

OCENA WARTOŚCI NAWOZOWEJ PODŁOŻA PO HODOWLI MIKROORGANIZMÓW PROBIOTYCZNYCH

Beata Rutkowska, Wiesław Szulc, Wojciech Stepień

Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, Zakład Chemii Rolniczej,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wstęp

Współcześnie zwiększa się zainteresowanie produkcją preparatów zawierających bakterie kwasu mlekowego, tzw. preparatów probiotycznych. Są one w coraz większej skali wykorzystywane do zakiszania biomasy roślinnej przeznaczonej na cele paszowe i konsumpcyjne [ZIELIŃSKA i in. 2006; ZMARLIŃSKI 2000; KRASZEWSKA i in. 2005]. Technologie produkcji probiotyków są dobrze opracowane i wdrożone na szeroką skalę. Istotnym dotychczas nierozwiązanym problemem jest kwestia zagospodarowania płynnego odpadu powstałego po zakończeniu hodowli bakterii i wydzieleniu brzezki. Jak dotąd podejmowano nieskuteczne próby jego wykorzystywania na cele paszowe.

Celem niniejszej pracy jest ocena przydatności płynnego podłoża po hodowli mikroorganizmów probiotycznych do celów nawozowych.

Materiał i metody

Podłoże użyte do doświadczeń miało odczyn lekko kwaśny, niewielką zawartość suchej masy - ponad $46 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$, a z pierwiastków ważnych w żywieniu roślin zawierało dość dużo azotu - około 6 g na dm^3 i potasu - około 2 g na dm^3 oraz niewielkie ilości pozostałych makroskładników (tab. 1). Wartość podłoża po hodowli mikroorganizmów do celów nawozowych oceniano stosując wzrastające dawki tego odpadu do nawożenia roślin w doświadczeniach wazonowych w latach 2001-2002.

Doświadczenie wazonowe założono w wazonach typu Wagnera odważając po 4 kg gleby pobranej z kombinacji CaNPK Pola Doświadczalnego SGGW w Skierniewicach. Była to gleba o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego (16% części sypialnych), słabopróchnicza (0,6% C org.) kwaśna (pH = 5) oraz średnio-zasobna w dostępne formy potasu, fosforu i magnezu. W doświadczeniu zastosowano 3 dawki płynnego odpadu 30 , 60 i 90 cm^3 na wazon. Dawkę ustalono na podstawie zawartości azotu stosując około $0,125$, $0,25$ i $0,5 \text{ g N}$ na wazon. Każdą kombinację prowadzono w 4 powtórzeniach.

Tabela 1; Table 1

Charakterystyka podłoża po produkcji bakterii probiotycznych
Characterization of base after the production of probiotic bacteria

Analizowana cecha; Analysed property	Jednostka; Unit	Zawartość; Content
Sucha masa; Dry matter	$\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$	46
pH	-	5,3
BZT ₅	$\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$	55400
Azot ogólny; Total N	$\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$	5,82
Fosfor całkowity; Total P	$\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,14
Potas całkowity; Total K	$\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$	1,95
Magnez całkowity; Total Mg	$\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,18
Wapń całkowity; Total Ca	$\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,28

W doświadczeniu z burakami ćwikłowymi (2001) i kukurydzą (2002) badany odpad dodano przed założeniem doświadczeń do gleby natomiast w doświadczeniu z życią wielokwiatową odpad dodawano pierwszy raz po wschodach życicy a następnie po zbiorze każdego odrostu.

Próbki gleby i roślin do analiz pobierano co rok po zbiorach roślin z każdego powtórzenia. W próbkach gleby oznaczano:

- azot ogólny metodą Kjeldahla,
- pH metodą potencjometryczną w 1 molowym KCl,
- pojemność kompleksu sorpcyjnego metodą Kappena,
- fosfor i potas przyswajalny metodą Egnera-Riehma,
- kationy wymienne w 1 $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ octanie amonu.

W próbkach materiału roślinnego oznaczono:

- P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn po mineralizacji w mieszaninie kwasów (HNO_3 , HClO_4 i H_2SO_4) - metodą ASA,
- N - metodą Kjeldahla.

W pracy przedstawiono wyniki dotyczące wpływu badanego podłoża na właściwości gleby oraz plonowanie i skład chemiczny jednej z roślin płodozmianu - buraków ćwikłowych.

Wyniki

Wraz ze wzrostem dawki zastosowanego odpadu obserwowano istotne przyrosty plonu, zarówno korzeni, jak i liści buraków ćwikłowych (tab. 2).

Wyliczając efektywność nawożenia tym odpadem badanych roślin można stwierdzić, że jednostkowy przyrost plonów zmniejszał się wraz ze wzrostem dawki zastosowanego odpadu, ale nawet przy najwyższej dawce był stosunkowo duży co świadczy o dobrym wykorzystaniu przez rośliny składników pokarmowych zawartych w badanym odpadzie (tab. 2).

W badanych roślinach otrzymano istotny przyrost zawartości azotu, którego ilość w roślinie wzrastała wraz z dawkami stosowanego odpadu. Zawartość pozostałych badanych makro- i mikroskładników w roślinach ulegała zmniejszeniu wraz ze wzrostem dawki stosowanego odpadu. Zawartość tych pierwiastków uzależniona była od wielkości uzyskiwanych plonów. Im plony roślin były wyższe tym zawartość składników pokarmowych w roślinach była niższa (tab. 3). Może to świadczyć o zbyt małej zawartości tych pierwiastków w badanym odpadzie i przy stosowaniu go na glebach mniej zasobnych należałoby zastosować nawożenie uzupełniające P, K, Mg i Cu.

Tabela 2; Table 2

Plony korzeni i liści buraków ćwikłowych oraz jednostkowe przyrosty plonów korzeni
w zależności od dawek podłoża po hodowli mikroorganizmów

Yields of roots and leaves of red beet and individual increase in root yields
depending on doses of base after the production of probiotic bacteria

Dawka podłoża (cm ³ na wazon) Doses of base (cm ³ per pot)	Plony w g na wazon; Yields in g per pot			Przyrost plonu (s.m.) Increase of yield (DM)	
	liście; leaves	korzenie; roots		g na 1 dm ³ podłoża g on 1 dm ³ of base	g na 1 g N w podłożu g on 1 g N in base
		świeża masa fresh matter	świeża masa fresh matter		
0	9,75	2,38	0,50	-	-
30	23,63	19,90	1,83	44,2	10,6
60	33,48	25,55	3,08	42,9	10,3
90	43,70	31,55	4,25	36,1	6,5
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	2,81	2,67	0,49		

Tabela 3; Table 3

Skład chemiczny korzeni buraków ćwikłowych
Chemical composition of red beet

Dawka odpadu (cm ³ na wazon) Dose of waste in cm ³ per pot	N	P	K	Mg	Ca	Cu	Zn	Mn
	g·kg ⁻¹ s.m.; DM					mg·kg ⁻¹ s.m.; DM		
0	11,5	5,8	30,0	3,6	2,8	19,9	72,2	162,8
30	16,6	3,9	25,1	3,0	3,2	16,0	59,6	144,9
60	20,0	3,0	20,4	2,4	3,0	11,0	45,4	153,8
90	21,2	2,8	18,9	2,1	2,8	7,8	41,0	160,6
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	1,05	0,56	2,17	0,38	0,34	0,75	6,92	13,6

Dodany do gleby odpad poprawiał badane właściwości fizykochemiczne gleb (tab. 4). Pod wpływem stosowania wzrastających dawek odpadu obserwowano wzrost odczynu gleby, ale nawet po zastosowaniu najwyższej dawki odpadu gleba nadal pozostawała w przedziale gleb kwaśnych.

Ponadto otrzymano niewielki przyrost sumy kationów wymiennych i zwiększenie pojemności wymiennej kationów kompleksu sorpcyjnego oraz wzrost wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi. Obserwowano natomiast istotny wzrost zawartości azotu ogólnego oraz niewielki wzrost zawartości przyswajalnych form fosforu i potasu w glebie pod wpływem stosowania wzrastających dawek odpadu. Stosowanie wzrastających dawek badanego odpadu nie wpływało na zawartość przyswajalnych form wapnia i magnezu w glebie (tab. 4).

Tabela 4; Table 4

Właściwości fizykochemiczne gleby po zbiorze buraków ćwikłowych
w zależności od dawek podłoża po hodowli mikroorganizmów

Physical and chemical properties of soil after the harvest of red beet depending
on doses of base after the production of probiotic bacteria

Dawka odpadu Doses of waste	P	K	Mg	Ca	N mg·g ⁻¹	pH	S	T	V (%)
	mg·100 g ⁻¹						cmol(+)-kg ⁻¹		
0	5,8	10,5	3,3	33,2	0,493	5,1	2,30	4,55	49
30	6,0	11,0	3,3	33,3	0,588	5,3	2,57	4,57	55
60	6,2	11,5	3,3	33,4	0,605	5,4	2,60	4,70	56
90	6,5	12,2	3,4	32,5	0,627	5,5	2,65	4,70	57
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,42	1,01	0,26	2,15	0,015	0,68	0,34	0,58	4,3

S suma zasadowych kationów wymiennych; sum of exchangeable cations

T pojemność wymienna kompleksu sorpcyjnego (metoda Kappena); exchange capacity of sorption complex (Kappen method)

V wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi; base cation saturation

Dyskusja

Z uwagi na niewielką zawartość suchej masy wartość nawozową badanego odpadu otrzymanego po hodowli mikroorganizmów probiotycznych można porównywać z działaniem innych odpadów płynnych, takich jak ścieki czy gnojowica. Pod wpływem stosowania wzrastających dawek badanego odpadu obserwowano istotny przyrost plonu buraków ćwikłowych (tab. 2). Również inni autorzy obserwowali przyrost plonu roślin uprawianych w warunkach stosowania gnojowicy [SADEJ, MAZUR 2003; STRĄCZYŃSKA 1996] czy ścieków [FILIPEK, OLEK 2000].

Efektywność nawożenia roślin badanym odpadem wskazuje, że jednostkowy przyrost plonu, wyrażony w g na 1 g N zastosowanego w podłożu, jest wysoki ale jednocześnie zmniejsza się wraz z dawką zastosowanego odpadu (tab. 2). Podobną zależność zaobserwowali MAZUR i in. [2002] przy stosowaniu wzrastających dawek gnojowicy bydłowej oraz gnojowicy od trzody chlewnej. Efektywność 1 kg azotu, wyrażona produkcją białka ogólnego, wynosiła dla kolejnych dawek gnojowicy bydłowej - 6,4 oraz 2,0 kg, dla gnojowicy trzody chlewnej wskaźnik ten wynosił odpowiednio 4,0 i 1,0 kg wzrostu plonu białka na 1 kg N.

Stosowanie wzrastających dawek badanego odpadu powodowało systematyczny wzrost zawartości azotu w badanych roślinach. Natomiast zawartość pozostałych makro- i mikroelementów w roślinach pozostaje bez zmian lub ulegała zmniejszeniu pod wpływem stosowania wzrastających dawek odpadu (tab. 3). STRĄCZYŃSKA [1996] wykazała, że stosowanie wzrastających dawek gnojowicy powoduje wzrost zawartości azotu w suchej masie ziemniaków, zawartość P, Ca i Mg nie ulega zmianom, a zawartość potasu ulega zmniejszeniu. Również MAZUR i in. [2004] wykazali potrzebę uzupełniającego nawożenia roślin potasem w warunkach stosowania gnojowicy. GRABOWSKI i in. [2000] nie stwierdzili natomiast wpływu wieloletniego stosowania ścieków z przemysłu rolno-spożywczego na zmiany zawartości mikroelementów w suchej masie roślin łąkowych.

W badaniach własnych stwierdzono poprawę właściwości fizykochemicznych gleby pod wpływem stosowania badanego odpadu (tab. 4). Również badania innych autorów dotyczące wpływu stosowania gnojowicy oraz ścieków z przemysłu rolno-

spożywczego wskazują na wzrost wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi oraz wzrost przyswajalnych form fosforu i potasu w glebie, a także azotu ogólnego. Zazwyczaj wieloletnie stosowanie gnojowicy czy ścieków nie powoduje zmian odczynu gleby oraz zmian w pojemności wymiennej kationów kompleksu sorpcyjnego, zmieniają się natomiast proporcje pomiędzy kationami w kompleksie sorpcyjnym [MAZUR, SADEJ 1996; STRĄCZYŃSKA 1996, STRĄCZYŃSKA 1999; BIENIEK i in. 2000a, 2000b; POTARZYCKI 2000; STRĄCZYŃSKA, STRĄCZYŃSKI 2000; MAZUR i in. 2004].

Wnioski

1. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że badany odpad charakteryzuje się wysokim działaniem plonotwórczym i może być wykorzystywany w rolnictwie do celów nawozowych.
2. Badany odpad należy traktować jako nawóz azotowy. Przy jego stosowaniu na glebach o niskiej zasobności w pozostałe składniki pokarmowe zalecane jest nawożenie uzupełniające zarówno makro- jak i mikroelementami.
3. Badane podłoże poprawia właściwości fizykochemiczne gleb. Pod wpływem jego stosowania wzrasta odczyn, zawartość zasadowych kationów wymiennych, stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi oraz zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu a także azotu ogólnego w glebie.

Literatura

- BIENIEK B., GRABOWSKI K., RÓŻAŃSKA E., BAGIŃSKI K. 2000a. *Wpływ ścieków przemysłu rolno-spożywczego na zasobność gleb i wartość siana*. Biul. Nauk. UWM Olsztyn 9: 141-148.
- BIENIEK B., RÓŻAŃSKA E., BIENIEK A. 2000b. *Wpływ ścieków przemysłu rolno-spożywczego na właściwości sorpcyjne gleb mineralno-organicznych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 472: 97-102.
- FILIPEK T., OLEK J. 2000. *Akumulacja i pobranie niklu przez rośliny testowe nawadniane oczyszczonymi ściekami komunalnymi*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 472: 235-240.
- GRABOWSKI K., GRZEGORCZYK S., BIENIEK B., BENEDYCKI B. 2000. *Zawartość mikroelementów w runi łąkowej nawadnianej ściekami*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471: 699-703.
- KRASZEWSKA J., WZOREK W., SZTANDO E. 2005. *Wybrane właściwości probiotyczne szczepów *Lactobacillus plantarum* i możliwości ich wykorzystania w produkcji bioaktywnych napojów słodowych*. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 4(1): 27-38.
- MAZUR T., SADEJ W. 1996. *Zmiany właściwości fizykochemicznych gleby w wyniku wieloletniego nawożenia gnojowicą trzody chlewnej, nawozami mineralnymi i obornikiem*. Rocz. Gleb. XLVIII(3/4): 101-108.
- MAZUR T., SADEJ W., MAZUR Z., WOJTAS A. 2002. *Produkcyjno-ekologiczne skutki stosowania gnojowicy*. Acta Agroph. 70: 265-269.
- MAZUR Z., SADEJ W., MAZUR T. 2004. *Gospodarka składnikami pokarmowymi w układzie gleba-roślina*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 499: 247-252.

- POTARZYCKI J. 2000. *Właściwości chemiczne gleb po dwudziestoletnim nawożeniu gnojowicą bydłą i NPK*. Folia Univ. Agric. Stetin. 211, Agricultura 84: 405-410.
- SADEJ W., MAZUR Z. 2003. *Ocena wpływu różnych systemów wieloletniego nawożenia na wysokość i jakość plonu kukurydzy*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 494: 391-398.
- STRĄCZYŃSKA S. 1996. *Fizykochemiczne właściwości gleby nawożonej gnojowicą i jej wpływ na plonowanie ziemniaków*. Roczn. Gleb. XLVII(3/4): 117-122.
- STRĄCZYŃSKA S. 1999. *Wpływ nawożenia gnojowicą na niektóre wskaźniki żyzności gleby gliniastej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 467: 239-244.
- STRĄCZYŃSKA S., STRĄCZYŃSKI S. 2000. *Niektóre właściwości gleby piaszczystej nawożonej gnojowicą bydłą*. Folia Univ. Agric. Stetin. 211, Agricultura 84: 471-476.
- ZIELIŃSKA J., STECKA K.M., SUTERSKA A.M., MIECZNIKOWSKA A.H. 2006. *Ecological method of silage making from roughage of feeds*. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 51(2): 219-223.
- ZMARLICKI Z. 2000. *Probiotyki w napojach „Bio”*. Żyjmy Dłużej 3.

Słowa kluczowe: bakterie probiotyczne, podłoże po hodowli, nawożenie, buraki ćwikłowe, właściwości gleby

Streszczenie

W pracy podjęto próbę oceny wartości nawozowej płynnego podłoża, które stanowi odpad przy hodowli bakterii probiotycznych. Analizowano wpływ tego odpadu na plonowanie i skład chemiczny roślin oraz właściwości gleby. W tym celu założono doświadczenie wazonowe, w którym stosowano trzy dawki odpadu: 30, 60 i 90 cm³ na wazon o pojemności 4 kg gleby. Roślinami uprawianymi w doświadczeniu były buraki ćwikłowe, kukurydza i życica wielokwiatowa. Wyniki prezentowane w pracy dotyczą tylko jednej rośliny z plodozmianu - buraków ćwikłowych.

Wraz ze wzrostem dawki zastosowanego odpadu obserwowano istotne przyrosty plonu zarówno korzeni jak i liści buraków ćwikłowych. W roślinach wzrastała zawartość azotu natomiast zawartość pozostałych makro- i mikroskładników nie ulegała zmianom.

Stosowanie analizowanego odpadu w niewielkim stopniu wpływało na odczyn oraz właściwości sorpcyjne gleby. Stwierdzono natomiast istotny wzrost azotu ogółem i niewielki przyrost zawartości przyswajalnych form potasu oraz fosforu. Zawartość wapnia i magnezu wymiennego w glebie nie ulegała zmianom pod wpływem stosowania wzrastających dawek badanego odpadu.

THE ESTIMATION OF FERTILIZER VALUE OF BASE AFTER THE PRODUCTION OF PROBIOTIC BACTERIA

Beata Rutkowska, Wiesław Szulc, Wojciech Stępień
Department of Agricultural Chemistry,
Warsaw Agricultural University, Warszawa

Key words: probiotic bacteria, base after production, fertilization, red beets, soil properties

Summary

The aim of this work was the attempt at estimation of fertilization value of the liquid base after the production of probiotic bacteria. The influence of waste on the yield and chemical composition of plants and soil properties were examined. The research were conducted in pot experiments. Three doses of waste: 30, 60 and 90 cm³ per the pot were applied. Red beets were the tested plants.

The yield of roots and leaves of red beets was increased with the increase of the dose of applied waste. The content of nitrogen was increased in plants and the content of other macro- and microelements was not changed.

The application of analysed waste did not influence the soil pH and sorption properties of the soil. The significant increase of N total in the soil was observed. The content of available forms of phosphorus and potassium in the soil increased after the application of the analysed waste. The content of exchangeable Ca and Mg in the soil did not change after the application of the waste.

Dr inż. Beata **Rutkowska**
Zakład Chemii Rolniczej
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
02-776 WARSZAWA
ul. Nowoursynowska 159
e-mail: beata_rutkowska@sggw.pl