

WPLYW NASTĘPCZY NAWOŻENIA KOMPOSTEM Z OSADÓW KOMUNALNYCH ORAZ CZĘSTOTLIWOŚCI KOSZENIA NA ARCHITEKTURĘ ŁANU WIERZBY ENERGETYCZNEJ W DALSZYCH LATACH UPRAWY

Leszek Styszko, Diana Fijałkowska
Politechnika Koszalińska

Streszczenie. Celem pracy jest ocena efektu następczego nawożenia kompostem z osadów komunalnych i azotem mineralnym oraz wariantów koszenia w latach 2006–2009 na architekturę łanu dziewięciu klonów wierzby energetycznej w latach 2012–2014. W latach 2006–2009 zastosowano nawożenie: (A) obiekty bez nawożenia, (B) nawożone kompostem z osadów komunalnych ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ s.m.), (C) nawożone kompostem z osadów komunalnych ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ s.m.) i azotem mineralnym w ilości $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz (D) nawożone kompostem z osadów komunalnych ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ s.m.) i azotem mineralnym w ilości $180 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. W latach 2010–2014 nie stosowano żadnego nawożenia. Zastosowano trzy warianty koszenia wierzby na poletkach. Pomiary biometryczne na wierzbie wykonano w latach 2012–2014. Badania wykazały, że intensyfikacja uprawy wierzby w latach 2006–2009 na glebie lekkiej wpływała negatywnie na architekturę łanu w latach 2012–2014, ponieważ został osłabiony odrost pędów na długość i grubość oraz zmniejszyła się liczba pędów w karpie i liczba żywych karp na poletku.

Słowa kluczowe: wierzba, klony, nawożenie, wpływ następczy

WSTĘP

Przy produkcji biomasy wierzby na cele energetyczne ważne jest utrzymanie obsady karp na hektarze w całym 25-letnim cyklu jej uprawy. Ubytek żywych karp na plantacji zmniejsza zdolności produkcyjne wierzby, a niski plon biomasy ogranicza opłacalność ekonomiczną upraw wierzby [Stolarski i in. 2015]. Opisane w literaturze badania dotyczą wpływu bezpośredniego stosowanych zabiegów uprawowych na udatność nasadzeń

Adres do korespondencji – Corresponding author: Leszek Styszko, Politechnika Koszalińska, Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji, Zakład Roślin Energetycznych, ul. Śniadeczkich 2, 75-453 Koszalin, e-mail: lstyszko@wbiiis.tu.koszalin.pl

rozumianą jako rzeczywisty stopień pokrycia powierzchni uprawy w stosunku do założonego. Przyjmuje się, że docelowa obsada żywych karp wierzby na hektarze na plantacjach produkcyjnych powinna wynosić 15 tysięcy. Z tego powodu sadi się wierzbę w obsadzie początkowej wynoszącej 18 tysięcy zrzesów na hektarze [Caslin i in. 2010, Heinsoo 2008, Lebresque i Teodorescu 2005]. W doświadczeniach polowych obsadę wierzby ocenia się tylko w pierwszych 3–4 latach jej uprawy. W literaturze brak jest oceny udatności i dynamiki odrastania pędów wierzby w dalszych latach uprawy przy zróżnicowanym nawożeniu i wariantach jej koszenia.

Celem pracy jest ocena efektu następczego nawożenia kompostem z osadów komunalnych i azotem mineralnym oraz wariantów koszenia w latach 2006–2009 na architekturę łanu 9 klonów wierzby energetycznej w latach 2010–2014.

MATERIAŁ I METODY

Zakres badań obejmował pomiary biometryczne i ich analizę (długość i grubość pędów, liczba żywych pędów w karpie oraz liczba żywych karp na poletku) w 7.–9. roku od założenia doświadczenia z wierzbą.

Sposób prowadzenia doświadczeń

Doświadczenie polowe z wierzbą krzewiastą założono metodą losowanych podbloków w układzie zaleźnym w 2006 roku na polu doświadczalnym w Kościernicy (N: 54°9' 42.86", E: 16°27'8.36"), na glebie lekkiej klasy IVb–V, kompleksu żyniego dobrego, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego do głębokości 100 cm oraz gliny lekkiej poniżej 100 cm. W profilu glebowym 0–90 cm zawartość makroskładników wyniosła: N – 0,03%, C – 0,71%, form przyswajalnych w 100 g gleby: P – 5,2 g, K – 2,5 i Mg – 1,7, a pH_{KCl} – 5,1. Lustro wody gruntowej występowało na głębokości 940–980 cm od powierzchni gruntu (pomiary co 2 miesiące w okresie marzec–listopad w latach 2008–2010). W doświadczeniu podblokami I rzędu były cztery kombinacje nawozowe, które zostały oznaczone w analizach: A, B, C i D. W latach 2006–2009 zastosowano nawożenie: (A) obiekty bez nawożenia, (B) nawożone kompostem z osadów komunalnych (10 t·ha⁻¹ s.m.), (C) nawożone kompostem z osadów komunalnych (10 t·ha⁻¹ s.m.) i azotem mineralnym w ilości 90 kg·ha⁻¹ N oraz (D) nawożone kompostem z osadów komunalnych (10 t·ha⁻¹ s.m.) i azotem mineralnym w ilości 180 kg·ha⁻¹ N. Kompost charakteryzował się: pH_{KCl} – 6,63, zawartość suchej masy – 68,42%, a zawartość w suchej masie wyniosła: materii organicznej – 39,06%, N – 1,75%, P – 1,60%, K – 0,112%, Ca – 3,426% i Mg – 0,325%. Kompost zastosowano wiosną 2006 roku, a nawóz azotowy wysiewano corocznie w latach 2006–2009. W latach 2010–2014 nie stosowano nawożenia. Czynnikiem II rzędu było dziewięć klonów wierzby wiciowej: 1047, 1054, 1023, 1013, 1052, 1047D, 1056, 1033 i 1018, które wysadzono w trzech powtórzeniach. Poletko do zbioru miało 34,5 m², na którym wysadzono 120 zrzesów, tj. 32100 zrzesów na hektarze. Daty zbioru pędów były następujące: 02.08.2008, 25.02.2009 i 26.11.2009 roku. Każdorazowo koszono ręcznie po 1/3 powierzchni poletka (11,5 m²). W ten sposób włączono do badań czynnik III rzędu – trzy warianty koszenia oznaczone w analizach:

a, b i c – jednokrotne „a” (po IV roku, 26.11.2009) oraz dwukrotne „b” (po III i IV roku, 25.02.2009 i 26.11.2009) i „c” (po II i IV roku, 02.08.2008 i 26.11.2009). Pomiary biometryczne na wierzbie wykonano w latach 2012–2014 z zastosowaniem miary metrowej i suwmiarki. Lata w syntezie wyodrębnione zostały jako czynnik IV rzędu (oznaczenie w analizach: 1, 2 i 3).

W okresie trwania badań w Koszalinie rocznie spadło od 588,9 mm opadu w 2014 roku do 832 mm w 2012 roku, a podczas wegetacji wierzby – od 387 do 537 mm (tab. 1).

Tabela 1. Opady [mm] i współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa w Koszalinie w latach 2012–2014 według IMiGW

Table 1. Precipitation [mm] and hydrothermal Sielianinow coefficient in Koszalin in the years 2012–2014 according to IMiGW

Miesiąc Month	Opady w latach Precipitation in the years [mm]			Współczynnik Sielianinowa (K) w latach Sielianinow coefficient (K) in the years		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
IV	39	42,2	72,1	1,73	2,07	2,51
V	16	51,1	52,5	0,39	1,19	1,37
VI	89	64,4	55,9	1,99	1,37	1,23
VII	119	54,5	37,9	2,18	0,98	0,59
VIII	100	52,3	83,6	1,85	0,93	1,56
IX	103	85,4	54,4	2,42	2,21	1,19
X	71	44,3	30,6	2,60	1,36	0,88
IV–X	537	394,2	387,0	2,01	1,34	1,24
I–XII	832	615,9	588,9	–	–	–

Hydrotermiczne warunki ekstremalne (skrajnie suche i bardzo suche oraz bardzo wilgotne i skrajnie wilgotne) oznaczone współczynnikiem Sielianinowa (K) mieszczą się w przedziałach $< 0,7$ oraz $> 2,5$. Za okres wegetacji współczynnik ten wahał się w granicach od 1,24 w 2014 roku do 2,01 w 2012 roku. Warunki skrajnie suche i bardzo suche ($K < 0,7$) wystąpiły w kwietniu i maju 2012 roku oraz w lipcu 2014 roku. Natomiast warunki bardzo wilgotne ($K > 2,5$) wystąpiły w kwietniu 2014 roku i październiku 2012 roku.

Metody statystyczne

W celu zbadania wpływu badanych czynników na analizowane cechy wykonano standardową czteroczynnikową analizę wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem F. Następnie wyliczono strukturę komponentów wariancyjnych zgodnie z regułą Schulza, a wyniki tych analiz zestawiono w tabeli 2.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wegetacja wierzby w Kościernicy koło Koszalina w latach 2006–2014 rozpoczynała się w drugiej połowie kwietnia, a jej przebieg w latach zależał od rozkładu temperatur i opadów. W tabeli 2 zestawiono dane o wpływie badanych czynników zastosowanych w latach 2006–2009 na parametry architektury łanu wierzby (ilość żywych karp na polet-

Tabela 2. Wpływ badanych czynników na wysokość i grubość pędów wierzby oraz ilość żywych pędów w karpie i żywych karp na poletku w latach 2012–2014

Table 2. Effect of studied factors on length and thickness of willow shoots, number of live shoots in the bush and bushes in the plot in the years 2012–2014

Komponent wariacyjny Variance component	Struktura procentowa komponentów wariacyjnych Percentage structure of variance components			
	wysokość pędów wierzby length of willow shoots	grubość pędów wierzby thickness of willow shoots	ilość żywych pędów w karpie live shoots in the bush	ilość żywych karp na poletkach live bushes in the plots
Klony wierzby – Willow clones [D]	41,4***	38,4***	22,4***	58,3***
Nawożenie – Fertilising [C]	4,6***	2,4***	1,3***	2,7***
Warianty koszenia wierzby Variants of willow harvesting [B]	0,4**	0,4***	0,6**	0,4**
Lata odrastania pędów Years of shoots regrowth [A]	21,4***	24,5***	41,1***	2,3***
Współdz. DC – Interation DC	8,4***	9,4***	4,7***	5,4***
Współdz. DB – Interation DB	1,0**	0,9**	0,2	0,3
Współdz. CB – Interation CB	0,0	0,1	0,0	0,0
Współdz. DCB – Interation DCB	0,2	0,0	0,5	1,0*
Współdz. DA – Interation DA	4,5***	5,1***	9,0***	2,8***
Współdz. CA – Interation CA	0,7**	1,3***	1,5***	3,6***
Współdz. DCA – Interation DCA	8,7***	10,1***	7,1***	8,5***
Współdz. BA – Interation BA	0,0	0,1	0,9**	5,2***
Współdz. DBA – Interation DBA	0,0	0,0	0,4	1,0
Współdz. CBA – Interation CBA	0,5	1,0**	0,0	0,8*
Współdz. DCBA – Interation DCBA	8,2	6,3	10,3	7,7
Suma – Sum	100,0	100,0	100,0	100,0

Poziomy czynników/Factors levels: A – 3; B – 3; C – 4, D – 9; Istotność przy poziomie: * $\alpha = 0,05$; ** $\alpha = 0,01$; *** $\alpha = 0,001$ /Significance at: * $\alpha = 0,05$; ** $\alpha = 0,01$; *** $\alpha = 0,001$.

ku, liczba żywych pędów w karpie oraz wysokość i grubość pędów) w latach 2012–2014. Po zsumowaniu proporcjonalnego udziału badanych czynników w efektach interakcji okazało się, że na parametry architektury ładu w latach 2012–2014 największy wpływ miały klony wierzby przy ilości żywych karp na poletku oraz wysokości i grubości pędów, a liczba lat odrastania pędów – przy ilości żywych pędów w karpie (tab. 3). Nawożenie wierzby w latach 2006–2009 wpływało słabiej na parametry architektury ładu w latach 2012–2014 niż klony wierzby i liczba lat odrastania pędów, ale silniej niż warianty koszenia wierzby.

W tabeli 4 zestawiono dane o wpływie badanych czynników na wysokość i grubość pędów, liczbę żywych pędów w karpie oraz ilość żywych karp na poletku w latach 2012–2014. Corocznie obserwowano przyrost długości i grubości pędów, ale malała liczba pędów w karpie i liczba żywych karp na poletku z 69,3 do 60,0% obsady początkowej. Najwyższe i najgrubsze pędy były na poletkach 1-krotnie koszonych („a”), a najkrótsze przy 2-krotnym koszeniu w wariantcie „b” w pierwszej 4-letniej rotacji. Najwięcej żywych

Tabela 3. Udział czynników głównych i ich interakcji w zmienności całkowitej cech [%]

Table 3. Contribution of main factors and their interactions in the total variability of attributes [%]

Cecha – Attribute	Udział czynników i ich interakcji w zmienności całkowitej Contribution of factors and their interaction in the total variability			
	lata odrastania pędów years of shoots regrowth [A]	warianty koszenia wierzby variants of willow harvesting [B]	nawożenie fertilising [C]	kłony wierzby willow clones [D]
Wysokość pędów wierzby Length of willow shoots	29,1	3,2	14,3	53,4
Grubość pędów wierzby Thickness of willow shoots	33,0	2,9	13,1	51,0
Ilość żywych pędów w karpie Number of live shoots in the bush	51,9	4,0	9,5	34,6
Ilość żywych karp na poletkach Number of live bushes in the plots	13, 5	6,0	12,5	68,0

pędów w karpie oraz żywych karp na poletku było przy 2-krotnym koszeniu w wariancie „c” i 1-krotnym koszeniu („a”), a najmniej przy 2-krotnym koszeniu w wariancie „b”.

W latach 2012–2014 najwyższe i najgrubsze pędy wierzby były w kombinacji bez nawożenia (A), a najniższe i najcieńsze pędy były na obiektach z najwyższą dawką azotu (D) zastosowaną w latach 2006–2009; w tej kombinacji było także najmniej żywych karp na poletku i żywych pędów w karpie. W kombinacji nawożonej tylko kompostem z osadów komunalnych (B) w 2006 roku było najwięcej żywych karp na poletku i żywych pędów w karpie.

Kłony wierzby różniły się badanymi parametrami architektury łanu. Najwyższe i najgrubsze pędy wierzby wystąpiły w klonie 1047, a najniższe i najcieńsze pędy w klonie 1013, u którego było również najmniej żywych karp na poletku i żywych pędów w karpie. Najwyższą udatnością nasadzeń charakteryzował się klon 1054, a najwięcej żywych pędów w karpie wystąpiło w klonie 1047D. Spośród klonów wydzielono pięć grup pod względem przyrostów długości i grubości pędów. I grupę tworzą klony najsilniej rosnące: 1047, 1047D, 1054 i 1023, II – klony średnio rosnące: 1052 i 1033, III – słabo rosnące: 1018 i IV – bardzo słabo rosnące: 1056 i 1013. Przy ilości żywych pędów w karpie wydzielono cztery grupy klonów: I – z największą ilością pędów: 1047D, 1054, 1033 i 1023, II – ze średnią ilością: 1052 i 1047; III – z małą ilością: 1018 i IV – z bardzo małą ilością: 1056 i 1013. Przy ilości żywych karp na poletku utworzono cztery grupy: I – z największą ilością karp: 1054, 1047D i 1052; II – ze średnią ilością: 1023, 1033 i 1047; III – z małą ilością: 1018 i IV – z bardzo małą ilością: 1056 i 1013. Na podstawie badań wyodrębniono cztery klony najbardziej przydatne (1047, 1047D, 1054 i 1023) do uprawy na cele energetyczne na glebach lekkich oraz trzy klony mało przydatne (1018, 1056 i 1013), co jest zgodne z badaniami Matyki [2013].

Tabela 4. Wpływ badanych czynników na wysokość i grubość pędów wierzby, ilość żywych pędów w karpie oraz żywych karp na poletku w latach 2012–2014

Table 4. Effect of studied factors on willow length and thickness of shoots, live shoots in the bush and live bush in the plots in the years 2012–2014

Czynniki – Factors	Poziomy czynnik Factors levels	Wysokość pędów wierzby Length of willow shoots [cm]	Grubość pędów wierzby Thickness of willow shoots [mm]	Żywe pędy w karpie [szt./%] Live shoots in the bush [pcs./%]	Żywe karp na poletku [szt./%] Live bushes in the plots [pcs./%]
Lata odrastania pędów Years of shoots regrowth [A]	1	124,1	6,68	7,70/60,7	27,7/69,3
	2	158,2	9,40	7,34/52,3	27,1/67,8
	3	217,3	12,6	2,08/38,7	24,0/60,0
	NIR _{0,05}	7,9***	0,41***	0,43***	1,0***
Warianty koszenia wierzby Variants of willow harvesting [B]	„a”	172,3	9,85	5,90/53,1	26,6/66,5
	„b”	158,9	9,11	5,23/52,0	25,3/63,3
	„c”	168,5	9,72	5,98/54,9	26,9/67,3
	NIR _{0,05}	7,9**	0,41**	0,43**	1,0**
Kombinacje nawozowe Fertilising combinations [C]	A	188,3	10,52	5,37/48,7	26,7/66,8
	B	175,2	9,63	6,45/54,7	28,1/70,3
	C	166,3	9,81	5,85/57,4	27,1/67,8
	D	136,5	8,28	5,15/52,8	23,2/58,0
	NIR _{0,05}	9,1***	0,47***	0,49***	1,1***
Klony wierzby Willow clones [D]	1047	226,6	13,05	6,43/53,1	31,3/78,3
	1054	211,8	12,00	7,42/53,9	33,4/83,5
	1023	205,0	11,58	6,86/56,3	31,8/79,5
	1013	45,1	2,55	1,99/50,1	8,0/20,0
	1052	191,2	10,68	6,65/53,2	32,2/80,5
	1047D	216,9	12,54	8,36/52,1	32,9/82,3
	1056	72,9	4,57	2,09/52,0	11,3/28,3
	1033	184,1	10,91	7,19/53,5	31,5/78,8
	1018	145,6	8,17	4,35/53,0	24,0/60,0
		NIR _{0,05}	13,6***	0,70***	0,74***

Istotność przy poziomie: * $\alpha = 0,05$; ** $\alpha = 0,01$; *** $\alpha = 0,001$ /Significance at: * $\alpha = 0,05$; ** $\alpha = 0,01$; *** $\alpha = 0,001$.

Opublikowane wyniki z tego doświadczenia z wpływem bezpośrednim pokazały, że intensywne nawożenie kompostem w 2006 roku i azotem mineralnym w latach 2006–2009 zwiększało przyrosty pędów wierzby na długość i grubość oraz plon suchej masy o 40,3–55,6% [Styszko i in. 2010]. Referowane badania porównawcze bez nawożenia wierzby wykonane w latach 2012–2014 skłaniają do stwierdzenia, że czynniki uprawowe takie jak dawki nawożenia kompostem z osadów komunalnych i azotem mineralnym oraz warianty koszenia pędów wierzby stosowane w latach 2006–2009 na uprawie wierzby na glebie lekkiej o głębokim poziomie wody gruntowej, oddziałują znacząco na architekturę ładu w dalszych latach jej uprawy. Wpływ ten, zdaniem autorów, może wynikać z efektu następczego stosowanych zabiegów uprawowych w latach 2006–2009, poprzez wpływ

na jakość gleby oraz infekcję patogenami na pędach podczas ich koszenia. Sugestię do takiej oceny efektu dostarczyły badania gleby pod uprawą wierzby [Grabiński i in. 2010a, b], potrzeb wodnych wierzby [Linderson i in. 2007, Łabędzki i Kanecka-Keszke 2010] oraz wpływu infekcji grzybowych na zamieranie pędów i karp wierzby [Remlein-Starosta 2007].

WNIOSKI

1. Intensywne nawożenie kompostem i azotem mineralnym wierzby w pierwszych czterech latach od założenia plantacji na glebie lekkiej, we wpływie bezpośrednim, spowodowało na doświadczeniu zwiększenie przyrostów pędów wierzby na długość i grubość oraz plonu suchej masy o 40,3–55,6%, ale we wpływie następczym bez stosowania nawożenia w 7.–9. roku wegetacji wpłynęło negatywnie na architekturę łąnu.

2. Negatywny wpływ następczy nawożenia wierzby kompostem i azotem mineralnym spowodowany został osłabionym odrostem pędów na długość i grubość oraz zmniejszoną liczbą żywych pędów w karpie i żywych karp na poletku.

LITERATURA

- Caslin B., Finnan J., McCracken A., 2010. Short Rotation Coppice Willow Best Practice Guidelines. Teagas AFBI, Belfast.
- Grabiński J., Nieróbca P., Szeleźniak E., 2010a. Wpływ uprawy roślin energetycznych na zawartość węgla organicznego w glebie. W: Grzybek A. (red.). Modelowanie energetycznego wykorzystania biomasy. Wyd. ITP, Falenty – Warszawa, 22–32.
- Grabiński J., Nieróbca P., Szeleźniak E., 2010b. Zmiany właściwości chemicznych gleby na plantacjach roślin energetycznych. W: Grzybek A. (red.). Modelowanie energetycznego wykorzystania biomasy. Wyd. ITP, Falenty – Warszawa, 47–56.
- Heinsoo K., 2008. Plantation design and planting. In: Short rotation Plantations. Guidelines for efficient biomass production with the safe application of wastewater and sewage sludge. Ulster Farmers Union, 19–27.
- Lebresque M., Teodorescu T.I., 2005. Field performance and biomass production of 12 willow and poplar clones in short-rotation coppice in southern Quebec (Canada). *Biomass Bioenergy* 29, 1–9.
- Linderson M-L, Iritz Z., Lindorth A., 2007. The effect of water availability on stand-level productivity, transpiration, water use efficiency and radiation use efficiency of field-grown willow clones. *Biomass Bioenergy* 31, 460–468.
- Łabędzki L., Kanecka-Keszke E., 2010. Potrzeby i niedobory wodne wierzby wiciowej na glebach mineralnych bez udziału wody gruntowej. W: Grzybek A. (red.) Modelowanie energetycznego wykorzystania biomasy. Wyd. ITP, Falenty – Warszawa, 102–113.
- Matyka M., 2013. Produkcyjne i ekonomiczne aspekty uprawy roślin wieloletnich na cele energetyczne. Monogr. Rozpr. 35, IUNG-PIB Puławy, 94.
- Remlein-Starosta D., 2007. Choroby roślin energetycznych. *Progress in Plant Protection/Post. w Ochr. Roślin* 47(4), 351–357.

- Stolarski N.J., Rosenqvist H., Krzyżaniak M., Szczukowski S., Tworowski J., Gołaszewski J., Olba-Zięty E., 2015. Economic comparison of growing different willow cultivars. *Bio-mass Bioenergy* 81, 210–215.
- Styszko L., Fijałkowska D., Sztyma M., 2010a. Wpływ warunków pozyskania biomasy na odrastanie pędów wierzby energetycznej w czteroletnim cyklu. *Rocz. Ochrona Środowiska*. Tom 12, 339–350.

SUCCESSIVE EFFECT OF FERTILIZATION WITH COMPOST FROM MUNICIPAL SEWAGE SLUDGE AND FREQUENCY MOWING ON ARCHITECTURE OF ENERGY WILLOW FIELD IN SUBSEQUENT YEARS OF CULTIVATION

Summary. The aim of the study was to evaluate the successive effect of fertilization with compost from municipal sewage sludge and the frequency of mowing in the first 4-year rotation on architecture of field of nine energetic willow clones in subsequent years of cultivation on sandy soil. In the years 2006–2009 following fertilization was applied: (A) object without fertilization, (B) object fertilized with compost from municipal sewage sludge ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ dm}$), (C) fertilized with compost from municipal sewage sludge ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ dm}$) and nitrogen ($90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) and (D) fertilized with compost from municipal sewage sludge ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ dm}$) and nitrogen in the amount of ($180 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$). Compost was applied once in the spring of 2006, and nitric fertilizer – annually in 2006–2009. In 2010–2014 no fertilization was applied. In the experiment, four fertilizer combinations were the sub-blocks of the first order, and nine clones of willow cultivated at planting of cuttings 32100 cuttings per hectare were the sub-blocks of the second order. The experiment involved following willow clones: 1047, 1054, 1023, 1013, 1052, 1047D, 1056, 1033 and 1018, which were planted on plots of 34.5 m^2 in three repetitions. Each plot was divided into 3 parts 11.5 m^2 each, on which 40 cuttings were planted. Growths of shoots were mowed after the second, third and fourth year of growing. In the first 4-year rotation willow shoots mowed: once on plot „a” (26.11.2009), twice on plots: „b” (25.02 and 26.11.2009) and „c” (02.08.2008 and 26.11.2009). In the years 2012–2014 on each plot measurements of field were performed. Following parameters were assessed: height and thickness of shoots, number of live shoots in the bush and number of live bushes. Analysis of variance was performed for the studied parameters and significance of variance components was determined and the significance of effects was assessed using F test. Percentages of main effects and their interactions were assessed and the successive effect of combination of fertilization and mowing frequency was determined and compared to effects of years of cultivation and willow clones. Studies showed that intensive fertilization of willow with compost and mineral nitrogen in the first 4 years from plantation establishment on sandy soil, in the direct effect caused increase of increments of length and thickness of willow shoots and 40.3–55.6% increase of yield of dry mass during experiment. Although successive effect, without fertilization, in 7th–9th year of vegetation, affected negatively cultivation architecture. The negative successive effect of willow fertilization with compost and mineral nitrogen was caused by a weakened regrowth of shoots in the length and thickness and reduced number of live shoots in bushes and live bushes on the plot.

Key words: willow, clones, fertilization, successive effect