

PRODUKCJA BIOMASY ŚLĄZOWCA PENSYLWAŃSKIEGO (*SIDA HERMAPHRODITA RUSBY*) JAKO KOSUBSTRATU DO BIOGAZOWNI ROLNICZEJ¹

Kwiatkowski, Łukasz Graban, Waldemar Lajszner, Józef Tworkowski
wersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa

Streszczenie: W pracy zawarto krótką charakterystykę ślázowca pensylwańskiego tunku na uprawy dedykowane dla biogazowni rolniczej. Przedstawiono wyniki cech wczesnych roślin oraz plonu biomasy pozyskanej w pierwszych dwóch latach jej z plantacji rozmnażanej generatywnie w zależności od wybranych czynników hodowlanych.

Wprowadzenie

Biomasa surowców roślinnych z upraw dedykowanych jest jednym z podstawowych źródeł substratów biogazowni rolniczej. Może stanowić podstawę do produkcji biogazu, zaszczerpiany jedynie odpowiednią mikroflorą lub być dodatek do pozostałości i odpadów rolniczych w celu ich racjonalnego zagospodarowania, przyczyniając się do znacznego zwiększenia uzysku metanu (Gołaszewski, 2010). Najszerzej w tym celu wykorzystuje się biomase kukurydzy, ze względu na wysoką produktywność tej rośliny, opanowaną technologię uprawy i konserwacji oraz wysoką zawartość suchej masy. Poza nią zastosowanie w tej roli znajdują trawy, w tym zboża sianokoszarowe w uprawach czystych i mieszkach z trawami. Jednakże słabiej wykorzystywane w uprawach dedykowanych biogazowni gatunki ależ do tzw. żywnościowych surowców strategicznych, a ich energetyczne wykorzystanie może zakłócić produkcję żywności (Gołaszewski, 2010). Dlatego większą rolę w uprawach dedykowanych zaczynają odgrywać rośliny żywno-energetyczne, charakteryzujące się dużą produktywnością, które można z powodzeniem uprawiać na gruntach nienadających się do produkcji żywności. Jedną z takich roślin jest ślázowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita* Rusby).

¹ Badania były finansowane z budżetu Zadania Badawczego nr 4, pt. „Opracowanie technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych” w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych, pt. „Zaawansowane technologie wytwarzania energii” realizowanego ze środków NCBiR i ENERGIA SA.

Ślázowiec, zwany inaczej małwą pensylwańską, jest wieloletnią rośliną z rodziny ślázowatych (*Malvaceae*), pochodzącą z Ameryki Północnej, a sprowadzoną do Polski przez Styka w latach 50. XX w. z Ukrainy, gdzie od lat 30. ubiegłego wieku próbowano wprowadzać go do uprawy, początkowo jako roślinę włóknistą, później paszową i miododajną (Kwiatkowski, 2011). Jednakże dopiero możliwość wykorzystania biomasy tej rośliny jako surowca energetycznego spowodowało szybki wzrost zainteresowania nią (Styk i Styk, 1994). Ślázowca uprawia się przede wszystkim w celu pozyskania suchych łodyg zbieranych zimą i przeznaczonych do spalania w postaci zębików lub przetworzonych do postaci peletu. Zielona biomasa może być natomiast przetwarzana w procesie fermentacji metanowej i dzięki dużej produktywności tej rośliny oraz zdolności odrastania po skoszeniu w ciągu wegetacji stanowi cenne źródło kosubstratu do biogazowni rolniczej (Kwiatkowski, 2011). Kilkuletnie rośliny ślázowca dorastają bowiem do 4 m wysokości, a z jednolodowych roślin w pierwszym roku wegetacji, po 2-3 latach tworzą się karpki posiadające 20-30 silnie ulistnionych pędów o średnicy od 5 do 40 mm (Styk, 1984).

Obecnie technologia produkcji ślázowca jest kosztowna, głównie ze względu na sposób zakładania plantacji z sadzonek. Koszty produkcji można obniżyć, gdy materiałem siewnym będą nasiona, jednakże te z kolei słabo kiełkują. Ponadto stosowane technologie odnoszą się do pozyskiwania suchych pędów, brak natomiast opracowań dotyczących produkcji zielonej biomasy roślin ślázowca. Celem podjętych badań była ocena cech biometrycznych oraz plonu świeżej biomasy roślin ślázowca pochodzących z plantacji rozmnażanej generatywnie, w pierwszych latach wegetacji, w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych.

Metodyka

Trzyczynnikowe doświadczenie polowe założono w Stacji Dydaktyczno-Badawczej w Białdach, należącej do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Eksperyment zlokalizowano na glebie kompleksu 3, pszennej wadliwej, klasy bonitacyjnej IVa-IVb.

W doświadczeniu uwzględniono następujące czynniki:

- ilość wysiewu nasion (a – 2,5 kg·ha⁻¹, b – 5,0 kg·ha⁻¹);
- nawożenie NPK (a – N₆₀P₃₀K₄₀ kg·ha⁻¹, b – N₆₀P₃₀K₇₀ kg·ha⁻¹, c – N₁₆₀P₁₀₀K₁₄₀ kg·ha⁻¹);
- częstotliwość zbioru biomasy (dwukrotnie w okresie wegetacji oraz jednokrotnie przed zakończeniem wegetacji roślin).

W pierwszym roku wegetacji roślin (tzw. zerowy rok użytkowania plantacji) uwzględniono jedynie pierwszy z wymienionych czynników (ilość wysiewu). Na polkach, na których przewidziano nawożenie, zastosowano startowe dawki nawozów w ilości N₆₀P₃₀K₄₀ kg·ha⁻¹. Ze względu na powolny wzrost ślázowca otrzymanego z bezpośredniego wysiewu nasion oraz celem zapewnienia roślinom

bręgo rozwinięcia karp korzeniowych, zbioru biomasy z całego doświadczenia konano jednorazowo na koniec wegetacji ślázowca.

Do siewu wykorzystano nasiona z kolekcji Katedry Hodowli Roślin asinictwa, uprzednio sakryfikowane w 95% kwasie siarkowym. Przed siewem raczono wartość siewną nasion (kielkowanie, masę 1000 nasion). Nasiona wy-no siewnikiem ręcznym w rozstawie 50 cm.

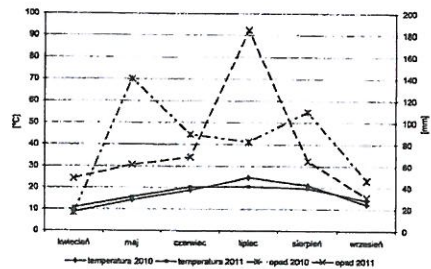
Pod koniec okresu wegetacji na poletkach policzono zagęszczenie roślin na noscie powierzchni. Przed każdym zbiorem z poletek pobrano po 10 roślin okonano pomiarów: wysokości roślin, średnicy pędów na wysokości 50 cm, sy liści oraz łodyg z rośliny. Pozostałe na poletkach rośliny zebrano i zważono. celu wyliczenia suchej masy oznaczono wilgotność biomasy liści, pędów tych roślin metodą suszarkową.

is wyników

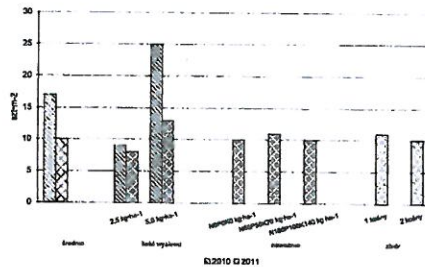
Masa 1000 nasion ślázowca użytych do siewu wynosiła 3,8 g, a zdolność lkowania po uszlachetnieniu 78%. Nasiona ślázowca kielkują bardzo długo, ośliny wschodzą w polu wolno. Jest to krytyczny okres przy zakładaniu plan-ji. Brak dostatecznego uwilgotnienia w tym czasie wydłuża kielkowanie schody, a zaraz po wschodach drastycznie redukuje liczbę wzeszłych siewek na u. Siew ślázowca w doświadczeniu wykonano 21 kwietnia 2010 r., gdy tem-atura dobrze uwilgotnionej gleby osiągnęła ok. 9°C.

W pierwszych dwóch miesiącach po siewie notowano bardzo duże ilości dów (140-90 mm) oraz stopniowo wzrastającą do ok. 20°C temperaturę, co yspieszało kielkowanie i skróciło okres wschodów oraz pozwoliło dobrze winąć się siewkom, nieznacznie tylko zwiększając ryzyko zgorzeli powscho-ych (rys. 1). Okres ten można uznać za szczególnie korzystny dla założenia ntacji z nasion.

Zagęszczenie roślin pod koniec 1. roku wegetacji wyniosło przeciętnie 17 m⁻² co stanowiło niecałą ¼ wysianych kielkujących nasion (rys. 2). Było ono tnie różnicowane przez zastosowane ilości wysiewu. Na poletkach z mniejszą tością wysiewu ilość wzeszłych w polu roślin, które utrzymały się do końca etacji stanowiła niecałe 20% wysianych nasion, natomiast przy większej tości siewu ilość ta wzrosła do ¼. W drugim roku wegetacji obserwowano silny ces samoregulacji zagęszczenia roślin na poletkach z większą ilością wysiewu. końca okresu wegetacji pozostało tam przeciętnie 13 roślin na 1m², czyli nieco ad połowa stanu sprzed roku. W przypadku obiektów z mniejszym zagęszcze-n analogiczne ubytki roślin stanowiły jedynie ok. 10%.

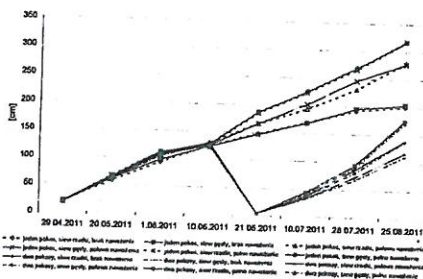


Rys. 1. Przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji ślázowca w 2010 i 2011 r. (wg. Stacji Meteorologicznej w Bałdach).



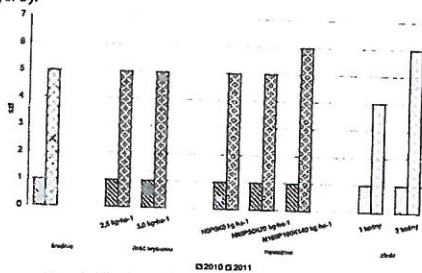
Rys. 2. Zagęszczenie roślin pod koniec wegetacji [szt·m⁻²].

Analizując dynamikę wzrostu roślin ślázowca, można zaobserwować, że głównym czynnikiem różnicującym tempo wzrostu jest poziom nawożenia roślin nawozami NPK.



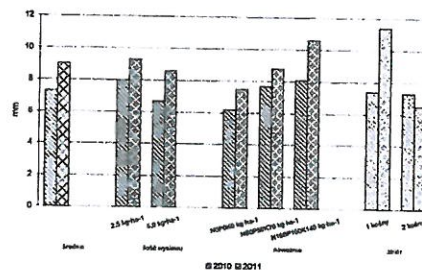
Rys. 3. Dynamika wzrostu roślin ślázowca w drugim roku wegetacji [cm].

Gęstość siewu nie odgrywa w tym przypadku znaczącej roli. Różnicowanie nępa wzrostu rozpoczyna się w połowie czerwca i jest ono widoczne również na iektach z 2-pokosowym zbiorem biomasy, u roślin ze świeżo odrastającymi dami (rys. 3).



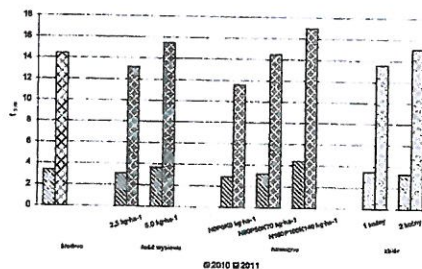
Rys. 4. Liczba pędów na roślinie ślázowca [szt].

Na plantacjach zakładanych z nasion rośliny ślázowca w pierwszym roku getacji są jednopędowe (rys. 4). W realizowanym w ramach projektu doświadniu w drugim roku wegetacji rośliny wytworzyły przeciętnie 5 pędów. Przyzanie roślin w ciągu wegetacji (dwukośny zbiór biomasy) powodował zwięzanie liczby odrastających pędów o 50% w porównaniu do roślin koszonych rokrocznie pod koniec okresu wegetacji. Zastosowanie natomiast pełnej dawki ożenia zwięzżyło liczbę pędów na roślinie o 20% w stosunku do roślin nawożonych oraz nawożonych połową dawki nawozu (rys. 4).



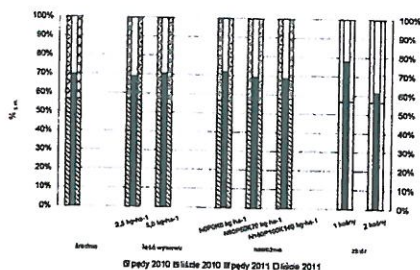
Rys. 5. Średnica pędów ślázowca na wysokości 50 cm [mm].

Średnica pędów ślázowca w drugim roku wegetacji jest o ponad 50% większa od analogicznej w pierwszym roku wegetacji (rys. 5, zbiór jednokośny). Rośliny rosnące w mniejszym zagęszczeniu posiadają pędy grubsze w porównaniu do rosnących w większym zagęszczeniu, jednakże różnica ta maleje z wiekiem roślin na skutek samoregulacji zagęszczenia. Nawożenie plantacji nawozami NPK w znacznym stopniu (do ponad 40% w drugim roku wegetacji) zwięzża grubość pędów roślin ślázowca i było to widoczne również w pierwszym roku wegetacji po zastosowaniu połówkowych ilości przewidywanych w doświadczeniu dawek nawozów. Średnica pędów dwuletich roślin ślázowca koszonych jednokrotnie na koniec wegetacji była o ponad 75% większa od średnicy odrastających po ścięciu w początkach okresu pąkowania pędów.



Rys. 6. Całkowity plon biomasy ślázowca [$t_{d.m.} \cdot ha^{-1}$].

Plon biomasy ślázowca w pierwszym roku wegetacji był niski i wyniósł tylko $3,4 \text{ t}_{\text{d.m.}} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast z dwuletniej plantacji był on ponad czterokrotnie wyższy (rys. 6). Plon biomasy z roślin rosnących w większym zagęszczeniu był ok. 20% wyższy w porównaniu do mniejszego zagęszczenia. Zastosowanie wożenia NPK powodowało przyrost plonu biomasy ślázowca do ponad 50% w porównaniu do obiektów nienawożonych, również na plantacji jednorocznej. Plon biomasy dwuletnich roślin ślázowca uzyskany z dwóch pokosów był ponad 50% wyższy od uzyskanego z jednego pokosu.



Rys. 7. Procentowy udział liści i pędów na roślinie ślázowca pensylwańskiego [% d.m.].

Udział świeżej masy liści i pędów w biomacie młodych, jednorocznych roślin ślázowca kształtował się na podobnym poziomie, po skorygowaniu zaś awartą w nich wodę udział suchej masy pędów w plonie biomasy był o niecałe 6% wyższy od udziału suchej masy liści, a gęstość siewu oraz startowe dawki wożenia nie różnicowały zasadniczo tej proporcji (rys. 7). W drugim roku wegetacji udział suchej masy pędów wzrósł zasadniczo i stanowił ponad 2/3 plonu masy z całych roślin. Na proporcje suchej masy liści i pędów w biomacie ślázowca zdecydowany wpływ miały sposób jej pozyskiwania. Udział suchej masy pędów w biomacie pozyskiwanej jednokosiście na koniec wegetacji był ponad 3,5-krotnie wyższy od udziału suchej masy liści, natomiast w biomacie pozyskiwanej dwukosiście maleje on do nieco ponad 1,5-krotnej przewagi nad udziałem suchej masy liści.

Isurowanie

Brak jest w literaturze oryginalnych prac na temat produkcji biomasy ślázowca na potrzeby biogazowni. Pierwszy rok wegetacji tej rośliny niezależnie kierunku produkcji nie jest w ogóle traktowany jako rok użytkowania plantacji

ze względu na długi okres wschodów i powolny wzrost roślin. Borkowska i Styk (2006) w monografii dotyczącej ślázowca podają, że z plantacji w pełni produkcyjnej, przy zbiorze jednokosiście plon biomasy sięga $8-14 \text{ t}_{\text{d.m.}} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast dwukosiście pozyskiwanie biomasy pozwala osiągnąć $15-20 \text{ t}_{\text{d.m.}} \cdot \text{ha}^{-1}$. Gro publikacji traktuje o plonach suchych pędów tej rośliny przeznaczonych do spalania, a zbieranych już po zakończeniu wegetacji po opadnięciu liści. Borkowska i Molas (2012) podają, że w warunkach naszego klimatu możliwe jest otrzymanie $9-17 \text{ t}_{\text{d.m.}} \cdot \text{ha}^{-1}$ bezliśnych pędów ślázowca, gdy plantacja zakładana jest z nasion i do $20 \text{ t}_{\text{d.m.}} \cdot \text{ha}^{-1}$, gdy pochodzi z podzielonych sadzonek kłęczowych. Budzyński i in. (2009) szacują natomiast, że możliwe jest uzyskanie nawet $30 \text{ t}_{\text{d.m.}} \cdot \text{ha}^{-1}$ ślázowca, jednakże szacunki te nie znajdują do tej pory potwierdzenia w praktyce, nawet przy uprawie tej rośliny na dobrych glebach (Borkowska, 2007; Stolarski i in., 2005). Innym, mało rozpoznawczym problemem pozostaje trwałość i produktywność plantacji przy intensywnym użytkowaniu kośnym.

Literatura

- Borkowska H. 2007. Plonowanie ślázowca pensylwańskiego i wierzby krzewiastej na glebie kompleksu pszennego dobrego. *Fragm. Agronom.*, 2(94): 41-46.
- Borkowska H., Molas R. 2012. Two extremely different crops, *Salix* and *Sida*, as sources of renewable bioenergy. *Biomass and Bioenergy*, 36: 234-240.
- Borkowska H., Styk B. 2006. Ślázowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita* Rusby). Uprawa i wykorzystanie. Wyd. AR Lublin.
- Budzyński W., Szczukowski S., Tworkowski J. 2009. Wybrane problemy z zakresu produkcji roślinnej na cele energetyczne. I Kongres Nauk Rolniczych Nauka – Praktyce „Przyszłość sektora rolno-spożywczego i obszarów wiejskich”, Puławy, 14-15.05.2009: 77-88.
- Gołaszewski J. 2010. Biogazownia rolnicza. W: Cenian A., Noch T. (red.), *Eko-energetyka – zagadnienia technologii, ochrony środowiska i ekonomiki*. Wyd. Gdańskiej Wyższej Szkoły Administracji, Gdańsk.
- Gołaszewski J. 2011. Wykorzystanie substratów pochodzenia rolniczego w biogazowniach w Polsce. *Post. Nauk Roln.*, 2: 69-94.
- Kwiatkowski J. 2011. Byliny. W: S. Szczukowski, J. Tworkowski, M. Stolarski, J. Kwiatkowski, M. Krzyżaniak, W. Łajszner, Ł. Graban, „Wieloletnie rośliny energetyczne. Technologie energii odnawialnej”. MULTICO Oficyna Wydawnicza: 105-122.
- Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J., Kwiatkowski J., Grzelczyk M. 2005. Charakterystyka zrębków oraz peletów (granulatów) z biomasy wierzby i ślázowca jako paliwa. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1: 13-22.
- Styk B. 1984. Niektóre zagadnienia użytkowania, biologii i agrotechniki sidy. *Post. Nauk Roln.*, 3: 3-8.
- Styk B., Styk W. 1994. Ślázowiec pensylwański – surowiec energetyczny. *Annales UMCS, Sec. E*, 49: 85-87.