]. Coroczne wyprodukowanie takiej ilości biomasy wymagać będzie opracowania efektywnej technologii jej pozyskiwania, z uwzględnieniem gatunków i odmian, oraz warunków uprawy i zbioru.

Celem pracy była ocena wzrostu pędów kilku klonów wierzby krzewiastej (*Salix viminalis*) w czwartym roku po sadzeniu, uprawianych w rejonie Koszalina, na glebie lekkiej, na zróżnicowanym nawożeniu organicznym i mineralnym.

¹ Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2011 jako projekt badawczy

2. Materiał i metoda

Dziewięć klonów wierzby wysadzono w I dekadzie kwietnia 2005 roku na polu doświadczalnym Politechniki Koszalińskiej – w Kościernicy, na glebie lekkiej klas IVb-V przy zagęszczeniu 33,2 tys. karp na hektarze [9]. Zimą 2005/2006 roku skoszono pierwszoroczne odrosty pędów. Na istniejących nasadzeniach wierzby, w 2006 roku założono doświadczenie ściśle metodą losowanych podbloków w układzie zależnym w trzech powtórzeniach, gdzie podblokami I rzędu były cztery kombinacje nawozowe, a II rzędu – dziewięć klonów wierzby. Poletko ma powierzchnię 34,5 m² (2,3 x 15,0 m). Na poletku o szerokości 230 cm, w jego centralnej części znajdują się trzy rzędy karp wierzby rozmieszczone co 40 cm, a z każdej strony zewnętrznych rzędów znajduje się wolna przestrzeń o szerokości 75 cm.

W ramach kombinacji nawozowych zastosowano: obiekty bez nawożenia (a), nawożone kompostem w ilości 15 t·ha⁻¹ świeżej masy (b), nawożone kompostem jak w kombinacji „b” i hydrofoską 16 w ilości N – 90 kg·ha⁻¹, P₂O₅ – 90 kg·ha⁻¹ i K₂O – 90 kg·ha⁻¹ (c) oraz nawożone kompostem jak w kombinacji „b” i hydrofoską 16 w ilości N – 180 kg·ha⁻¹, P₂O₅ – 180 kg·ha⁻¹ i K₂O – 180 kg·ha⁻¹ (d). W kwietniu 2006 roku zastosowano pogłównie, zgodnie ze schematem doświadczenia, nawożenie kompostem oraz hydrofoską 16. Nawozy te ręcznie wymieszano z glebą. W latach 2007 i 2008, przed ruszeniem vegetacji wierzby, wysiano tylko nawóz hydrofoskę 16. Do zwalczania chwastów zastosowano herbicydy doglebowe przed sadzeniem wierzby w kwietniu 2005 roku oraz nalistne w maju w latach 2005 i 2006. W latach tych także zwalczano szkodniki żerujące na liściach. We wrześniu 2007 roku zamontowano 12 piezometrów. Pomiary nie wykazały występowania lustra wody gruntowej do głębokości 600 cm. Oznacza to, wzrost pędów odbywał się wyłącznie z wody opadowej.

Do badań włączono klony wierzby: 1047 (A), 1054 (B), 1023 (C), 1013 (D), 1052 (E), 1047D (F), 1956 (G), 1018 (H) i 1033 (K).

W latach 2005÷2008 roku podczas vegetacji wierzby wykonywano obserwacje odrastania pędów na 10 roślinach, dokonując pomiarów wysokości pędów i ich grubości oraz liczby pędów w krzaku w czterech terminach (31 V, 30 VI÷31 VII, 30 VIII i 30 XI). Pomiary grubości pędów wykonano suwmiarką na wysokości 10 cm od ziemi.

Dla badanych cech wykonano analizy wariancji oraz oceniono strukturę procentową komponentów wariancyjnych dla modelu mieszanego. Istotność efektów oceniono testem F.

Dane o przebiegu pogody w okresie styczeń – grudzień z lat 2005÷2008 zaczerpnięto z automatycznej stacji meteorologicznej IHAR w Boninie oddalonej w linii prostej o 10 km od pola doświadczalnego w Kościernicy.

3. Wyniki i dyskusja

Wegetacja klonów wierzby rozpoczęła się w III dekadzie kwietnia 2008 roku. Warunki atmosferyczne w okresie wegetacji przytoczono w tabeli 1, a w tabeli 2 – podano dodatkowo dane o opadach w latach 2005÷2008.

W 2008 roku spadło 855 mm opadów, z czego w okresie wegetacji wierzby – 459 mm. Rozkład opadów był nierównomierny. Głęboka susza wystąpiła w maju, a posucha – w lipcu. Natomiast duże ilości opadów wystąpiły w sierpniu. W następstwie suszy, która trwała od 19 kwietnia do 11 czerwca 2008 r. (7,0 mm opadów deszczu) następowało zamieranie części pędów w krzakach wierzby.

Dane w tabeli 2 pokazują, że w latach 2005÷2008 spadło dużo opadów (w 2005 r. – 704,4 mm i w 2007 r. – 1062,0 mm), ale ich rozkład w okresie wegetacji był nierównomierny. Głębokie susze wystąpiły w kwietniu 2005 r., w maju 2008 r. i w lipcu 2006 roku, a duże ilości opadów (przeciętnie >3 mm dziennie) w 2005 r. w lipcu, w 2006 r. – w sierpniu, w 2007 r. w czerwcu i lipcu oraz w 2008 roku – w sierpniu.

Tabela 1. Dane meteorologiczne dla Bonina k. Koszalina w okresie kwiecień÷październik 2008 według IHAR Bonin

Table 1. Meteorological data for Bonin near Koszalin from April to October 2008 according to IHAR Bonin

Miesiąc	Opad, mm	Średnia dobowa temperatura powietrza	Współczynnik Sielianinowa
Kwiecień [IV]	64,8	7,3	2,96
Maj [V]	6,4	12,6	0,16
Czerwiec [VI]	85,4	16,0	1,78
Lipiec [VII]	55,4	18,1	0,99
Sierpień [VIII]	135,2	17,3	2,52
Wrzesień [IX]	44,4	12,6	1,17
Październik [X]	67,4	9,1	2,39
Okres IV÷X	459,0	13,3	1,61
Okres I÷XII	855	9,2	2,53

Ilości opadów w okolicach Koszalina były wyższe niż na polderze Nielegowo w Wielkopolsce [8] od 63 mm w 2005 roku do 361,4 mm w 2007 roku, czyli od 21% do 123%). Stąd pomimo nierównomiernego rozkładu opadów deszczu w okresie wegetacji, to warunki uprawy wierzby na Pomorzu według kryterium opadów (> 575 mm rocznie) w latach 2005 – 2008 były korzystniejsze niż w Wielkopolsce, co potwierdza opracowanie IUNG [5].

Tabela 2. Opady [mm] w Boninie k. Koszalina w latach 2005÷2008 według IHAR Bonin

Table 2. Precipitation [mm] for Bonin near Koszalin in years 2005÷2008 according to IHAR Bonin

Miesiąc	Lata			
	2005	2006	2007	2008
Kwiecień [IV]	10,8	62,2	34,6	64,8
Maj [V]	86,8	69,8	75,0	6,4
Czerwiec [VI]	30,6	68,6	126,6	85,4
Lipiec [VII]	96,4	21,2	203,6	55,4
Sierpień [VIII]	74,6	233,2	74,2	135,2
Wrzesień [IX]	31,4	55,4	99,8	44,4
Październik [X]	33,4	38,8	40,6	67,4
Okres IV÷X	364,0	549,2	654,4	459,0
Okres I÷XII	704,4	753,4	1062,0	855,0

Analiza komponentów wariacyjnych wykazała w stosunku do wcześniejszych prac autora [9, 10, 11] wzrost relatywnego znaczenia czynnika losowego, nawożenia i współdziałania nawożenia z klonami, a malejące znaczenie długości okresu wegetacji wierzby i jej klonów (tabela 3).

Tabela 3. Wpływ badanych czynników na zmienność cech w doświadczeniu polowym w 2008 roku.

Table 3. Influence of tested factors on the variability of characteristics in the field experiment in 2008

Komponent wariacyjny	Poziomy czynnika	Struktura procentowa komponentów wariacyjnych		
		długość pędów	grubość pędów	liczba pędów
Terminy obserwacji [A]	4	9,6***	2,8**	5,2
Nawożenie [B]	4	4,4	10,6*	7,3***
Klony wierzby [C]	9	7,7***	2,5***	4,1***
Współdz. BA		0,0	0,0	0,0
Współdz. CB		9,4***	8,7***	4,6*
Współdz. CA		0,0	0,0	0,0
Współdz. CBA		0,0	0,0	0,0
Czynniki losowe		68,9	75,4	78,8
Suma		100,0	100,0	100,0

Istotność przy poziomie ufności: * $\alpha=0,05$; ** $\alpha=0,01$; *** $\alpha=0,001$;

Tabela 4. Wpływ badanych czynników na analizowane cechy
Table 4. Influence of tested factors on analysed characteristics

Badany czynnik	Poziomy czynnika	Długość pędów, cm	Grubość pędów, mm	Liczba pędów w krzaku, sztuk
Terminy obserwacji [A]	I	293,5	16,1	4,43
	II	299,6	16,9	4,43
	III	337,6	17,6	3,67
	IV	329,8	17,8	4,19
	NIR _{0,05}	11,0***	0,8**	0,58
Nawożenie [B]	a	306,5	16,1	4,53
	b	292,1	15,4	4,45
	c	332,2	18,0	3,66
	d	329,7	18,8	4,07
	NIR _{0,05}	36,4	2,3*	0,40***
Klony wierzby [C]	A	346,3	18,2	3,97
	B	327,1	16,5	3,85
	C	326,9	17,3	3,71
	D	303,5	18,3	4,55
	E	324,9	16,4	4,18
	F	323,3	17,6	4,68
	G	277,9	16,5	4,28
	H	305,2	16,4	4,44
	K	301,1	16,5	3,96
	NIR _{0,05}	15,5***	1,1***	0,48***

Istotność przy poziomie ufności: * $\alpha=0,05$; ** $\alpha=0,01$; *** $\alpha=0,001$;
 Dla NIR podano wartość liczbową dla poziomu ufności $\alpha=0,05$

Przeciętny przyrost długości i grubości pędów w okresie wegetacji 2008 roku wyniósł odpowiednio 36 cm i 1,7 mm (tabela 4). Przeciętne różnice między klonami wyniosły 68 cm długości i 1,9 mm grubości pędów. Przeciętny efekt nawożenia na długość pędów nie był udowodniony, a był istotny dla grubości pędów (3,4 mm).

Przyrosty długości pędów w okresie wegetacji były największe w pierwszym roku – 185,3 cm (2006 r.), mniejsze w drugim roku – 95,4 cm (2007 r.), a najmniejsze w trzecim roku uprawy – 36,3 cm (2008 r.) [4, 11]. Podobnie było z przyrostami grubości pędów. W pierwszym roku uprawy osiągnęły one grubość 10,7 mm, w drugim – 3,1 mm i w trzecim – 1,7 mm [2, 11].

W analizach wykazano istotne efekty współdziałania nawożenia z klonami wierzby (tabela 3). Dla jej zobrazowania podano dane o wpływie tej interakcji dla długości i grubości pędów (tabela 5 i 6).

Tabela 5. Wpływ nawożenia na długość pędów u odmian wierzby
Table 5. Influence of fertilization on length of shoot of salix clones

Klon wierzby	Kombinacje nawozowe				
	a	b	c	d	różnice pomiędzy wartościami skrajnymi
A	330,0	319,1	360,3	375,8	56,7
B	295,7	317,8	358,8	335,9	63,1
C	321,9	303,7	364,3	317,7	60,6
D	305,6	312,0	292,2	304,4	19,8
E	290,4	307,4	329,0	372,9	82,5
F	320,6	273,6	375,9	323,5	102,3
G	305,4	269,1	270,8	266,5	38,9
H	313,3	245,5	319,4	342,5	97,0
K	276,1	280,6	319,7	327,9	51,8
NIR _{0,05}		31,0 i 46,6***			

Mniejsza wartość NIR_{0,05} dla porównania kombinacji nawozowych w klonie, a większa dla porównania klonów w ramach kombinacji nawozowych

Tabela 6. Wpływ nawożenia na grubość pędów u odmian wierzby
Table 6. Influence of fertilization on thickness of shoot of salix clones

Klon wierzby (C)	Kombinacje nawozowe (B)				
	a	b	c	d	różnice pomiędzy wartościami skrajnymi
A	16,7	15,5	18,9	21,9	6,4
B	13,6	15,6	18,2	18,5	4,9
C	16,3	15,7	19,3	17,8	3,6
D	17,9	18,6	18,2	18,5	0,7
E	14,2	15,1	16,4	20,0	5,8
F	17,1	14,2	20,9	18,2	6,7
G	18,2	15,2	15,7	16,8	3,0
H	16,4	12,9	17,4	18,9	6,0
K	14,9	15,4	16,9	18,7	3,8
NIR _{0,05}		2,2 i 3,1***			

Mniejsza wartość NIR_{0,05} dla porównania kombinacji nawozowych w klonie, a większa dla porównania klonów w ramach kombinacji nawozowych

Na dziewięć badanych klonów tylko jeden (klon D) nie zareagował w przyroście długości i grubości pędów na nawożenie (tabela 5 i 6). Reakcja pozostałych klonów nie była jednakowa. Najdłuższe i najgrubsze pędy w kombinacji bez nawożenia (a) dał klon G, w kombinacji z nawożeniem kompostem

(b) – klon D, w kombinacji z nawożeniem kompostem i niskim mineralnym (c) – klony C i F oraz przy długości pędów dodatkowo klon B, a w kombinacji z nawożeniem kompostem i wysokim mineralnym – klony A, E, H i K oraz przy grubości pędów – klon B.

Analizy powyższe są pierwszymi w literaturze danymi wskazującymi na zróżnicowaną reakcję klonów wierzby na nawożenie organiczne i mineralne. Brak reakcji na nawożenie lub też wydanie najdłuższych i najgrubszych pędów w kombinacji bez nawożenia wskazuje, że klony te można zaliczyć do grupy o małych wymaganiach nawozowych (klony D i G). Klony o średnich wymaganiach nawozowych to te, które miały najdłuższe i najgrubsze pędy w kombinacji „c”, czyli klony C i F oraz klon B przy długości pędów. Klony o dużych wymaganiach nawozowych to te, które miały najdłuższe i najgrubsze pędy w kombinacji „d”, czyli klony A, E H i K oraz klon B przy grubości pędów.

Ostateczną klasyfikację klonów pod względem ich wymagań nawozowych uzyska się dopiero po ocenie plonu suchej masy, bowiem nie wszystkie klony po zbiorze po drugiej vegetacji zawierały tę sama jej ilość [12].

4. Wnioski

1. W rejonie Koszalina w okresie vegetacji wierzby w 2008 roku (kwiecień÷październik) spadło mniej opadów niż w latach 2006 i 2007, ale więcej niż 2005 roku.
2. Wstępnie wyodrębniono trzy grupy klonów wierzby pod względem wymagań nawozowych biorąc pod uwagę ich roczne przyrosty długości i grubości pędów. Do grupy klonów o bardzo małych wymaganiach nawozowych zakwalifikowano klony D i G, o średnich – klony C i F oraz klon B przy długości pędów, a o wysokich – klony A, E, H i K oraz klon B przy grubości pędów.

Literatura

1. **Faber A.:** *Potencjał uprawy roślin energetycznych w Polsce.* Wieś Jutra, 7(84), 21-22, 2005.
2. **Fronczek A.:** *Wpływ nawożenia kompostem z osadów komunalnych na zawartość fosforu w glebie przy uprawie wierzby energetycznej.* Praca magisterska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 75s., 2007.
3. **Grzybek A.:** *Prognoza wykorzystania odnawialnych źródeł energii w sektorze rolnym na tle przemian.* [W:] *Rozwój energii odnawialnej na Pomorzu Zachodnim.* Praca zbior. pod red. Piotra Lewandowskiego i Władysława Nowaka. Koszalin, 8-9 grudnia 2004, 211-218, 2004.
4. **Grodzki K.:** *Wpływ nawożenia kompostem z osadów komunalnych na zawartość azotu mineralnego w glebie przy uprawie wierzby energetycznej.* Praca magisterska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 59s., 2007.

5. **Jadczyzsyn J.:** *Lokalizacja przestrzenna plantacji*. W:] Ciechanowicz W., Szczukowski S. (red), Paliwa i energia XXI wieku. WSiLiZ, Oficyna Wydawnicza WIT, Warszawa, 218-230, 2006.
6. **Kotowski W.:** *Możliwości i granice*. Agroenergetyka nr 2(24), 10-12, 2008.
7. **Lewandowski W.M.:** *Proekologiczne odnawialne źródła energii*. Wyd. czwarte uaktualnione. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa: 432s, 2007.
8. **Przybyła Cz., Kozaczyk P., Sielska I., Bykowski J., Mroziak K.:** *Zmiany uwilgotnienia gleb polderu Nielegowo w okresach wegetacyjnych lat 2005 do 2007*, Rocznik Ochrony Środowiska Tom 11, w druku, 2009.
9. **Styszko L., Kustra W.:** *Obserwacje rozwojowe wierzby genotypów wierzby krzewiastej w okolicach Koszalina*. Koszalińskie Studia i Materiały Nr 9, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 73-80, 2006.
10. **Styszko L., Fijałkowska D., Sztyma M.:** *Obserwacje rozwojowe klonów wierzby krzewiastej w 2006 roku w okolicach Koszalina*. Politechnika Koszalińska. Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej nr 23, 819-825, 2007.
11. **Styszko L., Fijałkowska D., Sztyma M.:** *Obserwacje rozwoju wierzby energetycznej w 2007 roku*. Rocznik Ochrony Środowiska Tom 10. 425-432, 2008.
12. **Styszko L., Fijałkowska D., Sztyma M.:** *Plonowanie klonów wierzby krzewiastej (Salix spp.) w zróżnicowanych warunkach uprawy na terenach odlogowanych na Pomorzu Środkowym*. Warszawa, PAN KPZK, Biul. Z. 239, 172-180, 2008.

Influence of Fertilization on Shoot of *Salix viminalis* Growth in the Year 2008 in Koszalin Region

Abstract

The paper estimates growing of shoot of *Salix viminalis* in the third year after mowing one-year old shoots of nine clones grown in Koszalin region, on the light soil, with application of compost from municipal sediments and diverse doses of the commercial fertilizer.

In Koszalin region during vegetation period of salix in 2008 (April-October) precipitation was lower than in years 2006 and 2007, and higher than in 2005.

Initially three groups of salix clones were distinguished in relation to fertilization requirements taking into consideration their yearly increases of length and thickness shoot. Clones D and G were classified into the group of clones with very small fertilization requirements, clones C and F and clone B with the length of speeds were classified into the group with average fertilization requirements, and clones A, E, H and K and clone B with thickness of shoot were classified into the group with high fertilization requirements.

Only one clone (clone D) out of nine investigated did not react in increase of length and thickness of shoot on fertilization (tables 5 and 6). The reaction of remaining

eight clones was not equal. The longest and thickest shoots in the combination without fertilization (a) gave clone G, in the combination with fertilization with the compost (b) – clone D, in the combination with fertilization with the compost and low mineral (c) - clones C and F and with the length of shoots additionally clone B, and in the combination with fertilization with the compost and high mineral – clones A, E, H and K and with the thickness of shoot - clone B.

Analyses presented in the paper are the first in the literature data proving diverse reaction of salix clones on organic and mineral fertilization.

The final classification of clones regarding their fertilization requirements will be gained after crop of dry mass assessment, because not all clones after harvesting after second vegetation contained equal amount of dry mass [12].

