

Leszek STYSZKO¹
Adam BOGUSKI²
Diana FIJAŁKOWSKA³

WPLYW NAWOŻENIA NA ZAMIERANIE KARP WIERZBY ENERGETYCZNEJ PRZY UPRAWIE NA GLEBIE LEKKIEJ

Celem badań była ocena wpływu nawożenia na zamieranie roślin dziewięciu klonów wierzby energetycznej w okresie siedmiu lat ich uprawy w okolicach Koszalina. W 2006 roku założono doświadczenie ściśle metodą losowanych podbloków w układzie zależnym w trzech powtórzeniach. Podblokami I rzędu były cztery kombinacje nawozowe: (a) obiekty bez nawożenia, (b) obiekty nawożone kompostem z osadów komunalnych ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ suchej masy), (c) obiekty nawożone kompostem ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ suchej masy) i Hydrofoską 16 w dawce $562,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (N – $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, P – $39,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i K – $74,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz (d) obiekty nawożone kompostem ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ suchej masy) i Hydrofoską 16 w dawce $1125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (N – $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, P – $78,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i K – $149,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), a II rzędu – dziewięć klonów wierzby: 1047, 1054, 1023, 1013, 1052, 1047D, 1056, 1018 i 1033. Przed ruszeniem vegetacji wierzby w latach 2007, 2008 i 2009 stosowano nawożenie Hydrofoską 16 na obiektach „c” i „d” z pominięciem kompostu. Poletko miało powierzchnię $34,5 \text{ m}^2$, na którym wysadzono 120 zrzczerw wierzby. Poletko do zbioru podzielono na trzy równe części (a, b, c). Po drugiej vegetacji (luty 2008 roku) skoszono poletko „c”, poletko „b” - po trzeciej vegetacji (luty 2009 roku), a w listopadzie 2009 roku, skoszono wszystkie części poletka (a, b i c). W latach 2010-2012 nie nawożono poletek nawozami. Liczbę żywych karp wierzby na poszczególnych częściach poletka określano w latach 2006-2009 oraz w 2012 roku. Dane te opracowano statystycznie. Na zamieranie karp wierzby decydujący wpływ miały liczba lat odrastania pędów, interakcja klonów z liczbą lat odrastania pędów, klony a w mniejszym stopniu - kombinacje nawozowe.

Słowa kluczowe: wierzba energetyczna, klony, nawożenie, lata odrastania pędów

¹ Autor do korespondencji: Leszek Styszko, Politechnika Koszalińska, 75-453 Koszalin, ul. Śniadeckich 2, tel.: 94-3478-557, lstyszko@wbiis.tu.koszalin.pl

² Adam Boguski, Politechnika Koszalińska, 75-453 Koszalin, ul. Śniadeckich 2, tel.: 94-3478-547, adam.boguski@tu.koszalin.pl

³ Diana Fijałkowska, Politechnika Koszalińska, 75-453 Koszalin, ul. Śniadeckich 2, tel. 94-3486-714, fijałkowska@wilsig.tu.koszalin.pl

1. Wprowadzenie

Trwałość plantacji wierzby ocenia się na 20-25 lat [7, 9]. Produktyność wierzby zależy od właściwości uprawianego klonu, systemu nawożenia, częstotliwości zbioru oraz obsady karp na hektarze [1-8]. Istotnym dla plenności wierzby jest utrzymanie założonej obsady roślin przez cały okres jej użytkowania. Według doniesień literaturowych w trakcie wegetacji nie wszystkie zręzy wierzby po sadzeniu przyjmują się, a ponadto w czteroletnim cyklu uprawy występują ubytki roślin, zróżnicowane w zależności od odmian, gęstości sadzenia i częstotliwości zbioru co 1 rok, dwa i trzy lata [5]. Stąd wydawało się celowym prześledzenie wpływu nawożenia kompostem i różnymi dawkami nawozu mineralnego na zamieranie karp wierzby w wieloletniej uprawie kilku klonów wierzby na glebie lekkiej.

2. Materiał i metody

W 2006 roku w Kościernicy k. Koszalina, założono doświadczenie ściśle z wierzbą energetyczną na istniejących jej nasadzeniach z 2005 roku, metodą losowanych podbloków w układzie zależnym w trzech powtórzeniach, gdzie podblokami I rzędu były cztery kombinacje nawozowe, a II rzędu – dziewięć klonów wierzby. W ramach kombinacji nawozowych zastosowano w 2006 roku: (A) obiekty bez nawożenia, (B) obiekty nawożone kompostem z osadów komunalnych ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ suchej masy), (C) obiekty nawożone kompostem ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ suchej masy) i Hydrofoską 16 w dawce $562,5 \text{ kg kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zawierającej N – $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, P – $39,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i K – $74,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz (D) obiekty nawożone kompostem ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ suchej masy) i Hydrofoską 16 w dawce $1125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zawierającej N – $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, P – $78,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i K – $149,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przed ruszeniem wegetacji wierzby w latach 2007, 2008 i 2009 zastosowano ponownie nawożenie nawozem Hydrofoską 16 na obiektach „c” i „d” z pominięciem stosowania kompostu. Do badań włączono dziewięć klonów wierzby: 1047, 1054, 1023, 1013, 1052, 1047D, 1056, 1018 i 1033.

Poletko miało powierzchnię $34,5 \text{ m}^2$ ($2,3 \times 15,0 \text{ m}$), które podzielono na trzy równe części. Każda z tych części („a”, „b”, „c”) była koszona w innym terminie. Po drugiej wegetacji wierzby (luty 2008 roku) skoszono pędy na poletku „c”, poletko „b” - po trzeciej wegetacji (luty 2009 roku), a w listopadzie 2009 roku, skoszono wszystkie części poletka („a”, „b”, „c”). Stąd w czteroletniej uprawie skoszono wierzbę na częściach poletek: „a” – 1-krotnie (XI 2009 r.), „b” – 2-krotnie (II i XI 2009 r.) oraz „c” – 2-krotnie (luty: 2008 i 2009). W latach 2010-2012 nie nawożono wierzby nawozami.

Wiosną 2005 roku wysadzono na każdej części poletka po 40 zręzów wierzby, czyli łącznie 120 zręzów na jedno duże poletko. Liczbę żywych karp wierzby na poszczególnych częściach poletka w latach 2006-2009 oraz w 2012

roku określano każdego roku czterokrotnie (31 V, 30 VI, 30 IX i 20-30 XI). Dane te opracowano statystycznie z wykorzystaniem programu *Statistica*. Wykonano analizy wariancji, istotność efektów oceniono testem F oraz oszacowano znaczenie badanych czynników metodą komponentów wariancyjnych.

3. Wyniki

W tabelach 1 i 2 podano strukturę procentową komponentów wariancyjnych dla efektów głównych oraz ich interakcji. Średnio z poletek dużych oraz dla każdej części poletka największe przeciętne efekty wykazano przy latach odrastania pędów (25,6%÷42,4%), nieco mniejsze dla klonów wierzby (9,3%÷13,4%), mniejsze dla kombinacji nawozowych (1,0%÷4,9%), a najmniejsze przy terminach pomiarów, które tutaj oznaczają długość okresu wegetacji w danym roku (0,1%÷1,0%) (tab. 1).

Tabela 1. Wpływ badanych czynników na procent martwych karp wierzby na częściach poletka „a”, „b” i „c” w latach 2006-2012

Table 1. The influence of analyzed factors on the percentage of dead rootstocks of willow at the parts of the plots “a”, “b” and “c” in the years 2006-2012

| Komponent wariancyjny | Poziom czynnik | Struktura procentowa komponentów wariancyjnych dla martwych karp na częściach poletka | | | |
|----------------------------------|----------------|---|---------|---------|-----------------------|
| | | „a” | „b” | „c” | średnio dla „a” - „c” |
| Klony (D) | 9 | 11,8*** | 9,3*** | 12,6*** | 13,4*** |
| Nawożenie (C) | 4 | 1,0*** | 2,3*** | 4,9*** | 2,2*** |
| Terminy pomiarów (B) | 4 | 0,1*** | 1,0*** | 0,1*** | 0,1*** |
| Lata odrastania pędów (A) | 5 | 42,4*** | 35,0*** | 25,6*** | 37,3*** |
| Suma interakcji | | 44,7 | 52,4 | 56,8 | 47,0 |
| Suma | 720 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

*- istotność przy $\alpha=0,05$; **- istotność przy $\alpha=0,01$; ***- istotność przy $\alpha=0,001$

Analizując wyniki zestawione w tabeli 1 okazało się, że największa interakcja wystąpiła między klonami wierzby z latami odrastania pędów (DA) (25,1%÷38,6%) (tab. 2). Większe znaczenie miały także współdziałania pojedyncze: klonów z kombinacjami nawozowymi (DC) (1,5%÷4,8%) i kombinacji nawozowych z latami odrastania pędów (CA) (1,0%÷5,7%), a spośród złożonych – klonów z kombinacjami nawozowymi i latami odrastania pędów (DCA) (3,1%÷11,0%).

Analizując wpływ klonów wierzby stwierdzono, że dużo zamarych karp występowało w przypadku klonów 1056 i 1013, nieco mniej u klonów 1018 i 1033, w względnie mało – w przypadku pozostałych klonów (tab. 3).

Tabela 2. Wpływ interakcji badanych czynników na procent martwych karp wierzby na częściach poletka „a”, „b” i „c” w latach 2006-2012

Table 2. The influence of interaction of analyzed factors on the percentage of dead rootstocks of willow at the parts of the plots “a”, “b” and “c” in the years 2006-2012

| Komponent wariacyjny | Liczba danych dla interakcji | Struktura procentowa komponentów wariacyjna dla martwych karp na częściach poletka | | | |
|----------------------|------------------------------|--|---------|---------|-------------------|
| | | „a” | „b” | „c” | średnio „a” - „c” |
| DC | 20 | 1,8*** | 1,8*** | 4,8*** | 1,5*** |
| DB | 20 | 0,0 | 2,4*** | 0,2*** | 0,0 |
| CB | 45 | 0,1* | 0,1** | 0,1** | 0,1* |
| DCB | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,5*** | 0,0 |
| DA | 16 | 35,3*** | 25,1*** | 30,9*** | 38,6*** |
| CA | 36 | 1,0*** | 2,3*** | 5,7*** | 1,9*** |
| DCA | 4 | 5,3*** | 3,1*** | 11,0*** | 3,2*** |
| BA | 36 | 0,1*** | 3,9*** | 0,0 | 0,1** |
| DBA | 4 | 0,0 | 10,0*** | 0,0 | 0,0 |
| CBA | 9 | 0,1*** | 0,8*** | 0,2* | 0,2*** |
| DCBA | 1 | 1,0 | 2,9 | 3,4 | 1,4 |
| Suma | | 44,7 | 52,4 | 56,8 | 47,0 |

*- istotność przy $\alpha=0,05$; **- istotność przy $\alpha=0,01$; ***- istotność przy $\alpha=0,001$

Tabela 3. Wpływ klonów na procent martwych karp wierzby na częściach poletka „a”, „b” i „c” w latach 2006-2012

Table 3. The influence of clones on the percentage of dead rootstocks of willow at the parts of the plots “a”, “b” and “c” in the years 2006-2012

| Klon wierzby | Procent martwych karp na częściach poletka | | | |
|---------------------|--|--------|--------|------------------|
| | „a” | „b” | „c” | średnio „a”- „c” |
| 1047 | 6,3 | 9,3 | 6,7 | 7,4 |
| 1054 | 3,2 | 5,1 | 8,1 | 5,5 |
| 1023 | 4,6 | 7,3 | 7,2 | 6,4 |
| 1013 | 19,6 | 18,3 | 21,4 | 19,8 |
| 1052 | 5,7 | 8,5 | 6,8 | 7,0 |
| 1047D | 4,7 | 6,7 | 8,8 | 6,7 |
| 1056 | 22,3 | 22,5 | 22,6 | 22,5 |
| 1033 | 9,9 | 10,5 | 10,2 | 10,2 |
| 1018 | 11,8 | 15,6 | 13,8 | 13,7 |
| NIR _{0,05} | 0,6*** | 1,0*** | 1,0*** | 0,7*** |

NIR_{0,05} - najmniejsza istotna różnica przy poziomie ufności $\alpha=0,05$

*- istotność przy $\alpha=0,05$; **- istotność przy $\alpha=0,01$; ***- istotność przy $\alpha=0,001$

Kombinacje nawozowe istotnie wpływały na udział martwych karp na poletkach (tab. 4). Przeciętnie nawożenie kompostem (kombinacja B) nie wpłynęło istotnie na wzrost liczby zamarych karp, a na części poletka „c” – nawet proces ten ograniczyło. Dodatkowe nawożenie mineralne przeciętnie zwiększy-

ło frakcję zamarłych karp z 9,9% do 10,5% w kombinacji C i do 14,1% w kombinacji D. Na wszystkich częściach poletka na obiektach kombinacji D było najwięcej zamarłych karp na poletku, a istotnie mniej na obiektach z niższym nawożeniem mineralnym (kombinacja C).

Tabela 4. Wpływ kombinacji nawozowych na procent martwych karp wierzby na częściach poletka „a”, „b” i „c” w latach 2006-2012

Table 4. The influence of the fertilization combination on the percentage of dead rootstocks of willow at the parts of the plots “a”, “b” and “c” in the years 2006-2012

| Kombinacje nawozowe ¹ | Procent martwych karp na częściach poletka | | | |
|----------------------------------|--|--------|--------|------------------|
| | „a” | „b” | „c” | średnio „a”- „c” |
| A | 9,2 | 10,2 | 10,7 | 10,0 |
| B | 10,4 | 10,3 | 7,6 | 9,5 |
| C | 9,1 | 9,6 | 10,9 | 9,8 |
| D | 12,3 | 15,9 | 16,9 | 15,0 |
| NIR_{0,05} | 0,4*** | 0,7*** | 0,7*** | 0,5*** |

Kombinacje nawozowe¹:

(A) obiekty bez nawożenia,

(B) obiekty nawożone kompostem z osadów komunalnych (10 t·ha⁻¹ suchej masy),

(C) obiekty nawożone kompostem (10 t·ha⁻¹ suchej masy) i Hydrofoską 16 w dawce 562,5 kg·ha⁻¹ zawierającej N – 90 kg·ha⁻¹, P – 39,3 kg·ha⁻¹ i K – 74,7 kg·ha⁻¹

(D) obiekty nawożone kompostem (10 t·ha⁻¹ suchej masy) i Hydrofoską 16 w dawce 1125 kg·ha⁻¹ zawierającej N – 180 kg·ha⁻¹, P – 78,6 kg·ha⁻¹ i K – 149,4 kg·ha⁻¹.

NIR_{0,05} - najmniejsza istotna różnica przy poziomie ufności $\alpha=0,05$

*- istotność przy $\alpha=0,05$; **- istotność przy $\alpha=0,01$; ***- istotność przy $\alpha=0,001$

Tabela 5. Procent martwych karp wierzby w terminach pomiarów na częściach poletka „a”, „b” i „c” w latach 2006-2012

Table 5. The percentage of dead rootstocks of willow on the dates of measurements at the parts of the plots “a”, “b” and “c” in the years 2006-2012

| Terminy pomiaru | Procent martwych karp na częściach poletka | | | |
|---------------------------|--|--------|--------|------------------|
| | „a” | „b” | „c” | średnio „a”- „c” |
| 31 V | 9,2 | 8,7 | 11,3 | 9,7 |
| 30 VI | 9,5 | 11,9 | 11,1 | 10,8 |
| 30 IX | 10,0 | 12,4 | 12,2 | 11,5 |
| 20-30 XI | 10,4 | 13,1 | 12,4 | 12,0 |
| NIR_{0,05} | 0,4*** | 0,7*** | 0,7*** | 0,5*** |

NIR_{0,05} - najmniejsza istotna różnica przy poziomie ufności $\alpha=0,05$

*- istotność przy $\alpha=0,05$; **- istotność przy $\alpha=0,01$; ***- istotność przy $\alpha=0,001$

W dalszych terminach pomiarów, które oznaczają długość okresu wegetacji w danym roku, na podstawie pomiarów (obserwacji) wykazywano zawsze większą frakcję zamarłych karp niż na początku wegetacji (tab. 5).

Bardzo duży wpływ na udział zmarłych karp wierzby na poletkach miała liczba lat odrastania pędów (tab. 6 i 7). W każdym następnym roku uprawy wzrastał procent martwych karp na poletku, przy czym zjawisko to nasilało się bezpośrednio po koszeniu pędów. Istotny przyrost frakcji zmarłych karp wierzby miał miejsce w trzecim roku odrastania pędów na poletku „c”, w czwartym roku – na poletku „b” i po czwartym roku na poletku „a”.

Tabela 6. Wpływ lat odrastania pędów na procent martwych karp wierzby na częściach poletka „a”, „b” i „c” w latach 2006-2012

Table 6. The influence of the time of re-growing of shoots (years) on the percentage of dead rootstocks of willow at the parts of the plots “a”, “b” and “c” in the years 2006-2012

| Lata odrastania pędów | Procent martwych karp na częściach poletka | | | |
|-----------------------|--|-------------|-------------|------------------|
| | „a” | „b” | „c” | średnio „a”- „c” |
| 1 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| 2 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,9 |
| 3 | 5,6 | 5,6 | 11,1 | 7,5 |
| 4 | 3,9 | 15,9 | 18,5 | 12,9 |
| 7 | 33,0 | 29,8 | 22,7 | 30,1 |
| NIR _{0,05} | 0,5*** | 0,8*** | 0,8*** | 0,5*** |

Wpływ nawożenia kompostem na zamieranie karp wierzby był różny w latach uprawy (tab.7).

Tabela 7. Wpływ interakcji lat odrastania pędów z kombinacjami nawozowymi na procent martwych karp na poletkach „a”, „b” i „c”

Table 7. The influence of interaction of the time of re-growing of shoots with fertilization combinations on the percentage of dead rootstocks of willow at the plots “a”, “b” and “c”

| Część poletka | Kombinacje nawozowe ¹ | Procent martwych karp wierzby na poletku w latach odrastania | | | | |
|---------------|----------------------------------|--|-----|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| „a” | A | 2,3 | 4,1 | 4,9 | 6,6 | 27,9 |
| | B | 2,4 | 3,7 | 3,9 | 7,4 | 34,7 |
| | C | 1,7 | 2,6 | 4,8 | 4,9 | 31,4 |
| | D | 3,2 | 5,5 | 8,9 | 5,9 | 38,1 |
| | NIR _{0,05} | 0,9*** | | | | |
| „b” | A | 2,3 | 4,1 | 4,9 | 10,2 | 29,6 |
| | B | 2,4 | 3,7 | 3,9 | 17,3 | 24,8 |
| | C | 1,7 | 2,6 | 4,8 | 12,3 | 26,5 |
| | D | 3,2 | 5,5 | 8,9 | 23,8 | 38,2 |
| | NIR _{0,05} | 1,5*** | | | | |
| „c” | A | 2,3 | 4,1 | 10,7 | 12,5 | 23,7 |
| | B | 2,4 | 3,7 | 8,1 | 12,4 | 10,8 |
| | C | 1,7 | 2,6 | 11,0 | 19,3 | 19,8 |
| | D | 3,2 | 5,5 | 15,0 | 24,5 | 36,3 |
| | NIR _{0,05} | 1,5*** | | | | |

Tabela 7 (cd.). Wpływ interakcji lat odrastania pędów z kombinacjami nawozowymi na procent martwych karp na poletkach „a”, „b” i „c”

Table 7 (cont.). The influence of interaction of the time of re-growing of shoots with fertilization combinations on the percentage of dead rootstocks of willow at the plots “a”, “b” and “c”

| | | | | | | |
|---------------------|---------------------|--------|-----|------|------|------|
| Średnio „a”- „c” | A | 2,3 | 4,1 | 6,8 | 9,8 | 27,1 |
| | B | 2,4 | 3,7 | 5,3 | 12,4 | 23,4 |
| | C | 1,7 | 2,6 | 6,9 | 12,1 | 25,9 |
| | D | 3,2 | 5,5 | 10,9 | 18,1 | 37,5 |
| | NIR _{0,05} | 1,0*** | | | | |

¹ – oznaczenie kombinacji nawozowych podano w tabeli 4

Do czwartego roku uprawy poza poletkiem „b” nawożenie kompostem nie powodowało silniejszego zamierania karp wierzby. W siódmym roku uprawy bardzo dużo karp wierzby zmarło i w tym roku efekty nawożenia kompostem były na poszczególnych częściach poletka zróżnicowane. Dodatkowe nawożenie na obiektach C i D nawozem mineralnym w każdym roku uprawy powodowało nasilenie zamierania karp wierzby.

W tabeli 8 zestawiono wyniki pomiarów zamierania karp wierzby po pierwszym i po siódmym roku uprawy. Należy nadmienić, że nawożenie kompostem zastosowano przed pierwszą vegetacją, a nawóz mineralny Hydrofoska 16 zastosowano w latach uprawy 1-4. Poczynając od piątej vegetacji wierzby, nie stosowano nawożenia kompostem oraz nawozem mineralnym. Po pierwszej vegetacji duże ubytki karp na różnych kombinacjach nawozowych pojawiły się u klonów 1013, 1056 i 1018. Po siódmej vegetacji u klonów 1013 i 1056 zmarło odpowiednio 58,8%-83,8% karp oraz 67,8%-90,8%, natomiast u klonu 1018 zmarło mniej karp (19,0%-39,2%). U pozostałych klonów ubytki żywych karp na poletkach były mniejsze i nie zależały one od stosowania kompostu z osadów komunalnych. U badanych klonów wierzby największe zamieranie karp wystąpiło na obiektach D, gdzie zastosowano kompost z bardzo wysoką dawką nawozu Hydrofoska 16 (1125 kg·ha⁻¹) zawierającej N – 180 kg·ha⁻¹, P – 78,6 kg·ha⁻¹ i K – 149,4 kg·ha⁻¹.

4. Podsumowanie

W warunkach upraw produkcyjnych wierzby ważne jest utrzymanie przez 20-25 lat założonej obsady [7, 9]. Zmniejszenie tej obsady bezpośrednio wpływa na plony biomasy pędów. Badania trwałości karp dla różnych klonów wierzby, w zależności od stosowanego nawożenia kompostem z osadów komunalnych i nawozem mineralnym, nie były publikowane. Sygnałem w tym względzie były badania Stolarskiego, gdzie wykazano różne ubytki roślin w zależności od odmiany wierzby, gęstości sadzenia oraz częstotliwości zbioru [5]. Największe ubytki karp były u odmiany Corda, przy corocznym zbiorze

oraz przy bardzo dużym zagęszczeniu. We wspomnianym doświadczeniu średnie ubytki roślin wierzby przy sadzeniu 12 i 24 tys. sztuk·ha⁻¹ wynosiły poniżej 10% niezależnie czy zbierano corocznie czy co trzy lata. Doświadczenie to przeprowadzono w Oborach k/Kwidzyna na madzie bardzo ciężkiej próchnicznej klasy R-IIIa zaliczonej do kompleksu przydatności rolniczej pszennej dobrej (2). Opady roczne przeciętnie wyniosły 478,4 mm.

Tabela 8. Wpływ interakcji klonów wierzby z kombinacjami nawozowymi i latami odrastania pędów na procent martwych karp na dużych poletkach

Table 8. The influence of interaction of willow clones with fertilization combinations and the time of re-growing of shoots on the percentage of dead rootstocks at the big plot

| Lata odrastania pędów | Klon wierzby | Procent martwych karp wierzby na obiektach z nawożeniem ¹ | | | |
|-----------------------|--------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | | A | B | C | D |
| 1 | 1047 | 0,6 | 1,1 | 1,0 | 2,5 |
| | 1054 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 0,7 |
| | 1023 | 0,7 | 0,9 | 0,4 | 1,8 |
| | 1013 | 4,2 | 1,5 | 2,2 | 5,7 |
| | 1052 | 0,0 | 0,8 | 1,0 | 2,3 |
| | 1047D | 0,8 | 1,1 | 0,3 | 1,1 |
| | 1056 | 4,2 | 8,9 | 3,8 | 7,0 |
| | 1033 | 2,7 | 3,8 | 2,8 | 2,7 |
| | 1018 | 7,1 | 3,4 | 3,4 | 5,3 |
| 7 | 1047 | 10,8 | 9,2 | 12,9 | 16,3 |
| | 1054 | 10,0 | 10,6 | 10,8 | 14,2 |
| | 1023 | 9,6 | 7,1 | 8,8 | 35,0 |
| | 1013 | 82,1 | 58,8 | 83,8 | 82,9 |
| | 1052 | 21,1 | 14,2 | 9,6 | 20,8 |
| | 1047D | 10,8 | 11,7 | 5,8 | 25,8 |
| | 1056 | 77,7 | 67,8 | 68,3 | 90,8 |
| | 1033 | 10,4 | 17,1 | 27,9 | 24,2 |
| | 1018 | 37,9 | 20,4 | 19,0 | 39,2 |
| NIR _{0,05} | 3,0*** | | | | |

¹ – oznaczenie kombinacji nawozowych podano w tabeli 4

Badania własne wykonano na glebie lekkiej zaliczonej do klasy bonitacyjnej RIVa, kompleksu przydatności rolniczej żytniego dobrego (5), na glebach bielicowych właściwych, o składzie granulometrycznym piaski gliniaste lekkie przechodzące na głębokości 50-100 cm w glinę lekką. Ustalony poziom wody gruntowej na tym polu występował na głębokości 940-980 cm. Opady roczne w okresie prowadzenia doświadczeń wyniosły 753,4 mm – 1062,0 mm, a w okresie wegetacji wierzby – 459,0 mm – 654,4 mm [6]. Stąd widać, że warunki glebowe i pogodowe pomiędzy punktami doświadczalnymi Obory i Kościernica były diametralnie różne. W badaniach własnych ubytki karp wierzby poniżej 10% ilości wysadzonej były na wszystkich obiektach do czasu pierw-

szego koszenia produkcyjnego tzn. druga, trzecia lub czwarta vegetacja. Po tym terminie zaobserwowano zwiększone zamieranie karp wierzby. W siódmej vegetacji u dwóch klonów zamarło od 58,8% do 90,8% roślin, u jednego od 20,4% do 39,2%, a u pozostałych klonów od ok. 10% do 35% zależnie od kombinacji nawozowej. Przy stosowaniu nawożenia kompostem z osadów komunalnych zamieranie klonów podatnych na tę cechę było mniejsze niż bez tego zabiegu (klony 1013, 1056, 1018 i 1052), a u innych klonów tej zależności nie obserwowano. Dodatkowe nawożenie Hydrofoską 16 dawką $1125 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ zawierającej N – $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, P – $78,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ i K – $149,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w stosunku do dawki samego kompostu, spowodowało zawsze zwiększone zamieranie karp wierzby.

5. Wnioski

1. W pierwszym 4-letnim cyklu uprawy wierzby krzewiastej na glebie lekkiej zamarło do 10% karp do terminu pierwszego produkcyjnego koszenia (2, 3 lub 4 vegetacja), a po tym koszeniu zamieranie karp nasiliło się.
2. W drugiej 4-letniej rotacji w siódmej vegetacji wierzby zamieranie karp było zróżnicowane w zależności od podatności klonu oraz od zastosowanego nawożenia.
3. Nawożenie kompostem u czterech klonów wierzby (1013, 1056, 1018 i 1052) zmniejszyło zamieranie karp, a dodatkowe nawożenie wszystkich badanych klonów Hydrofoską 16 – zwiększyło ubytki żywych karp.

Literatura

- [1] Faber A., Kuś J.: Rośliny energetyczne dla różnych siedlisk. Wieś Jutra, nr 8-9(109-110), 2007, s.11-12.
- [2] Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J.: Produktywność klonów wierzby krzewiastej uprawianych na gruntach ornych w zależności od częstotliwości zbioru i gęstości sadzenia. *Fragm. Agron.*, nr 2, 2002, s. 39-51.
- [3] Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J., Kopaczek M.: Production of willow (*Salix* spp.) biomass on arable land In short-term harvesting cycles. *Pol. J. Nat. Sci.*, nr 20(1), 2006, s. 53-95.
- [4] Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J., Klasa A.: Productivity of seven clones of willow coppice in annual and quadrennial cutting cycles. *Biomasa Bioenerg.*, 32(12), 2008, s. 1227-1234.
- [5] Stolarski J.M.: Agrotechniczne i ekonomiczne aspekty produkcji biomasy wierzby krzewiastej (*Salix* spp.) jako surowca energetycznego, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2009.
- [6] Styszko L., Fijałkowska D., Sztyma M. Shrubby willow crop In the four-year cycle at cultivation at light soil In Pomerania. [In:] *Regional and Lokal Biomass Poten-*

- tial. Ed. By Michał Jasiulewicz. Polish Economics Association Koszalin University of Technology. Koszalin 2010, p. 159-190.
- [7] Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M.J.: Wierzba energetyczna, Wydawnictwo Plantpress, Kraków 2004.
- [8] Szczukowski S., Stolarski M.J., Tworkowski J., Przyborowski J., Klasa A.: Productivity of willow coppice plants grown in short rotations. *Plant Soil Environ.*, 51(9), 2005, s. 423-430.
- [9] Tworkowski J., Kuś J., Szczukowski S., Stolarski M. Produktywność roślin uprawianych na cele energetyczne. [W:] Nowoczesne technologie pozyskiwania i energetycznego wykorzystywania biomasy. Monografia. Instytut Energetyki. Warszawa 2010, s. 34-49.

THE INFLUENCE OF FERTILIZATION ON WITHERING OF ROOTSTOCKS OF ENERGETIC WILLOW CULTIVATED ON LIGHT SOIL

Summary

The aim of the work was to assess the influence of fertilization on withering of nine clones of energetic willow cultivated in the neighborhood of Koszalin within the period of 7 years. The experiment was established in the year 2006. It was a strict experiment conducted with a method of random sub-blocks in the dependent system in three repetitions. The sub-blocks of I order were 4 combinations of fertilization: (a) objects without fertilization, (b) objects fertilized with compost from municipal sewage sludge ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ dry solids), (c) objects fertilized with compost ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ dry solids) and with Hydrofoska 16, doses of $562.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (N – $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, P – $39.3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ and K – $74.7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) and (d) objects fertilized with compost ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ dry solids) and with Hydrofoska 16, doses of $1125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (N – $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, P – $78.6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ and K – $149.4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). The sub-blocks of II order were 9 clones of willow: 1047, 1054, 1023, 1013, 1052, 1047D, 1056, 1018 and 1033. Before starting vegetation of willow in the years 2007, 2008 and 2009 at the objects “c” and “d” Hydrofoska 16 was applied and the compost was omitted. The plot with 34.5 square metres area was planted with 120 pieces of willow cuttings of willow. To reap the crop the plot was divided into 3 equal parts (a, b, c). After the second vegetation (February 2008) the plot “c” was cut, the plot “b” after the third vegetation (February 2009) and in November 2009 all of the parts of the plot (a, b, c) were cut. In the years 2010-2012 the plots were not fertilized. The number of alive willow rootstocks at the individual parts of the plot was assessed in the years 2006-2009 and in 2012. The collected data were evaluated statistically. The crucial factors in case of withering of willow rootstocks were the time of re-growing of shoots (years), clones and the interaction of clones with the time of re-growing of shoots. The fertilization combination was of secondary importance.

Keywords: energetic willow, clones, fertilization, time (years) of re-growing of shoots

DOI: 10.7862/rb.2013.34

*Przesłano do redakcji w lipcu 2013 r.
Przyjęto do druku we wrześniu 2013 r.*