

PLONOWANIE ŚLĄZOWCA PENSYLWAŃSKIEGO W WIELOLETNIM UŻYTKOWANIU

Halina Borkowska¹, Roman Molas², Dominika Skiba¹

¹Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: halina.borkowska@up.lublin.pl

²Usida R&D, ul. Czardasza 12/2, 02-169 Warszawa

Streszczenie. Eksperyment w układzie bloków losowanych założono w 2003 r. w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. W latach 2004-2011 badano wpływ nawożenia azotem (100 i 200 kg·ha⁻¹ N) i fosforem (39 i 52 kg·ha⁻¹ P) na wysokość plonów biomasy ślązowca pensylwańskiego. Wyższe dawki składników pokarmowych istotnie wpływały na wzrost plonów biomasy i obsadę pędów ślázowca. Dłuższe pędy stwierdzono po zastosowaniu wyższego poziomu nawożenia azotem. Największe różnice w wielkości plonów wystąpiły pomiędzy latami uprawy. Najmniej biomasy uzyskano w drugim (2004 r.), zaś dwukrotnie więcej w piątym (2007 r.) i ósmym (2010 r.) roku uprawy (odpowiednio 7,06 oraz 14,34 i 14,48 t·ha⁻¹ s.m.).

Słowa kluczowe: ślázowiec pensylwański, plon biomasy, obsada, lata uprawy, nawożenie mineralne

WSTĘP

Zapewnienie dostaw dla energetyki systemowej niezbędnej ilości biomasy rolniczej zależy od oceny wpływu różnych czynników w okresie uprawy na uzyskiwanie przewidywalnych plonów. Wśród źródeł tej biomasy są wieloletnie gatunki uprawy polowej. Ocena wpływu różnych czynników na plonowanie wieloletnich roślin jest szczególnie istotna, ale też niezmiernie trudna w przypadku uprawy (użytkowania) trwającej dłużej niż kilka lat. Na plonowanie takich gatunków wpływ mają nie tylko czynniki agrotechniczne (np. nawożenie, uprawa roli, pielęgnowanie), ale często w znacznie większym stopniu przebieg pogody w kolejnych latach użytkowania plantacji. Elementy meteorologiczne w jednym roku, wpływając na kondycję roślin, mogą warunkować ich wydajność w latach następnym. Wyniki wielu badań potwierdziły nieznaczną wielkość plonu w pierwszym

roku i znacznie wyższą w drugim roku uprawy. Pełnię plonowania większość gatunków wieloletnich osiąga w trzecim-czwartym roku (Borkowska i Molas 2012, Clifton-Brown i in. 2001, Stolarski i in. 2002, Sulima i in. 2006). W przypadku gatunków od niedawna uprawianych w Polsce (np. miskant olbrzymi, ślázowiec pensylwański) brakuje oceny plonowania w dłuższym okresie uprawy w warunkach naszego kraju. W Wielkiej Brytanii stwierdzono niższe niż w trzecim roku plony miskanta olbrzymiego, dopiero w 14 roku uprawy (Christian i in. 2008). Dla ślázowca pensylwańskiego wyników z kilkunastu lat uprawy dotychczas nie opublikowano.

Ślázowiec pensylwański, podobnie jak większość roślin, reaguje zwiększeniem plonu na nawożenie mineralne, szczególnie azotowe. Pozytywna reakcja ślázowca pensylwańskiego na nawożenie azotem została już opisana w pracach różnych autorów. We wczesnych badaniach prowadzonych pod kątem wykorzystania biomasy ślázowca na cele paszowe stwierdzono intensywny przyrost masy pod wpływem wzrastających dawek azotu, nawet ponad $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Borkowska 1996). Korzystną reakcją na ten składnik pokarmowy przedstawiają również w swoich opracowaniach Kalembasa i Wiśniewska (2006, 2010). Nie zawsze jednak pierwiastek ten wpływa na zwiększenie plonu biomasy. W warunkach gleby lekkiej, przepuszczalnej, słabo utrzymującej wodę, zwiększenie dawki azotu ze 100 do $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nie przyniosło oczekiwanych rezultatów. Niewielki przyrost plonu pod wpływem większej dawki tego pierwiastka mieścił się w granicach błędu. W badaniach tych, natomiast, obserwowano istotny przyrost plonu biomasy pod wpływem wyższego nawożenia fosforem (Borkowska i in. 2009).

Publikowane wyniki badań prowadzonych w Polsce nad ślázowcem pensylwańskim pochodzą z reguły z kilku lat badań. Najczęściej są to badania 3-4-letnie (Borkowska i in 2009, Borkowska i Molas 2012, Klimont i Bulimska-Radomska 2013, Kuś i Matyka 2009, Stolarski i in. 2006, Wardzińska 2000). Istotnym wydaje się przedstawienie wyników badań wpływu nawożenia mineralnego na plony biomasy tego gatunku w nieco dłuższym okresie uprawy.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki ośmioletnich badań (od drugiego do dziewiątego roku uprawy) nad wpływem dwóch dawek azotu i fosforu na plonowanie ślázowca pensylwańskiego.

MATERIAŁ I METODY

W 2003 roku w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie założono eksperyment w układzie bloków losowanych uwzględniający cztery powtórzenia każdej kombinacji (powierzchnia poletek – $12,6 \text{ m}^2$). Nasiona ślázowca wysiano w kwietniu jednorzędowym siewnikiem ogrodniczym zachowując 70 cm odległości rzędów. W listopadzie tego roku ob-

sada roślin wynosiła 3,6 szt·m². W pierwszym roku uprawy nie stosowano nawożenia. Od 2004 roku, przez cały okres badań, każdej wiosny, przed ruszeniem vegetacji roślin wnoszono nawożenie mineralne, następnie w międzyrzędziach zruszano glebę opielaczem. Azot i fosfor jako czynniki eksperymentu stosowano w dwóch dawkach: azot – 100 i 200 kg·ha⁻¹ N, fosfor – 39 i 52 kg·ha⁻¹ P. Potas w ilości 80 kg·ha⁻¹ K stosowano na całość doświadczenia. Dawki azotu dzielono na dwie równe części. Pierwszą wnoszono przed ruszeniem vegetacji roślin (saletra amonowa), drugą przed zwarciem rzędów (mocznik).

Każdego roku po zakończeniu vegetacji roślin w listopadzie przeprowadzano zbiory kosiarką listwową. Biomasa z każdego poletka ważono, pobierano 5 średnich pędów do oceny ich długości, liczone też obsadę pędów na poletkach. Pobierano próbę biomasy w celu określenia jej wilgotności w czasie zbioru. Rozdrobnioną biomasa suszono w 105°C, do uzyskania stałej masy. Na tej podstawie wyliczano plon suchej biomasy. Wyniki zestawiano, przeprowadzano analizę wariancji, zaś istotność różnic oceniano testem Tukey'a.

Gleba, na której prowadzono eksperyment, należy do gleb płowych utworzonych z utworu pyłowego. Jej skład mechaniczny przedstawiał się następująco: piasek (1,0-0,1 mm) – 22-23%, pył (0,1-0,02 mm) – 40%, części spławialne (<0,02 mm) – 37-38%. Udział przyswajalnych form podstawowych składników pokarmowych mieścił się w następujących granicach (mg·100 g gleby): P₂O₅ – 14,9-15,2; K₂O – 18,3-19,0; Mg – 4,1-4,3. Zawartość próchnicy wynosiła 1,04-1,07%, zaś pH w 1 mol KCL – 4,64-4,72.

Średnie temperatury powietrza i sumy opadów oraz współczynniki hydrotermiczne (K = suma opadów x 10 podzielona przez sumę średnich temperatur – Skowera i Puła 2004.) dla okresów vegetacyjnych w latach prowadzenia badań przedstawiono w tabeli 1. Z danych tej tabeli wynika, iż średnie temperatury dla lat badań i okresów vegetacyjnych w tych latach były wyższe niż średnie dla sześćdziesięciolecia. W okresach vegetacji odnotowano od 0,3°C w 2004 r. do 1,7°C w roku 2006 wyższe temperatury niż w wieloleciu. Średnie dla lat były wyższe od 0,6°C w 2004 r. do 2,2°C w 2007 r.

W okresach vegetacyjnych 2004 i 2007 r., w warunkach wyższych temperatur i mniejszej ilości opadów, wartości współczynnika K wynosiły odpowiednio 1,03 oraz 1,12, co wskazuje, że były to lata suche. W roku 2010 suma opadów w okresie vegetacji była znacząco wyższa (o 198,7 mm) niż w wieloleciu, co wpłynęło na wysoką wartość współczynnika hydrotermicznego (K = 1,97), pozwalającą określić ten okres jako dość wilgotny. W pozostałych latach podobnie jak w wieloleciu wartości współczynników hydrotermicznych (K = 1,39-1,50) wskazywały na okresy optymalne. Wyliczone współczynniki hydrotermiczne dla okresów vegetacyjnych obejmujących siedem miesięcy (kwiecień-październik) nie odzwierciedlają warunków występujących w poszczególnych miesiącach czy

tygodniach mogących mieć znaczący wpływ na rozwój roślin. Szczególnie niekorzystne stosunki opadów do temperatur mogły mieć miejsce w krótszych odcinkach czasowych w latach z niskimi wartościami współczynników hydrotermicznych.

Tabela 1. Średnie temperatury powietrza (°C) i sumy opadów (mm) oraz współczynniki hydrotermiczne w latach 2004-2011 na tle średnich z wielolecia (1951-2010) według Obserwatorium Agrometeorologicznego w Felinie

Table 1. Mean air temperatures (°C) and sums of precipitation (mm) and hydrothermal coefficients in the period of 2004-2011 versus mean values for long-term period (1951-2010) acc. to the Agrometeorological Observatory at Felin

Lata Year	Temperatury dla okresu wegetacyjnego całego roku Temperature for vegetation period whole year		Opady dla okresu wegetacyjnego całego roku Precipitation for vegetation period whole year		Współczynniki hydrotermiczne dla okresu wegetacyjnego* Hydrothermal coefficients for vegetation period
	(IV-X)	(I-XII)	(IV-X)	(I-XII)	
2004	13,5	7,9	298,3	492,7	1,03
2005	14,1	8,1	418,6	610,4	1,39
2006	14,9	8,4	358,0	507,2	1,12
2007	14,3	8,9	457,8	607,8	1,50
2008	14,3	9,5	463,1	658,8	1,51
2009	14,6	8,7	435,9	643,4	1,40
2010	14,5	8,0	610,8	778,8	1,97
2011	14,8	8,7	428,1	521,7	1,35
1951- 2010	13,2	7,3	412,1	559,1	1,46

*Współczynnik hydrotermiczny – K = 1,0-1,3 – okres dość suchy; K = 1,3-1,6 – optymalny; K = 1,6-2,0 – dość wilgotny (Skowera i Puła 2004).

*Hydrothermal coefficient – K = 1.0-1.3 – fairly dry period; K = 1.3-1.6 – optimal; K = 1.6-2.0 – fairly wet (Skowera and Puła 2004).

WYNIKI I DYSKUSJA

Do najważniejszych czynników agrotechnicznych wpływających na rozwój roślin zalicza się nawożenie, w tym główną rolę plonotwórczą przypisuje się azotowi. Ślázowiec należy do gatunków zdolnych do wykorzystania dużych dawek tego składnika bez niebezpieczeństwa wylegania, nawet przy nadmiarze wilgoci w glebie (Styk 1984). Jednak nie zawsze duże dawki azotu znajdują uzasadnienie ekonomiczne. Zwiększenie w omawianym eksperymencie poziomu nawożenia N

ze 100 do 200 kg·ha⁻¹ wpłynęło na istotny przyrost plonów biomasy (tab. 2). Wzrost ten wynosił 12% (z 10,54 do 12,87 t·ha⁻¹ s.m.) i został potwierdzony statystycznie, jednak efektywność ekonomiczna tego poziomu nawożenia może być dyskusyjna. Wyniki badań Kalembasy i Wiśniewskiej (2006) wskazują na znaczący przyrost biomasy po zastosowaniu 150 kg·ha⁻¹ azotu w porównaniu z dawką 50 kg tego składnika pokarmowego. Warto zwrócić uwagę na współdziałanie nawożenia azotem i fosforem. Istotny wzrost plonu biomasy uzyskano, stosując 52 kg w porównaniu z 39 kg·ha⁻¹ fosforu przy dawce azotu 100 kg·ha⁻¹. W przypadku wyższej dawki azotu (200 kg) takiej zależności nie stwierdzono. Wyraźną zależność wzrostu plonów pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem stwierdzono w sześciu spośród ośmiu lat badań. W latach 2004 i 2006, w których współczynnik hydrotermiczny wskazywał na dość suchy okres wegetacyjny ($K = 1,03$ i $1,12$), poziom nawożenia azotem nie wpływał na wysokość plonów biomasy. Największy przyrost suchej biomasy (4 t·ha⁻¹) stwierdzono w 2010 r. (ósmym roku uprawy) z dość wilgotnym okresem wegetacji – $K = 1,97$. Brak wpływu zróżnicowanych dawek azotu na plonowanie ślázowca przy niedoborach wody stwierdzono również we wcześniejszych badaniach (Borkowska i in. 2009).

Fosfor jako jeden z podstawowych składników pokarmowych zmienił istotnie wysokość plonów biomasy ślázowca pensylwańskiego. Zastosowanie 52 kg w porównaniu z dawką 39 kg·ha⁻¹ P przyczyniło się do uzyskania nieco ponad 0,5 t suchej masy z 1 ha. Podobne zwiększenie dawki fosforu w warunkach gleby lekkiej, o nieco niższej zawartości tego składnika, przyczyniło się do wzrostu plonów suchej biomasy o ponad 1,8 t·ha⁻¹ (Borkowska i in. 2009).

Wyniki analizy statystycznej nie wykazały współdziałania poziomu nawożenia fosforem z rokiem uprawy ślázowca.

Na wysokość plonów gatunków wieloletnich znaczący wpływ wywierają nie tylko czynniki środowiskowe, ale także rok uprawy. W pierwszym roku wolno rozwijający się ślázowiec wytwarza niewiele masy wegetatywnej i jej plon nie ma znaczenia gospodarczego (Borkowska i Molas 2008, 2013). Stąd w omawianych badaniach nie przedstawiono plonów z pierwszego roku uprawy. W drugim roku przy sprzyjających warunkach siedliska można zebrać znaczący plon, a w kolejnych latach plony osiągają maksymalne wartości (Borkowska i Molas 2013, Wardzińska 2000b). W przedstawionych wynikach badań średni plon z ośmiu lat uprawy przekroczył 11 t·ha⁻¹ s.m. W okresie ośmiu lat badań – od drugiego do dziewiątego roku uprawy – istotnie najwyższe plony uzyskano w ósmym (2010), piątym (2006) i szóstym (2007) roku użytkowania. W tych latach w poszczególnych kombinacjach plony suchej masy oscylowały między 15 a 16 t·ha⁻¹. Wartości wskaźnika hydrotermicznego dla wymienionych lat, należały do najwyższych ($K = 1,50-1,97$). Taki poziom plonowania szczególnie w ósmym roku uprawy wskazuje na utrzymujący się przez wiele lat wysoki potencjał produkcyjny tego

gatunku. Uzyskane w dziewiątym roku uprawy (2011) plony na poziomie średnich dla całego eksperymentu ($11,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) mogą, ale nie muszą, świadczyć o tendencji do obniżania poziomu plonów, wynikającego z wieloletniego okresu użytkowania. W okresie wegetacyjnym 2011 r. stwierdzono bardzo wysoką średnią temperaturę powietrza ($14,8^\circ\text{C}$) przy niezbyt wysokiej sumie opadów ($428,1 \text{ mm}$). Wskaźnik hydrotermiczny ($K = 1,35$) był znacznie niższy niż dla sześćdziesięciolecia ($K = 1,46$)

Tabela 2. Plony biomasy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ s.m.) ślazuwca pensylwańskiego w zależności od poziomu nawożenia azotem, fosforem i roku uprawy oraz wilgotność (%) w czasie zbiorów

Table 2. Yields of biomass ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ d.m.) of Virginia Fanpetals in relation to level of fertilisation with nitrogen and phosphorus and to year of cultivation, and moisture (%) during harvest

Rok uprawy Year of cultivation	Poziom nawożenia w $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ czystego składnika Level of fertilisation in $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ of pure component								Średnio Mean	Wilgotność Moisture
	100 N			200 N			P – śred./mean			
	39 P	52 P	śred./mean	39 P	52 P	śred./mean	39	52		
Drugi/2nd (2004)	5,83	7,37	6,60	7,52	7,50	7,51	6,67	7,44	7,06	22,2
Trzeci/3rd (2005)	11,73	12,07	11,90	13,48	13,76	13,62	12,60	12,91	12,76	30,4
Czwarty/4th (2006)	8,94	9,10	9,02	9,63	10,21	9,92	9,29	9,66	9,47	30,5
Piąty/5th (2007)	12,20	13,38	12,79	16,11	15,66	15,89	14,15	14,52	14,34	23,5
Szósty/6th (2008)	10,94	12,71	11,83	15,44	15,42	15,43	13,18	14,07	13,63	27,0
Siódmy/7th (2009)	7,94	9,60	8,77	12,05	11,19	11,60	9,98	10,39	10,19	28,2
Ósmy/8th (2010)	11,64	13,23	12,44	17,09	15,97	16,53	14,37	14,60	14,48	35,5
Dziewiąty/ 9th (2011)	10,21	11,74	10,98	12,37	12,50	12,44	11,29	12,12	11,71	25,8
Średnio Mean	9,93	11,15	10,54	12,96	12,78	12,87	11,44	11,96	11,70	27,9

NIR_(0,05) dla: poziomu nawożenia azotem (a) – nitrogen fertilisation level (a) – 0,285,
 LSD_(0,05) for: poziomu nawożenia fosforem (b) – phosphorus fertilisation level (b) – 0,363,
 roku uprawy – year of cultivation (c) – 0,907,
 współdziałania a x b – interaction a x b – 0,680,
 współdziałania a x c – interaction a x c – 1,474,
 współdziałania b x c – interaction b x c – r.n., n.s.,
 współdziałania a x b x c – interaction a x b x c – r.n., n.s.

i należał do najniższych poza latami dość suchymi – 2004 i 2006. Taki układ elementów meteorologicznych mógł wpłynąć ograniczająco na plonowanie ślázowca. Na podstawie tych wyników trudno jednoznacznie wskazać okres, w którym potencjał plonowania ślázowca ulega wyraźnemu obniżeniu.

Wilgotność biomasy energetycznej w czasie zbioru ma duży wpływ na sposób jej zagospodarowania. Przechowywanie zbyt wilgotnej masy może prowadzić do niekorzystnych zmian jakościowych. Konieczne bywa energochłonne podsuszanie bądź kilkumiesięczne sezonowanie na wolnym powietrzu (Stolarski i in. 2005). W omawianym eksperymencie, tylko w 2010 r., jedynym z dość wilgotnym okresem wegetacji ($K = 1,97$), zawartość wody w biomase przekroczyła 35%. W pozostałych latach zawartość wody w masie ślázowca mieściła się w granicach od 22,2 do 30,5%. Z badań Stolarskiego i in. (2005) biomasę ślázowca o takiej wilgotności można poddawać procesowi brykietowania.

Tabela 3. Obsada pędów (szt·m²) ślázowca pensylwańskiego w zależności od poziomu nawożenia azotem, fosforem i roku uprawy

Table 3. Shoot density (pcs m²) of Virginia Fanpetals in relation to level of fertilisation with nitrogen and phosphorus and to year of cultivation

Rok uprawy Year of cultivation	Poziom nawożenia w kg·ha ⁻¹ czystego składnika Level of fertilisation in kg ha ⁻¹ of pure component				Średnio Mean
	azot – nitrogen		fosfor – phosphorus		
	100	200	39	52	
Drugi/2nd (2004)	21,9	23,8	22,7	23,0	22,8
Trzeci/3rd (2005)	22,3	23,3	21,5	24,1	22,8
Czwarty/4th (2006)	23,9	25,3	24,8	24,5	24,6
Piąty/5th (2007)	27,0	28,2	27,1	28,1	27,6
Szósty/6th (2008)	22,9	24,4	22,9	24,4	23,7
Siódmy/7th (2009)	19,8	20,7	20,4	20,1	20,2
Ósmy/8th (2010)	26,9	29,2	27,7	28,4	28,1
Dziewiąty/9th (2011)	23,3	22,9	22,1	24,2	23,1
Średnio – Mean	23,5	24,7	23,6	24,6	24,1

NIR_(0,05) dla: poziomu nawożenia azotem – nitrogen fertilisation level – 0,64,

LSD_(0,05) for: poziomu nawożenia fosforem – phosphorus fertilisation level – 0,67,

roku uprawy – year of cultivation – 2,07.

Ważnym elementem struktury plonu biomasy ślázowca jest obsada pędów. Właściwe zwarcie ładu ograniczające rozwój chwastów i pozwalające na dobre wykorzy-

stanie światła słonecznego stwarza korzystne warunki do formowania plonów (Borkowska i Molas 2008). Średnie wyniki z ośmiu lat badań wskazują, że stosowanie większych dawek azotu i fosforu przyczyniło się do istotnego zwiększenia liczby pędów na 1 m² (tab. 3). Wniesienie 200 w porównaniu ze 100 kg·ha⁻¹ N spowodowało zwiększenie liczby pędów o 1,2 sztuki na 1 m², zaś dawka 52 kg·ha⁻¹ P w porównaniu z 39 kg zwiększyła obsadę o 1 sztukę. Nie stwierdzono natomiast wpływu na obsadę pędów współdziałania tych składników pokarmowych. Znacznie większe różnice w liczbie pędów wystąpiły między latami uprawy. Przy średniej dla eksperymentu liczbie pędów na 1 metrze kwadratowym, wynoszącej 24,1 sztuki, w ósmym (2010) i piątym roku uprawy (2007) odnotowano zwiększenie tej liczby odpowiednio o 4 i 3,5 pędu. W tych latach zebrano też najwięcej biomasy. Istotnie najmniejsze zagęszczenie pędów (20,2 szt·m²) wystąpiło w 2009 r. – siódmym roku uprawy, w tym też roku plony biomasy ślazuwca należały do najniższych. Z danych piśmiennictwa wynika, że przy plonach 15-20 t·ha⁻¹ suchej masy obsada pędów na 1 metrze kwadratowym oscyluje wokół 30 sztuk (Borkowska i Molas 2012).

Tabela 4. Długość pędów (cm) ślazuwca pensylwańskiego w zależności od poziomu nawożenia azotem, fosforem i roku uprawy

Table 4. Shoot length (cm) of Virginia Fanpetals in relation to level of fertilisation with nitrogen and phosphorus and to year of cultivation

Rok uprawy Year of cultivation	Poziom nawożenia w kg·ha ⁻¹ czystego składnika Level of fertilisation in kg ha ⁻¹ of pure component				Średnio Mean
	azot – nitrogen		fosfor – phosphorus		
	100	200	39	52	
Drugi/2nd (2004)	280,3	290,4	284,9	285,8	285,3
Trzeci/3rd (2005)	291,3	302,4	292,4	300,9	296,6
Czwarty/4th (2006)	255,9	273,6	263,5	266,0	264,8
Piąty/5th (2007)	298,8	313,9	307,0	305,6	306,3
Szósty/6th (2008)	297,1	298,9	300,4	295,6	298,0
Siódmy/7th (2009)	282,3	290,4	287,3	285,4	286,3
Ósmy/8th (2010)	285,1	295,1	289,8	290,5	290,1
Dziewiąty/9th (2011)	287,9	282,5	283,4	287,0	285,2
Średnio – Mean	284,8	293,3	288,6	289,6	289,1

NIR_(0,05) dla: poziomu nawożenia azotem – nitrogen fertilisation level – 4,24,
 LSD_(0,05) for: poziomu nawożenia fosforem – phosphorus fertilisation level – r.n., n.s.,
 roku uprawy – year of cultivation – 13,71.

Średnia długość pędów ślązowca mierzona po zbiorach nie przekraczała 300 cm. Na jej zróżnicowanie wpływało nawożenie azotem i lata uprawy (tab. 4). Obfitsze zaopatrzenie roślin w azot pozwoliło na wytworzenie pędów wyższych o ponad 8 cm. Zastosowanie dwóch dawek nawozów fosforowych nie wpływało na wysokość uzyskanych roślin. Większe zróżnicowanie omawianej cechy wystąpiło między latami uprawy ślązowca. Największe różnice w długości pędów wystąpiły między czwartym (2006) a piątym rokiem uprawy. W czwartym roku uprawy (2006), w którym okres wegetacyjny zaliczany był do dość suchego ($K = 1,12$), pędy były ponad 40 cm krótsze (264,8 cm) niż w roku następnym (306,3 cm) z optymalnym stosunkiem opadów i temperatur ($K = 1,50$). Wyniki badań Wardzińskiej (2000a) wykazały systematyczne zwiększanie się wysokości roślin w pierwszych trzech latach uprawy. W trzecim roku, w warunkach dostatecznej wilgotności, średnia wysokość pędów przekroczyła 310 cm.

WNIOSKI

1. Na plonowanie ślązowca znaczący wpływ wywiera przebieg pogody.
2. Nawożenie azotem w dawce 200 w porównaniu ze $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ wywoływało istotny przyrost plonu biomasy (o $2,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ s.m.}$), obsady (o $1,2 \text{ szt.} \cdot \text{m}^2$) i długości pędów (o 8,5 cm).
3. Pod wpływem zwiększonego poziomu nawożenia fosforem stwierdzono istotne zwiększenie plonów i obsady pędów.
4. Wilgotność zbieranej w drugiej połowie listopada biomasy ślązowca pensylwańskiego wahała się w granicach od 22,8 do 35,5%.
5. Na podstawie ośmioletnich badań (od drugiego do dziewiątego roku uprawy) nie można jednoznacznie wskazać okresu obniżania się potencjału plonowania ślązowca pensylwańskiego. W ósmym roku uprawy uzyskane plony suchej masy należały do najwyższych.

PIŚMIENNICTWO

- Borkowska H., 1996. Wpływ nawożenia azotowego i potasowego na wysokość i jakość plonów zielonki ślązowca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby). Ann. UMCS, s. E, 51, 63-70.
- Borkowska H., Molas R., 2008. Zachwaszczenie oraz obsada roślin ślązowca pensylwańskiego w zależności od herbicydów. Ann. UMCS, s. E, 63, 10-16.
- Borkowska H., Molas R., 2012. Two extremely different crops, *Salix* and *Sida*, as sources of renewable bioenergy. Biomass and Bioenergy 36, 234-240, doi:10.1016/j.biombioe.2011.10.025.
- Borkowska H., Molas R., 2013. Yield comparison of four lignocellulosic perennial energy crop species. Biomass and Bioenergy, 51, 145-153, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.01.017>
- Borkowska H., Molas R., Kupczyk A., 2009. Virginia Fanpetals (*Sida hermaphrodita* Rusby) Cultivated on Light Soil; Height of Yield and Biomass Productivity. Polish J. of Environ. Stud., 18, 563-568.

- Christian D. G., Riche A.B., Yates N. E., 2008. Growth, yield and mineral content of *Miscanthus x giganteus* grown as a biofuel for 14 successive harvests. *Industrial Crops and Products*, 28, 320-327.
- Clifton-Brawn J. C., Lewandowski I., Andersson B., Basch G., Christian D. G., Kjeldsen J. B., Jørgensen U., Mortensen J. V., Riche A. B., Schwarz K-U., Tayebi K., Teixeira F., 2001. Performance of 15 *Miscanthus* Genotypes at Five Sites in Europe. *Agronomy Journal*, 93, 1013-1019.
- Kalembasa S., Wiśniewska B., 2006. Wpływ dawek azotu na plon biomasy ślazuwca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby) oraz zawartość w niej makroelementów. *Acta Agrophysica*, 8, 127-138.
- Kalembasa S., Wiśniewska B., 2010. Wpływ dawek azotu na pobieranie wybranych metali ciężkich przez ślazuwiec pensylwański (*Sida hermaphrodita* Rusby). *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 42, 204-211.
- Klimont K., Bulimska-Radomska Z., 2013. Możliwość wykorzystania ślazuwca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby) do rekultywacji terenów po otworowej eksploatacji siarki. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1, 125-132.
- Kuś J., Matyka M., 2009. Wydajność wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne w zależności od jakości gleby. *Fragm. Agron.*, 26, 103-110.
- Skowera B., Puła J., 2004. Skrajne warunki pluwiometryczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971-2000. *Acta Agrophysica*, 3, 171-177.
- Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J., 2002. Produktywność klonów wierzb krzewiastych uprawianych na gruntach ornym w zależności od częstotliwości zbioru i gęstości sadzenia. *Fragm. Agron.*, 2, 39-51.
- Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J., Kwiatkowski J., Grzelczyk M., 2005. Charakterystyka zrębków oraz peletów (granulatów) z biomasy wierzby i ślazuwca pensylwańskiego jako paliwa. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1, 13-22.
- Stolarski M., Wróblewska H., Szczukowski S., Tworkowski J., Cichy W., 2006. Charakterystyka biomasy wierzby i ślazuwca pensylwańskiego jako potencjalnego surowca przemysłowego. *Fragm. Agron.*, 3, 277-289.
- Styk B., 1984. Niektóre zagadnienia użytkowania, biologii i agrotechniki sady. *Post. Nauk Roln.*, 3, 3-8.
- Sulima P., Przyborowski J. A., Stolarski M., 2006. Ocena przydatności wybranych gatunków wierzby do celów energetycznych. *Fragm. Agron.*, 3, 290-299.
- Wardzińska K., 2000a. Wpływ rodzaju podłoża (gleba mineralna, osad pościekowy) na wzrost i rozwój ślazuwca pensylwańskiego. *Ann. UMCS*, s. E, 55, 63-74.
- Wardzińska K., 2000b. Plonowanie i pobieranie metali ciężkich przez ślazuwiec pensylwański w warunkach uprawy na glebie mineralnej i osadzie pościekowym. *Ann. UMCS*, s. E, 55, 75-87.

VIRGINIA FANPETALS YIELDING IN MULTI-YEAR USE

Halina Borkowska¹, Roman Molas², Dominika Skiba¹

¹Faculty of Plant Production Technology and Commodity Science, University of Life Sciences
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: halina.borkowska@up.lublin.pl

²Usida R&D, ul. Czardasza 12/2, 02-169 Warszawa

Abstract. A randomised blocks experiment was set up in 2003 at the Felin Experimental Farm of the University of Life Sciences in Lublin. In the period of 2004-2011 a study was conducted on the effect of nitrogen (100 and 200 kg ha⁻¹ N) and phosphorus (39 and 52 kg ha⁻¹ P) fertilisa-

tion on the level of yields of biomass of Virginia Fanpetals. The higher doses of the nutrients caused a significant increase of the yields of biomass and on the shoot density of Virginia Fanpetals. Longer shoots were observed after the application of the higher level of nitrogen fertilisation. The greatest differences in the level of yields were noted among the years of cultivation. The lowest yield of biomass was obtained in the second (2004), and twice as much in the fifth (2007) and eighth (2010) years of cultivation (7.06 and 14.34 and 14.48 t ha⁻¹ d.m., respectively).

Key words: Virginia Fanpetals, biomass yield, density, years of cultivation, mineral fertilisation