

ANNA JAMA, WŁADYSŁAW NOWAK

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

WPLYW KOMUNALNYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH NA PLONY I CECHY BIOMETRYCZNE WYBRANYCH KLONÓW WIERZBY KRZEWIASTEJ (*SALIX VIMINALIS* L.)

INFLUENCE OF SEWAGE SLUDGE ON THE YIELD
AND BIOMETRIC TRAITS
OF SELECTED CLONES OF WILLOW (*SALIX VIMINALIS* L.)

Streszczenie. Wierzba od dawna cieszy się dużym zainteresowaniem ze względu na wiele możliwości jej wykorzystania. Ostatnio jest przedmiotem wielu badań jako roślina fitoremediacyjna i energetyczna, charakteryzująca się szybkim przyrostem biomasy, dużą wydajnością drewna, pozwalającą na jej wykorzystanie do celów energetycznych, oraz możliwością akumulacji składników biogennych i metali ciężkich w swojej biomasie. Stosowanie osadów ściekowych w nawożeniu plantacji wiklinowych jest zasadne, choć ma przeciwników. W latach 2008-2010, na założonym w 2003 roku doświadczeniu, prowadzono badania nad wpływem nawożenia komunalnym osadem ściekowym na niektóre cechy klonów wierzby. Doświadczenie zostało założone metodą split-plot z dwoma czynnikami zmiennymi i jednym stałym (kontrola). Celem badań było określenie wpływu dwóch dawek osadów ściekowych na plony i cechy morfologiczne czterech klonów wierzby. Największe plony suchej masy i najkorzystniejsze cechy biometryczne uzyskano w przypadku klonu 1054 po zastosowaniu 28,5 t·ha⁻¹ suchej masy osadu ściekowego.

Słowa kluczowe: klony, osad ściekowy, plony, wierzba

Wstęp

Osady ściekowe określa się mianem: bioodpady. Charakteryzują się one dużą zawartością substancji organicznych, niezbędnych dla prawidłowego wzrostu i rozwoju makroelementów, takich jak azot, fosfor, wapń, magnez, siarka, jak również mikroelementów, co czyni je, biorąc pod uwagę skład chemiczny, pełnowartościowym „nawozem organicznym”. Bioodpady zawierają także substancje niepożądane, w tym WWA, poli-

fenole, dioksyny oraz metale ciężkie (MAZUR 1996, SAPEK i SAPEK 1999, PISAREK 2000, BARAN 2004, CZEKAŁA 2004, KRZYWY i IŻEWSKA 2004, KUZIEMSKA i KALEMBASA 2004,). Nawożenie plantacji wiklinowej ściekami miejskimi i osadami ściekowymi wpływa pozytywnie na liczbę, wysokość i grubość pędów wikliny. Różne gatunki i formy wierzby reagują jednak odmiennie na dawki wniesionych ścieków i osadów ściekowych. Intensywny wzrost pędów wierzby odbywa się w okresie letnim (czerwiec, lipiec, sierpień), przy czym na plantacji dwuletniej jest znacznie szybszy (LABRECQUE i IN. 1995, MICHAŁOWSKI i GOŁAS 2001, SUGIER i IN. 2001).

Celem pracy było określenie wpływu zróżnicowanych dawek osadów ściekowych na cechy biometryczne czterech klonów wierzby krzewiastej oraz wskazanie klonu najlepiej plonującego na osadach ściekowych.

Material i metody

W latach 2008-2010, na założonym w 2003 roku doświadczeniu, prowadzono badania nad wpływem nawożenia komunalnymi osadami ściekowymi na klony wierzby. Doświadczenie z czterema klonami wierzby krzewiastej założono w 2003 roku w Stacji Badawczo-Dydaktycznej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków (split-plot) w trzech powtórzeniach z dwoma czynnikami zmiennymi.

Czynnikiem pierwszym były trzy dawki osadów ściekowych pochodzących z Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków Janówek:

- 1) dawka zerowa (kontrola),
- 2) dawka pojedyncza: $14,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ s.m. osadu ściekowego,
- 3) dawka podwójna: $28,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ s.m. osadu ściekowego.

Czynnikiem drugim były cztery klony wierzby krzewiastej, oznaczone w kolekcji następującymi liczbami:

- 1) 1001 – *Salix viminalis dasyclados* ssp. 'Baltica',
- 2) 1047 – *Salix viminalis* var. *gigantea*,
- 3) 1053 – Orm Valne,
- 4) 1054 – *Salix viminalis* 082.

Doświadczenie założono na glebie brunatnoziemnej, typu płowego, podtypu opadowo-glejowego, zaliczonej do klasy bonitacyjnej III b. Gleba charakteryzowała się bardzo dużą zawartością fosforu ($90\text{-}191 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) i potasu ($151\text{-}210 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) oraz średnią i dużą zawartością magnezu ($29\text{-}34 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Odczyn gleby mieścił się w przedziale od 7,4 do 7,6. Na podstawie składu granulometrycznego stwierdzono, że jest to glina lekka.

Skład chemiczny osadów wskazuje, że są one zasobne w składniki nawozowe, co umożliwia ich wykorzystanie do nawożenia (ROZPORZĄDZENIE... 2010). Osady miały odczyn zasadowy, dużą zawartość substancji organicznej, azotu, fosforu, wapnia i małą koncentrację metali ciężkich (tab. 1). Nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych norm zawartości metali ciężkich dla osadów pod kątem wykorzystania ich w rolnictwie.

Tabela 1. Zawartość suchej masy w higienizowanym osadzie ściekowym z Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków Janówek i zawartość w suchej masie ważniejszych składników

Table 1. Content of dry mass in communal sewage sludge coming from the Wrocław Wastewater Treatment Plant Janówek and the content of crucial nutrients in dry mass

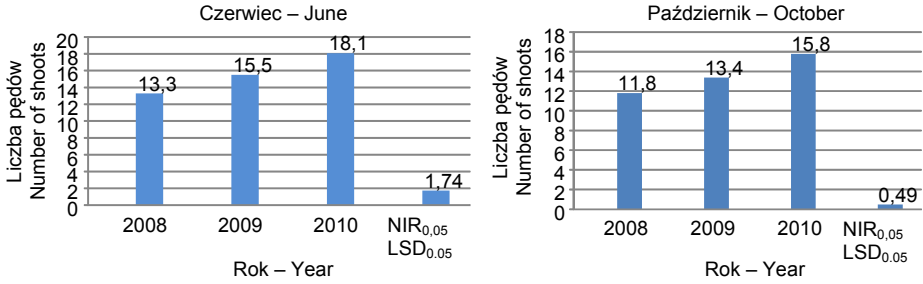
Właściwość Property	Osad higienizowany Communal sludge
Odczyn pH – Reaction	12
Sucha masa ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Dry mass ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	220
Substancja organiczna ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Organic matter ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	450
Azot ogólny ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Total nitrogen ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	36
Fosfor ogólny ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Total phosphorus ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	28
Wapń ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Calcium ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	100
Magnez ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Magnesium ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	7
Ołów ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Lead ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	59
Kadm ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Cadmium ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	2,00
Chrom ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Chromium ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	108
Miedź ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Copper ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	415
Nikiel ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Nickel ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	50
Rtęć ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) – Mercury ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0,05

Osady ściekowe zastosowano jednorazowo w 2008 roku, powierzchniowo (bez przykrycia orką), po czym badano ich działanie. W każdym roku badań określano plon suchej masy, liczbę pędów w karpie, długość trzech najdłuższych pędów oraz ich średnicę. Liczbę pędów i ich długość określano dwukrotnie w czasie wegetacji wikliny (w czerwcu i na początku października), a średnicę pędów – po zakończeniu wegetacji. Pomiar liczby pędów oraz długości pędów wykonano na 10 losowo wybranych karpach. Pomiar średnicy pędów wykonywano na wysokości 0,20 m od powierzchni gleby na 20 losowo wybranych roślinach danego klonu w każdym wariantcie nawożenia.

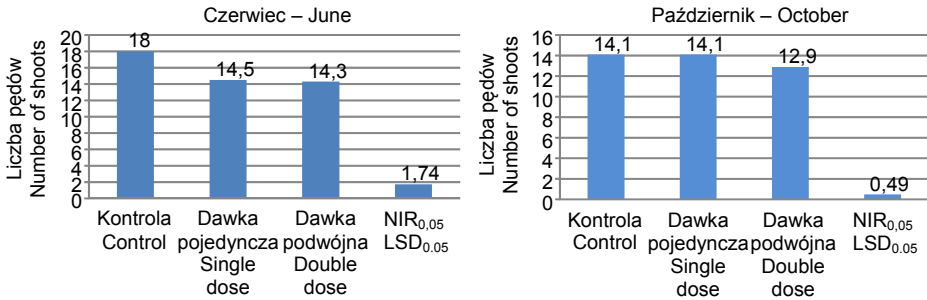
Analizę statystyczną danych wykonano na poziomie ufności 0,05 w programie AWA.

Wyniki

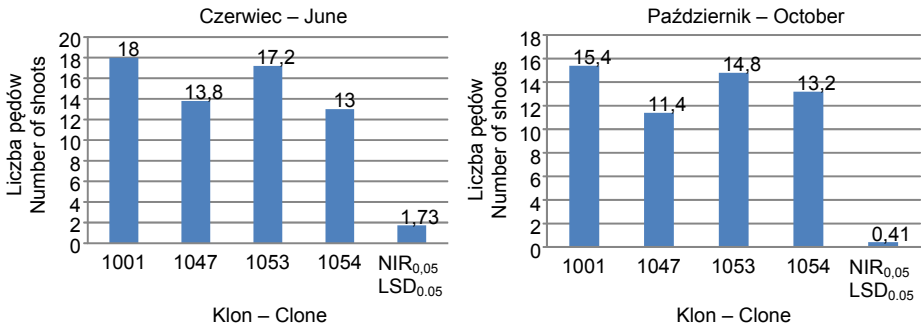
Z analizy wariancji wynika, że liczba pędów w karpie była istotnie zależna od dawek osadów ściekowych, warunków pogodowych w latach badań oraz czynnika genetycznego. Stwierdzono istotny w obu terminach pomiaru wzrost liczby pędów w karpie wraz z czasem trwania doświadczenia. Najwięcej pędów w karpie w obydwu terminach pomiaru stwierdzono w trzecim roku badań, a najmniej – w pierwszym roku badań (rys. 1). Żadna z zastosowanych dawek osadów ściekowych nie spowodowała istotnego wzrostu liczby pędów w karpie (rys. 2). Klonem o największej liczbie pędów w karpie w obydwu miesiącach pomiarowych był klon 1001. Istotnie najmniej pędów stwierdzono u klonów 1047 i 1054 (rys. 3).



Rys. 1. Liczba pędów z jednej karpki wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla roku badań
Fig. 1. Number of shoots from one stump of willow – means from 2008-2010 for the year of the investigations



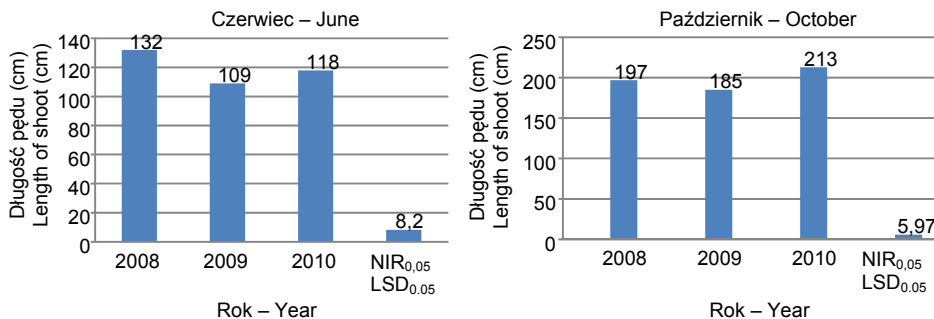
Rys. 2. Liczba pędów z jednej karpki wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla dawek osadu
Fig. 2. Number of shoots from one stump of willow – means from 2008-2010 for doses of sludge



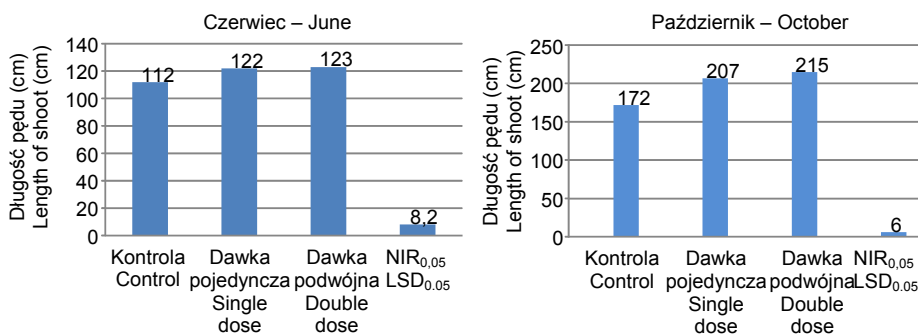
Rys. 3. Liczba pędów z jednej karpki wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla klonów
Fig. 3. Number of shoots from one stump of willow – means from 2008-2010 for clones

Analiza wariancji długości pędów wykazała istotne statystycznie różnice między pomiarami w czerwcu i październiku, przebiegiem pogody w latach badań (rys. 4), dawkami osadów ściekowych (rys. 5) i klonami (rys. 6). Najdłuższe pędy w czerwcu

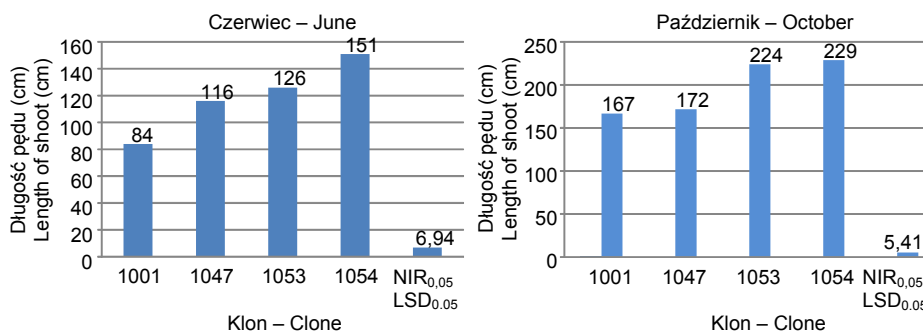
Jama A., Nowak W., 2012. Wpływ komunalnych osadów ściekowych na piony i cechy biometryczne wybranych klonów wierzby krzewiastej (*Salix viminalis* L.). Nauka Przyr. Technol. 6, 3, #57.



Rys. 4. Średnia długość pędu wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla roku badań
Fig. 4. Average length of willow shoot – means from 2008-2010 for the year of the investigations



Rys. 5. Średnia długość pędu wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla dawek osadu
Fig. 5. Average length of willow shoot – means from 2008-2010 for doses of sludge

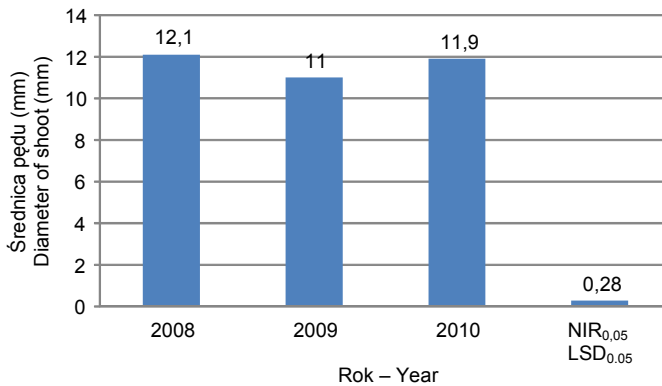


Rys. 6. Średnia długość pędu wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla klonów
Fig. 6. Average length of willow shoot – means from 2008-2010 for clones

stwierdzono w pierwszym roku badań, krótsze w trzecim, a najkrótsze w drugim (rys. 4). W październiku stwierdzono tendencję odwrotną: udowodniony statystycznie wzrost długości pędów w trzecim roku (213 cm) i istotne ich skrócenie w drugim roku

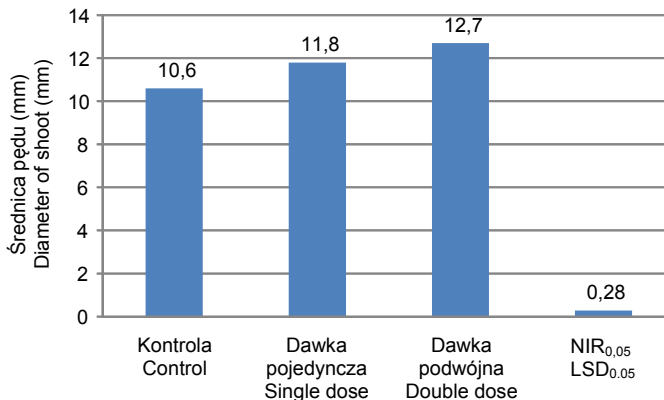
badan (185 cm). Pomiary wykonane w czerwcu i w październiku dotyczyły dodatniego, istotnego wpływu osadów na przyrost długości pędów w porównaniu z kontrolą (rys. 5). W październiku stwierdzono istotne działanie podwójnej dawki osadu na średnią długość wierzby w porównaniu z dawką pojedynczą. Najdłuższe pędy – mierzone w czerwcu i październiku – miał klon 1054 (rys. 6).

W drugim roku badań stwierdzono istotne zmniejszenie się średnicy pędów wierzby (11,0 mm) w porównaniu z rokiem pierwszym (12,1 mm) i trzecim (11,9 mm). Wykazano zmniejszenie się grubości pędów w drugim roku badań (rys. 7). Najgrubsze pędy były przy podwójnej dawce osadów (rys. 8). Najgrubsze pędy we wszystkich latach badań miał klon 1054 (rys. 9).



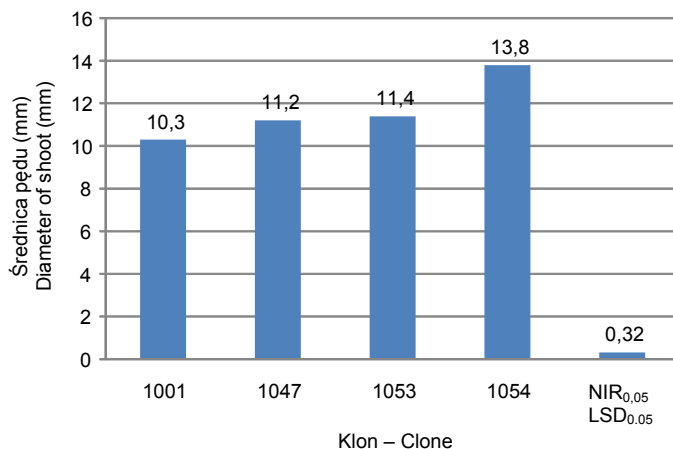
Rys. 7. Przeciętna średnica pędu wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla roku badań

Fig. 7. Average diameter of willow shoot – means from 2008-2010 for the year of the investigations



Rys. 8. Przeciętna średnica pędu wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla dawek osadu

Fig. 8. Average diameter of willow shoot – means from 2008-2010 for doses of sludge

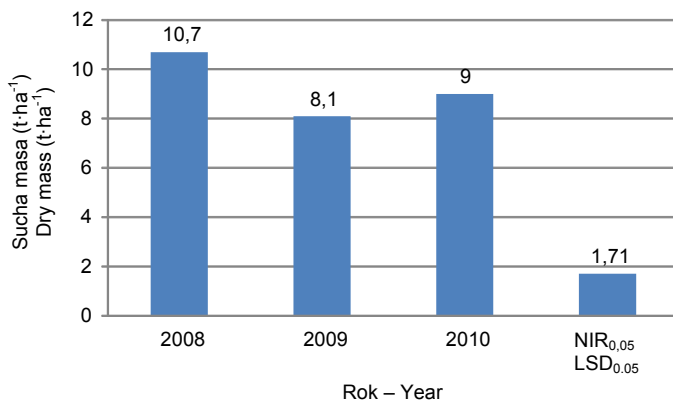


Rys. 9. Przeciętna średnica pędu wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla klonów

Fig. 9. Average diameter of willow shoot – means from 2008-2010 for clones

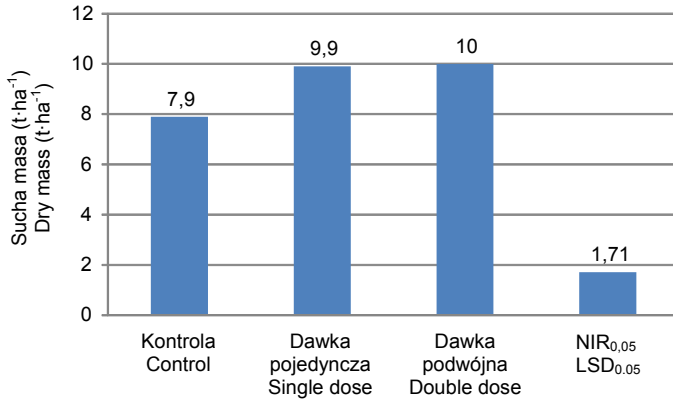
Średnica pędów była istotnie determinowana również nawożeniem (rys. 8) i w zróżnicowanym stopniu klonami (rys. 9). Spośród nich największą średnicę w latach badań miał klon 1054 (13,8 mm) wobec 10,1 mm w przypadku klonu 1001 (rys. 9).

Ważnym parametrem charakteryzującym działanie czynników był plon suchej masy. Zależał on od przebiegu pogody w kolejnych latach badań (rys. 10), dawek osadów ściekowych (rys. 11) i właściwości genetycznych klonów (rys. 12). Największy plon suchej masy uzyskano w pierwszym roku badań (rys. 10): wynosił on 10,7 t·ha⁻¹, a w kolejnych latach obserwowano jego spadek: do 8,1 t·ha⁻¹ w 2009 roku i do 9,0 t·ha⁻¹



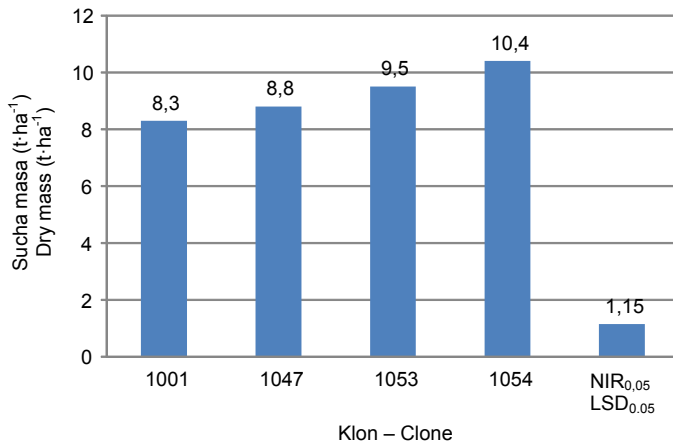
Rys. 10. Średni plon suchej masy klonów wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla roku badań

Fig. 10. Average productivity of dry mass of willow clones – means from 2008-2010 for the year of the investigations



Rys. 11. Średni plon suchej masy klonów wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla dawek osadu

Fig. 11. Average productivity of dry mass of willow clones – means from 2008-2010 for doses of sludge



Rys. 12. Średni plon suchej masy klonów wierzby – średnie z lat 2008-2010 dla klonów

Fig. 12. Average productivity of dry mass of willow clones – means from 2008-2010 for clones

w 2010 roku. Wpływ osadów ściekowych na plony wierzby był istotny tylko w porównaniu z plonem obiektu kontrolnego (rys. 11), natomiast między obiektami nawożonymi nie było istotnej różnicy. Największy plon suchej masy dał klon 1054, najniższym plonem klon 1001 (rys. 12).

Różnicowana była reakcja poszczególnych klonów pod względem plonowania, niezależnie od czynników doświadczenia. Największy plon stwierdzono w przypadku klonu 1054 (rys. 12). Plon ten był istotnie największy w porównaniu z klonami 1001

i 1047, a nieistotny w stosunku do klonu 1053. Z kolei plon klonu 1053 można uznać za nieistotny w stosunku do klonów 1001 i 1047.

Dyskusja

Kształtowanie się cech morfologicznych pędów wierzby było istotnie zależne od przebiegu pogody w latach badań, dawek osadów ściekowych oraz właściwości genetycznych klonów. Najdłuższe pędy bez względu na czas pomiaru stwierdzono na obiektach z podwójną dawką osadów ściekowych. Wyniki te znajdują potwierdzenie m.in. w pracach LABRECQUE'A i IN. (1995, 1997), SZEWCZUKA i SUGIER (1999 a, 1999 b, 2001), MICHAŁOWSKIEGO i GOŁASA (2001) oraz LABRECQUE'A i TEODORESCU (2003), w których udowodniono, że długość pędów wikliny była proporcjonalna do zastosowanych dawek osadów ściekowych. Analogiczne dane wykazano i dla średnicy pędów. Przyrost grubości pędów był dodatkowo skorelowany z dawkami osadów ściekowych. Najgrubsze pędy uzyskano w pierwszym roku badań, co jest zgodne z wynikami LABRECQUE'A i IN. (1995) oraz SZEWCZUKA i SUGIER (2001). Osady ściekowe wykazały korzystny wpływ na plonowanie wikliny, szczególnie klonu 1054. Klon ten charakteryzował się dużą plennością, co wykazały m.in. badania STOLARSKIEGO i IN. (2002). Plon ten jest jednak wypadkową wielu czynników, spośród których należy wymienić wysokość pędów, średnicę oraz liczbę pędów. Wskazują na to wyniki SUGIER i IN. (2001) oraz LABRECQUE'A i TEODORESCU (2003). Dane uzyskane w naszej pracy dowiodły, że osady ściekowe mogą być dobrym źródłem składników dla wikliny, co udowodniły już inne badania (SUGIER i IN. 2001, LABRECQUE i TEODORESCU 2003), w których wykorzystano w nawożeniu zarówno ścieki, jak i osady ściekowe. Rozpatrując plony wikliny, a w szczególności różnice między klonami, należy podkreślić znaczenie czynnika genetycznego, który powoduje m.in. zróżnicowaną reakcję klonów na rodzaj stosowanych odpadów (SZEWCZUK i SUGIER 1999 a, 1999 b, SUGIER i IN. 2001).

Wnioski

1. Najkorzystniejszymi parametrami morfologicznymi w zakresie długości i średnicy pędów wyróżniał się klon 1054, natomiast najgorszymi – klon 1001. Najdłuższe pędy stwierdzono w pierwszym i trzecim roku badań.

2. Osady ściekowe zastosowane w większej dawce wykazały istotny wpływ na długość pędów oraz ich średnicę ($28,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{s.m.}$ osadu).

3. Spośród badanych klonów klon 1001 charakteryzował się największą liczbą pędów w karpie.

4. Największy plon suchej masy pędów uzyskano na obiekcie z podwójną dawką osadów ściekowych w pierwszym roku badań. Najlepiej plonował klon 1054, a najgorzej – klon 1001.

5. Reakcja klonów na nawożenie osadami ściekowymi była zróżnicowana, o czym świadczą największe plony klonu 1054, a najmniejsze – klonu 1001.

Literatura

- BARAN S., 2004. Osady ściekowe w gospodarce rolno-ściekowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 499: 15-20.
- CZEKAŁA J., 2004. Wpływ osadu ściekowego na wybrane właściwości chemiczne gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 499: 39-46.
- KRZYWY E., IZEWSKA A., 2004. Gospodarka ściekami i osadami ściekowymi. Wyd. AR, Szczecin.
- KUZIEMSKA B., KALEMBASA S., 2004. Zawartość niklu w roślinach testowych i glebie w zależności od nawożenia osadami ściekowymi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 502: 893-902.
- LABRECQUE M., TEODORESCU T.I., 2003. High biomass yield achieved by *Salix* clones in SRIC following two 3-year coppice rotations on abandoned farmland in southern Quebec, Canada. Biomass Bioenerg. 25, 2: 135-146.
- LABRECQUE M., TEODORESCU T.I., DAIGLE S., 1995. Effect of wastewater sludge on growth and heavy metal bioaccumulation of two *Salix* species. Plant Soil 171: 303-316.
- LABRECQUE M., TEODORESCU T.I., DAIGLE S., 1997. Biomass productivity and wood energy of *Salix* species after 2 years growth in SRIC fertilized with wastewater sludge. Biomass Bioenerg. 12, 6: 409-417.
- MAZUR T., 1996. Rozważania o wartości nawozowej osadów ściekowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 437: 13-21.
- MICHAŁOWSKI M., GOŁAS J., 2001. Zawartość wybranych metali ciężkich w organach wierzby jako wskaźnik wykorzystania w utylizacji osadów ściekowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 477: 411-419.
- PISAREK I., 2000. Wpływ nawożenia osadami ściekowymi na koncentrację metali ciężkich, niektóre parametry chemiczne i właściwości substancji humusowych gleby lekkiej. Folia Univ. Agric. Stetin. 211, Agric. 84: 399-404.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych. 2010. Dz.U. 137, poz. 924.
- SAPEK A., SAPEK B., 1999. Wykorzystanie fosforu z osadów ściekowych w rolnictwie. Folia Univ. Agric. Stetin. 200, Agric. 77: 331-336.
- STOLARSKI M., SZCZUKOWSKI S., TWORKOWSKI J., 2002. Produktywność klonów wierzby krzewiastej uprawianych na gruntach ornych w zależności od częstotliwości zbioru i gęstości sadzenia. Fragm. Agron. 19, 2 (74): 39-51.
- SUGIER D., SZEWCZUK Cz., STUDZIŃSKA-JAKSIM P., 2001. Wpływ zróżnicowanych dawek ścieków miejskich na rozwój systemu korzeniowego wierzby krzewiastej (*Salix* sp.). Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 475: 81-86.
- SZEWCZUK Cz., SUGIER D., 1999 a. Wpływ grubości wysadzonych sztabów wierzby wiciowej (*Salix viminalis* L.) na przebieg wzrostu i ocenę plonowania w warunkach stosowania zróżnicowanych dawek ścieków komunalnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 468: 465-471.
- SZEWCZUK Cz., SUGIER D., 1999 b. Wpływ stosowania ścieków miejskich na przebieg wzrostu i plonowanie wikliny (*Salix viminalis*). Folia Univ. Agric. Stetin. 200, Agric. 77: 361-366.
- SZEWCZUK Cz., SUGIER D., 2001. Wpływ stosowania ścieków miejskich na przebieg wzrostu i plonowanie wierzby krzewiastej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 475: 73-79.

INFLUENCE OF SEWAGE SLUDGE ON THE YIELD AND BIOMETRIC TRAITS OF SELECTED CLONES OF WILLOW (*SALIX VIMINALIS* L.)

Summary. Willow gives us a lot of possibilities of using it in the protection of the environment. Nowadays this plant is an object as an energetic plant and the plant used in phytoremediation and is characterized by fast growth, high production of wood and high tolerance to accumulate heavy metals. The influence of sewage sludge on the growth, morphological traits and yield of four selected clones of *Salix viminalis* and its halfbreeds is presented in the paper. The experiment with willow and sewage sludge was carried out at the Experimental-Didactic Station in Wrocław in 2008-2010. The experiment with the clones of willow was established in 2003. Split-plot method was applied in three repetitions with two changeable factors. Analysis showed a significant influence of weather conditions, various doses of sewage sludge and genetic properties of clones on yield, the number and length of shoots and diameter. The highest productivity of clones concerned the object with a double dose of sewage sludge. Clone 1054 was characterized by the highest productivity and was the best biometric traits.

Key words: clones, sewage sludge, yield, willow

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Anna Jama, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24 A, 50-363 Wrocław, Poland, e-mail: jama.anna2@gmail.com

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

18.04.2012

Do cytowania – For citation:

*Jama A., Nowak W., 2012. Wpływ komunalnych osadów ściekowych na piony i cechy biometryczne wybranych klonów wierzby krzewiastej (*Salix viminalis* L.). *Nauka Przyr. Technol.* 6, 3, #57.*