

WYKORZYSTANIE POZOSTAŁOŚCI PO FERMENTACJI ŚLĄZOWCA PENSYLWAŃSKIEGO DO NAWOŻENIA TEJ ROŚLINY

Stanisław Sienkiewicz, Sławomir Krzebietke, Piotr Żarczyński

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Katedra Chemii Rolnej i Ochrony Środowiska

Streszczenie: W pracy przedyskutowano wpływ nawożenia na wysokość i grubość dów ślázowca pensylwańskiego, ilość świeżej i suchej masy oraz koncentracji N, P, K, Ca i Mg w pędach *Sida hermephradita* Rusby, wykorzystując pozostałości po fermentacji ślázowca pensylwańskiego. Ślázowiec pensylwański dodatnio reagował na zwiększone nawożenie potasem. Intensywniejszą redukcję stężenia magnezu obserwowano po aplikacji pozostałości po fermentacji ślázowca łącznie z potasem, niż po zastosowaniu samej pozostałości.

Wstęp

Ze względu na potrzebę pozyskiwania jak największej ilości biomasy, trawa roślin alternatywnych w naszym kraju nabiera coraz większego znaczenia. Śród roślin, które coraz częściej uprawiane są na cele energetyczne należy wymienić wierzbę, kukurydzę, rzepak oraz ślázowiec pensylwański [Denisiuk 2005; Sławiński i in. 2009]. Ślázowiec pensylwański jeszcze do niedawna był dość mało znany w Polsce, a jest rośliną, która może być wszechstronnie wykorzystana jako: pasza, do rekultywacji oraz w celach energetycznych. O przydatności ślázowca do celów energetycznych, zdaniem Hanowca i Smolińskiego [2011], świadczy jego dobra zasobność w wodór i węgiel.

Jednak każda uprawiana roślina do wydania optymalnego plonu potrzebuje odpowiedniego zaopatrzenia w składniki pokarmowe. W literaturze spotyka się optymalne dawki składników do nawożenia ślázowca pensylwańskiego, które w zależności od zasobności podłoża kształtują się w granicach: 100-200 kg N·ha⁻¹, 0-150 kg K₂O·ha⁻¹, 80-120 kg P₂O₅·ha⁻¹ [Bujak 2004; Nawożenie wpływa nie tylko na ilość biomasy, ale także na zawartość w niej pierwiastków. Kalebasa Wiśniewska 2006, 2008, 2010, Borkowska i Lipiński 2008]. Nawożenie nieoptymalnie musi opierać się na stosowaniu nawozów mineralnych, które są drogie i wymagają dużego nakładu energii na ich wytworzenie. Pozostałości pofermen-

tacyjne po zżazowaniu biomasy powinny być wykorzystywane jako środek nawozowy, szczególnie w uprawie roślin na cele energetyczne. Na taką możliwość wskazuje Piechota [2011]. Celem badań była ocena wpływu pozostałości po fermentacji metanowej ślázowca pensylwańskiego na plon oraz zawartość wybranych makroelementów w *Sida hermephradita* Rusby.

Metodyka

Doświadczenie wazonowe prowadzono w hali wegetacyjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie w czterech powtórzeniach w wazonach polietylenowych typu Kick-Brauckmann – 10 kg podłoża, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego. Dawki pofermentu ustalono według zawartości w nim azotu (tab. 1). Ze względu na niewielką zawartość potasu w testowanym odpadzie uwzględniono obiekty z dodatkowym nawożeniem tym składnikiem. Podłoże wymieszano z pozostałościami pofermentacyjną lub pozostałościami pofermentacyjną i potasem, a następnie wypełniano wazony i posadzono sadzonki malwy pensylwańskiej. Poferment otrzymano w Katedrze Biotechnologii UWM w Olsztynie. Uwilgotnienie podłoża, wynoszące 70% połowej pojemności wodnej, utrzymywano przez cały okres wegetacyjny.

Pozostałość po fermentacji miała odczyn zasadowy. W składzie chemicznym pofermentu dominował azot, najmniej zaś było sodu (tab. 2).

Zbiór ślázowca dokonano po zakończeniu wegetacji. Ścięte rośliny zważono, zmierzono i określono świeżą masę pędów. Rozdrobnioną i wysuszoną w temperaturze 105°C biomasa ponownie zważono w celu określenia zawartości suchej masy. Tak przygotowane próbki zmielono i poddano analizie. Materiał doświadczalny zmineralizowano w H₂SO₄ z utleniaczem H₂O₂. Po mineralizacji oznaczono: N – metodą destylacyjną, P – metodą kolorymetryczną (wanadowo-molibdenową), K i Ca – metodą ESA (emisyjna spektrofotometria atomowa), Mg – metodą ASA (absorpcyjna spektrofotometria atomowa).

Tabela 1.

Schemat doświadczenia

No	Obiekt – Treatment	g/wazon – g per pot				
		N	P	K	Ca	Mg
1	Kontrola – Control	0	0	0	0	0
2	Pozostałość z fermentacji – 228 g/wazon Residue after fermentation – 228 g per pot	0,5	0,11	0,22	0,21	0,038

Pozostałość z fermentacji – 456 g/wazon Residue after fermentation – 456 g per pot	1,0	0,21	0,44	0,42	0,075
Pozostałość z fermentacji – 684 g/wazon Residue after fermentation – 684 g per pot	1,5	0,32	0,66	0,63	0,113
Pozostałość z fermentacji – 228 g/wazon + K Residue after fermentation – 228 g per pot + K	0,5	0,11	0,5	0,21	0,038
Pozostałość z fermentacji – 456 g/wazon + K Residue after fermentation – 456 g per pot + K	1,0	0,21	1,0	0,42	0,075
Pozostałość z fermentacji – 684 g/wazon + K Residue after fermentation – 684 g per pot + K	1,5	0,32	1,5	0,63	0,113

Tabela 2.

Skład chemiczny pozostałości po fermentacji ślazuwca

Składnik Element	Ca	K	Mg	Na	P	N
g/kg św. masy r kg of fresh mass	0,924	0,959	0,165	0,059	0,471	2,190

iki

Pozostałość pofermentacyjna bardzo wydatnie wydłużała pędy ślazuwca pensylwańskiego (tab. 3). Każda zwiększona dawka odpadu dawała korzystny efekt, który jeszcze silniej zaznaczył się w warunkach zwiększonej dostępności azotu, po dodatkowej aplikacji tego składnika. Trzeba zaznaczyć, że ślazuwec odowany bez użycia gleby pofermentem osiągnął najniższy wzrost. azuje to na konieczność nawożenia tej rośliny.

Wraz ze wzrostem dawki pofermentu następowało także zwiększanie ości łodyg testowanej rośliny (tab. 3). Potas miał mniejsze znaczenie w kreowaniu grubości łodyg – te same dawki pofermentu stosowane bez potasu lub z tym viastkiem dawały podobny efekt.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że pozostałość mentacyjna po zgazowaniu biomasy ślazuwca pensylwańskiego istotnie kształa ilość świeżej i suchej masy testowanej rośliny (rys. 1). Wzrost ilości

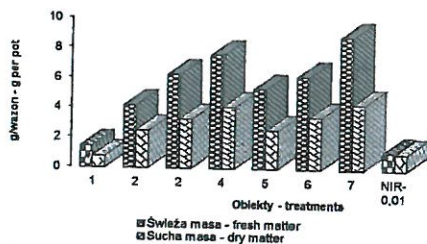
wytworzonej przez ślazuwec biomasy był istotnie uzależniony od dawki pofermentu. Z tym odpadem wprowadzano do podłoża składniki pokarmowe, niezbędne do wzrostu i rozwoju roślin. Najbardziej plonotwórczym pierwiastkiem jest azot. W badaniach własnych wykazano, że ślazuwec pensylwański korzystnie reaguje na zwiększone nawożenie potasem.

W badaniach innych autorów potwierdzono korzystny wpływ azotu na długość łodyg ślazuwca pensylwańskiego oraz ilość wytworzonej biomasy [Borkowska i Styk 2003]. W kolejnej pracy Borkowska i in. [2009] stwierdzili, że azot nie miał wpływu na zagęszczenie łodyg, ale wydatnie zwiększał ich wysokość, z kolei lepiej wykształcone łodygi i dłuższe otrzymano po nawożeniu większymi dawkami fosforu. Zdaniem Kusia i in. [2008] potencjał plonotwórczy badanej rośliny jest duży, jednak uzależniony od urodzajności gleby i nawożenia.

Wysokość i średnica pędów ślazuwca pensylwańskiego

Tabela 3.

No.	Objekt – Treatment	Wysokość roślin Plant height [cm]	Średnica pędu Diameter of stem [mm]
1	Kontrola – Control	23,3	4,63
2	Pozostałość z fermentacji – 228 g/wazon Residue after fermentation – 228 g per pot	40,5	5,38
2	Pozostałość z fermentacji – 456 g/wazon Residue after fermentation – 456 g per pot	42,0	6,00
4	Pozostałość z fermentacji – 684 g/wazon Residue after fermentation – 684 g per pot	56,0	7,13
5	Pozostałość z fermentacji – 228 g/wazon + K Residue after fermentation – 228 g per pot + K	42,8	5,90
6	Pozostałość z fermentacji – 456 g/wazon + K Residue after fermentation – 456 g per pot + K	49,5	5,35
7	Pozostałość z fermentacji – 684 g/wazon + K Residue after fermentation – 684 g per pot + K	60,0	6,40
NIR _{0,01} – LSD _{0,01}		3,50	1,20



Rys. 1. Świeża i sucha masa ślázowca pensylwańskiego g z wazonu.

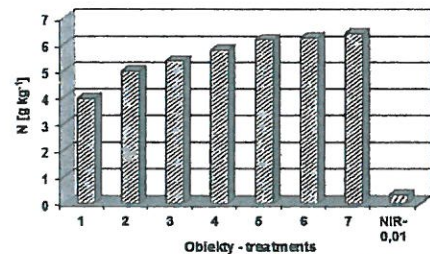
Pozostałość pofermentacyjna korzystnie oddziaływała na koncentrację N w roślinach ślázowca pensylwańskiego (rys. 2). Zwiększanie dawki odpadu łało istotny wzrost zawartości N. Trzeba określić to jako naturalną reakcję owanej rośliny, bowiem poprzez zwiększanie dawki pozostałości pofermentacyjnej jednocześnie wprowadzono coraz więcej azotu. Dodatkowo podany potas ększał efektywność pobierania azotu przez ślázowiec i w efekcie w tkankach iny gromadziło się więcej azotu. Trzeba zaznaczyć, że pozostałość pofermentacyjna ze ślázowca pensylwańskiego była dość uboga w potas.

Pod wpływem wzrastających dawek pozostałości pofermentacyjnych ze owca pensylwańskiego zawartość fosforu w roślinach zmniejszała się (rys. 3) najmniejsza dawka odpadu doprowadziła do istotnie mniejszego nagromadzenia P w tkankach testowanej rośliny. Mogło to być spowodowane znaczną artością Ca w pozostałości pofermentacyjnej użytej w badaniach i wznianiem fosforu do form nierozpuszczalnych w wodzie, np. $Ca_3(PO_4)_2$. Przejś-fosforanów w formy mniej rozpuszczalne ogranicza jego pobieranie przez ny.

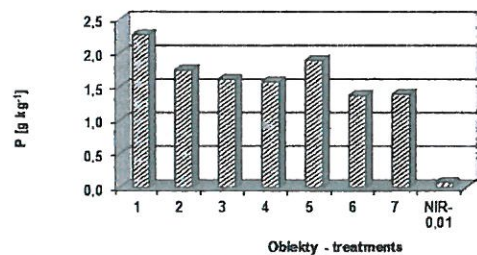
Zawartość potasu, podobnie jak azotu, wzrastała liniowo wraz ze kszaniem dawki pozostałości pofermentacyjnej, z którą wnoszono ten składnik 4). Dodatkowo nawożenie potasem skutkowało dalszym zwiększaniem ilości umulowanego w roślinach składnika.

Koncentracja magnezu w suchej masie testowanej rośliny była odwrotnie orcjonalna do zawartości potasu (rys. 5). Takie ukształtowanie zależności jest cłni wytłumaczalne. Potas jest antagonistą magnezu i silnie ogranicza jego eranie. Wraz z pozostałością pofermentacyjną wnoszono magnez i potas, ak potasu w użytym w badaniach odpadzie było ponad 5,8-krotnie więcej niż nezu. Także zrozumiałe jest to, że dodatkowe nawożenia potasem przyczyniło do dalszego zmniejszenia zawartości Mg w ślázowcu. Spośród wszystkich iestków wyzależających w badaniach

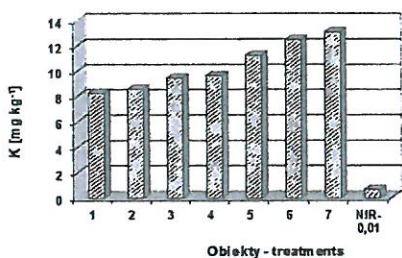
Nawożenie nie tylko wpływa na produktywność roślin, ale oddziałuje także na ich skład chemiczny. Borkowska i Lipiński [2008] oraz Kalembsa i Wiśniewska [2008, 2010] otrzymali dość zróżnicowane zawartości makroelementów w roślinach ślázowca pensylwańskiego. Podobnie wyniki badań własnych wskazują, że w zależności od zasobności podłoża nagromadzenie N, P, K i Mg może zmieniać się w dość szerokim zakresie. Koncentracja poszczególnych pierwiastków zależy również od stadium rozwojowego rośliny. Stąd mogą wynikać także różne zawartości składników mineralnych w biomase ślázowca pensylwańskiego podawane przez różnych autorów.



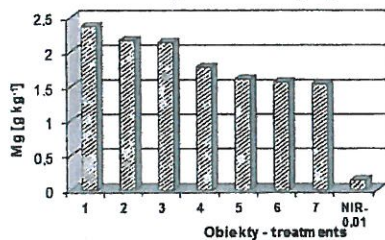
Rys. 2. Zawartość N w suchej masie ślázowca pensylwańskiego.



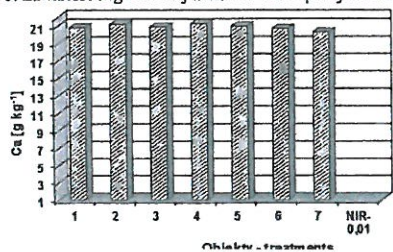
Rys. 3. Zawartość P w suchej masie ślázowca pensylwańskiego.



Rys. 4. Zawartość K w suchej masie ślazuwca pensylwańskiego.



Rys. 5. Zawartość Mg w suchej masie ślazuwca pensylwańskiego.



1. Pozostałość po fermentacji ślazuwca pensylwańskiego korzystnie działała na wysokość i grubość pędów ślazuwca pensylwańskiego oraz ilość świeżej i suchej masy.
2. Ślazuwec pensylwański dodatkowo reagował na zwiększone nawożenie potasem.
3. Potas zastosowany łącznie z pozostałością po ograniczał koncentrację magnezu ślazuwca pensylwańskiego.

Literatura

- Borkowska H., Styk B., 2003 *Ślazuwec pensylwański – cenny gatunek energetyczny*. *Czysta Energia* 9: 12-13.
- Borkowska H., Molas R., Kupczyk A. 2009. *Virginia fanpetals (Sida hermaphrodita Rusby) cultivated on light soil; height on yield and biomass productivity*. *Pol. J Environ. Stud.*, 18/4, 563-568.
- Borkowska H., Lipiński W. 2008. *Porównanie zawartości wybranych pierwiastków w biomacie ślazuwca pensylwańskiego uprawianego w różnych warunkach glebowych*. *Acta Agrophysica* 11 (3): 595.
- Bujak T. 2004. *Ślazuwec pensylwański na nieużytki*. *Agroenergetyka* 3 (9): 16-17.
- Denisiuk W. 2005. *Możliwości wykorzystania ślazuwca pensylwańskiego w energetyce*. *Inżynieria Rolnicza* 6: 105-111.
- Hanowiec N., Smoliński A. 2011. *Steam gasification of energy crops of high cultivation potential in Poland to hydrogen-rich gas*. *International journal of hydrogen energy* 36 (2011): 2038-2043.
- Kalembasa S., Wiśniewska B. 2006. *Wpływ dawek azotu na plon biomasy ślazuwca pensylwańskiego (Sida hermaphrodita) oraz zawartość w niej makroelementów*. *Acta Agrophysica* vol. 8 (1): 127-138.
- Kalembasa S., Wiśniewska B. 2008. *Wpływ dawek azotu na zawartość Ca, Mg, S i Na w biomacie ślazuwca pensylwańskiego (Sida hermaphrodita Rusby)*. *Acta Agrophysica* 11 (3): 667-675.
- Kalembasa S., Wiśniewska B. 2010. *Wpływ dawek azotu na zawartość i pobranie wybranych metali ciężkich przez ślazuwca pensylwańskiego*. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 42: 205-210.
- Kuś J., Faber A., Stasiak M., Kawalec A. 2008. *Plonowanie wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne na różnych glebach*. *Problemy Inżynierii Rolniczej* 1: 95-99, IUNG Puławy.
- Piechota T. 2011. *Rolnicze wykorzystanie pulpy pofermentacyjnej*. *Streszczenia wykładów – Agroenergia*, s: 42-43. III Krajowe Targi Agroenergia Poznań.
- Stawiński C., Cymerman J., Lomarski K., Ryżak M. 2009. *Water conditions in selected soils under willow coppice and virginia fanpetals*. *Acta Agrophysica* 14 (2): 179-180.