

Wpłynęło 06.10.2014 r.  
Zrecenzowano 25.11.2014 r.  
Zaakceptowano 26.11.2014 r.

A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

# WPŁYW NAWOŻENIA ODPADAMI POFERMENTACYJNYMI Z BIOGAZOWNI NA ZAWARTOŚĆ BIOMASY ŻYWYCH DROBNOUSTROJÓW W GLEBIE

Krystyna CYBULSKA<sup>1)</sup> ABCDEF, Ilona WROŃSKA<sup>1)</sup> BCDEF,  
Teodor KITCZAK<sup>2)</sup> ABE, Joanna DŁUŻEWSKA<sup>1)</sup> BDF,  
Sanaa MAHDI-ORAIBI<sup>1)</sup> EF, Henryk CZYŻ<sup>2)</sup> A

<sup>1)</sup> Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Zakład Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska

<sup>2)</sup> Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Gleboznawstwa, Łąkarstwa i Chemii Środowiska

## Streszczenie

W pracy przedstawiono wpływ nawożenia gleby odpadem pofermentacyjnym, pochodzącym z biogazowni rolniczej, na zawartość biomasy żywych mikroorganizmów. Analizy laboratoryjne przeprowadzono na próbkach glebowych pobranych z poletek doświadczalnych Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, na których wysiano dwie kombinacje mieszanek traw: M1 – kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.), życica trwała (*Lolium perenne* L.) i M2 – kostrzewa trzcinowata (*Festuca arundinacea* Schreb.), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), kostrzewa owcza (*Festuca ovina* L.), życica trwała (*Lolium perenne* L.). Badania przeprowadzono w latach 2011 i 2014. Z analizy otrzymanych danych wynika, że na badany wskaźnik biologiczny miał wpływ skład gatunkowy wysianej mieszanki traw oraz intensywność rozkładu odpadu pofermentacyjnego w środowisku glebowym.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że zawartość biomasy żywych drobnoustrojów po pięciu miesiącach od zastosowania pulpy pofermentacyjnej pod uprawą mieszanki traw M2 była większa niż pod uprawą mieszanki traw M1. Wykazano, że po 3 latach od założenia doświadczenia zawartość biomasy żywych mikroorganizmów w glebie zmniejszyła się, za wyjątkiem gleby pochodzącej z poletka obsianego mieszanką M1 nienawożonej odpadem, gdzie utrzymała się na zbliżonym poziomie.

**Słowa kluczowe:** gleba, odpad pofermentacyjny, trawy, zawartość biomasy żywych mikroorganizmów

**Do cytowania For citation:** Cybulska K., Wrońska I., Kiteczak T., Dłużewska J., Mahdi-Oraibi S., Czyż H. 2015. Wpływ nawożenia odpadami pofermentacyjnymi z biogazowni na zawartość biomasy żywych drobnoustrojów w glebie. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 15. Z. 1 (49) s. 29–36.

## WSTĘP

Mikroorganizmy mają istotne znaczenie dla procesów zachodzących w środowisku glebowym. Ich liczebność oraz aktywność jest uwarunkowana wieloma czynnikami chemicznymi i fizycznymi oraz warunkami klimatycznymi. Decydujący wpływ ma również sposób użytkowania gleby, a także gatunek, odmiana oraz faza rozwojowa rośliny uprawnej. Występowanie drobnoustrojów jest w znacznym stopniu zależne od zabiegów agrotechnicznych, szczególnie nawożenia mineralnego i organicznego [KUCHARSKI, WYSZKOWSKA 2010; SKWARYŁO-BEDNARZ 2008].

Ze względu na wzrastające zapotrzebowanie na energię i kurczące się zasoby paliw kopalnych poszukuje się alternatywnych źródeł energii. Jednym ze sposobów pozyskiwania czystej energii jest przetwarzanie biomasy w biogazowniach. W wyniku fermentacji metanowej oprócz biogazu – jako produktu głównego – powstaje odpad pofermentacyjny [JĘDRCAK 2008; KOUŘIMSKÁ i in. 2012]. W katalogu odpadów wydanym przez Ministra Środowiska [Rozporządzenie... 2001] substancja pofermentacyjna ma kod 19 06 06, oznaczający „przefermentowane odpady z beztlenowej fermentacji odpadów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego”. Do wytwarzania biogazu wykorzystuje się odpady z produkcji zwierzęcej (gnojowica, gnojówka, obornik) i przemysłu spożywczego, rośliny energetyczne w postaci kiszzonek (kukurydza, żyto, trawy łąkowe) oraz odpady z produkcji biopaliw [GŁASZCZKA i in. 2011; PAWLAK 2013; ROMANIUK, BISKUPSKA 2012; SZLACHTA 2009]. To sprawia, że pulpa pofermentacyjna jest bogata w substancje odżywcze i dlatego może być wykorzystywana do celów nawozowych. Wprowadzenie do gleby tego wysokowartościowego produktu zapoczątkowuje ciąg pozytywnych rezultatów, przyczyniając się do poprawy jej zasobności w materię organiczną oraz dostarczając składniki pokarmowe dla roślin czy mikroorganizmów glebowych. Jednak nieracjonalne nawożenie gleby odpadem pofermentacyjnym może spowodować zaburzenie funkcjonowania ekosystemu glebowego, czego rezultatem może być zachwianie jej równowagi biologicznej [BARABASZ, VOŘIŠEK 2002; JEZIERSKA-TYS, FRĄC 2008; KOT, FRĄC 2014; LOŠAK i in. 2012]. Wykorzystanie masy pofermentacyjnej wymaga przestrzegania wielu zaleceń, dotyczących dawki i terminów wykonywania zabiegu nawożenia, a także zapewnienia odpowiednich warunków jej przechowywania. W Polsce kwestie dotyczące rolniczego zagospodarowania mieszaniny pofermentacyjnej są regulowane przez ustawę z 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu [Ustawa... 2007].

Celem podjętych badań była ocena wpływu nawożenia gleby odpadem pofermentacyjnym z biogazowni rolniczej na zawartość biomasy żywych mikroorganizmów.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiła gleba antropogeniczna, pochodząca z poletka doświadczalnego należącego do Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Doświadczenie obejmowało 12 poletek, każde o powierzchni 13,5 m<sup>2</sup>, na których wysiano następujące mieszanki traw:

- M1 – kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.) – 40%, wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) – 20%, życica trwała (*Lolium perenne* L.) – 40%;
- M2 – kostrzewa trzcinowata (*Festuca arundinacea* Schreb.) – 40%, kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.) – 10%, kostrzewa owcza (*Festuca ovina* L.) – 10%, życica trwała (*Lolium perenne* L.) – 40%.

Mieszanki traw wysiano w drugiej dekadzie sierpnia 2010 r. Przedsięwzięcie na poletkach zastosowano nawożenie mineralne: 60 kg P·ha<sup>-1</sup> (Superfosfat III) oraz 100 kg K·ha<sup>-1</sup> (sól potasowa 60-procentowa). Doświadczenie założono w dwóch wariantach: z przedsięwzięciem nawożeniem pulpą pofermentacyjną w dawce 30 t·ha<sup>-1</sup> oraz bez nawożenia organicznego. Poletka zostały pogłównie dwukrotnie zasilone saletrą amonową w dawkach: 30 i 60 kg N·ha<sup>-1</sup>.

Próbki gleby do analiz pobierano z głębokości 0–10 cm w następujących terminach: I – 25.05.2011 r., II – 12.07.2011 r., III – 16.08.2011 r., IV – 19.10.2011 r. oraz V – 28.06.2014 r. Próbki przesiewano przez sito o średnicy oczek 2 mm.

Zakres przeprowadzonych badań obejmował określenie zawartości biomasy żywych mikroorganizmów fizjologiczną metodą, opracowaną przez ANDERSONA i DOMSCHA [1978]. W tym celu analizowano próbki gleby o masie 10 g, które wzbogacono w dodatkowe źródło węgla w postaci mieszaniny glukozy i talku (w stosunku wagowym 1:5). Ilość glukozy określono na podstawie ustalonego uprzednio odchylenia początkowego dla użytego podłoża. Tak przygotowane próbki przenoszono następnie do kolumn pomiarowych analizatora Ultragas U4S i mierzono ilość wydzielonego CO<sub>2</sub> po upływie trzech godzin.

Otrzymane wyniki przeliczono według równania:

$$x = 40,4y + 0,37$$

gdzie:

- $x$  – ilość C zawartego w biomacie żywych mikroorganizmów w przeliczeniu na 100 g s.m. gleby, mg;
- $y$  – maksymalna początkowa produkcja CO<sub>2</sub>, cm<sup>3</sup>·(100 g gleby·h)<sup>-1</sup>.

Ocenę wilgotności gleby w analizowanych próbkach wykonano metodą suszarkowo-wagową. Oznaczenie polegało na umieszczeniu 10 g gleby na szalce Petriego i wysuszeniu jej w temperaturze 105°C do stałej wagi. Z różnicy ciężarów przed i po wysuszeniu obliczono zawartość suchej masy  $S_m$  (%) w glebie:

$$S_m = \frac{c - a}{b - a} 100$$

gdzie:

$a$  – waga szalki Petriego, g;

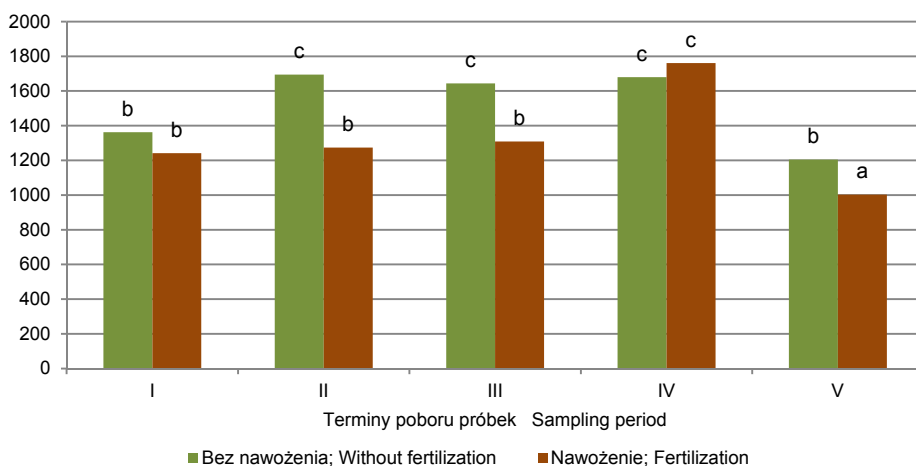
$b$  – waga szalki z glebą, g;

$c$  – waga szalki z glebą po wysuszeniu w 105°C, g.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej z zastosowaniem programu Statistica 10. Przeprowadzono analizę wariancji (ANOVA), wykorzystując test Duncana.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Średnia zawartość biomasy żywych mikroorganizmów w glebie pod uprawą mieszanki traw M1 nienawożonej była inna niż po nawożeniu pulpą pofermentacyjną (rys. 1).



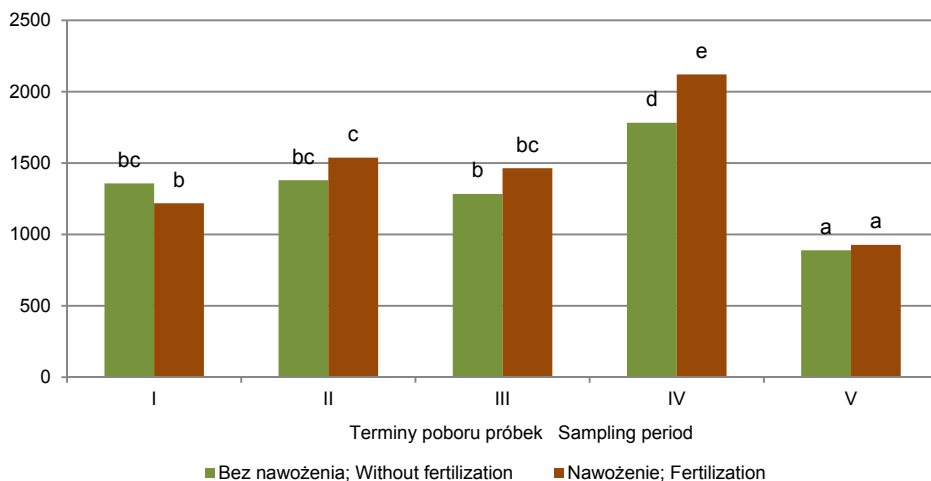
Rys. 1. Średnia zawartość biomasy żywych mikroorganizmów ( $\text{mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ) w glebie pod uprawą mieszanki traw M1: kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.), życica trwała (*Lolium perenne* L.); źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Mean content of live microbial biomass ( $\text{mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ) in soil under the M1 grass mixture: *Festuca rubra* L., *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L.; source: own study

W glebie nienawożonej odpadem pofermentacyjnym w 1. roku badań zaobserwowano zwiększanie się zawartości biomasy żywych mikroorganizmów z upływem czasu. W II–IV terminie pomiaru wzrost ten wyniósł średnio 23% w porównaniu do wartości zanotowanej na początku doświadczenia, która wynosiła  $1362,04 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Średnia zawartość biomasy drobnoustrojów w glebie w 1.

roku badań wyniosła  $1595 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Po 3 latach wartość analizowanego parametru zmniejszyła się do  $1204,5 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Zawartość biomasy żywych mikroorganizmów w glebie nawożonej odpadem organicznym w postaci pulpy pofermentacyjnej w I–III terminie pomiaru kształtowała się na zbliżonym poziomie i wynosiła średnio  $1274,9 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Po upływie pięciu miesięcy (IV pomiar) nastąpił istotny przyrost biomasy (o 42%) w odniesieniu do jej zawartości zanotowanej bezpośrednio po wprowadzeniu do gleby bioodpadu, która wynosiła  $1241,17 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Po 3 latach od wprowadzenia odpadu pofermentacyjnego do gleby stwierdzono zmniejszenie zawartości biomasy drobnoustrojów do wartości  $1003 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Wartość ta była istotnie mniejsza niż w glebie nienawożonej pulpą pofermentacyjną.

W glebie pod uprawą mieszanki traw M2 nienawożonej odpadem pofermentacyjnym średnia zawartość biomasy w I–III terminie pomiaru kształtowała się na zbliżonym poziomie i wynosiła średnio  $1340,3 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Istotne zwiększenie zawartości biomasy żywych mikroorganizmów (o 31%) w porównaniu do zawartości biomasy zanotowanej na początku doświadczenia, która wynosiła  $1357,40 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ , stwierdzono w IV terminie pomiaru (rys. 2). Średnia zawartość biomasy w glebie w 1. roku badań wynosiła  $1451 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Po 3 latach wartość tego parametru zmniejszyła się do  $889 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Zastosowanie nawożenia organicznego w postaci pulpy pofermentacyjnej spowodowało zwiększenie za-



Rys. 2. Średnia zawartość biomasy żywych mikroorganizmów ( $\text{mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ) w glebie pod uprawą mieszanki traw M2: kostrzewa trzcinowata (*Festuca arundinacea* Schreb.), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), kostrzewa owcza (*Festuca ovina* L.), życica trwała (*Lolium perenne* L.); źródło: opracowanie własne

Fig. 2. Mean content of live microbial biomass ( $\text{mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ) in soil under the M2 grass mixture: *Festuca arundinacea* Schreb., *Festuca rubra* L., *Festuca ovina* L. and *Lolium perenne* L.; source: own study

wartości biomasy w glebie w niektórych okresach badawczych. W II i III terminie pomiaru stwierdzono wzrost zawartości biomasy o 23%, natomiast po upływie 5 miesięcy (IV termin) – o 74% w porównaniu z zawartością biomasy zanotowaną bezpośrednio po wprowadzeniu do gleby odpadu pofermentacyjnego, która wynosiła  $1218,29 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Po 3 latach zaobserwowano zmniejszenie zawartości biomasy żywych mikroorganizmów o 42% w odniesieniu do średniej wartości tego parametru w pierwszym roku badań, wynoszącej  $1585,54 \text{ mg C} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ .

Na tak zróżnicowaną zawartość biomasy mikroorganizmów miały prawdopodobnie wpływ warunki atmosferyczne, gatunek traw oraz intensywność rozkładu odpadu pofermentacyjnego w glebie. Ważnym czynnikiem jest także zmienność sezonowa. Znajduje to potwierdzenie w badaniach SOSNOWSKIEGO i in. [2012], którzy stwierdzili, że jesienią w glebie liczebność mikroflory jest znacznie większa niż wiosną. NIEWIADOMSKA i in. [2010] w swoich badaniach wykazali, że ogólna liczebność bakterii zmieniała się w zależności od aplikowanego nawozu oraz czasu, jaki upłynął po jego zastosowaniu. Stwierdzili, że liczebność drobnoustrojów w glebie nawożonej była o 70% większa niż w glebie nienawożonej. NDUBUISI-NNAJI i in. [2011] oraz DUNG i H'DOK [2009] stwierdzili, że długoterminowe stosowanie nawozu organicznego wpływa korzystnie na mikroflorę gleby. Zdaniem MIJANGOS i in. [2006] nawozy organiczne stymulują aktywność mikroorganizmów. W wyniku stosowania nawożenia organicznego drobnoustroje glebowe wytwarzały większe ilości enzymów, co wpływało na rozkład substratów roztworu glebowego.

W badaniach prezentowanych w niniejszej pracy nawożenie masą pofermentacyjną zastosowano jednorazowo na początku doświadczenia. Po trzech latach prawdopodobnie doszło do wyczerpania makroelementów – głównie azotu – z gleby, dlatego nastąpiło znaczne zmniejszenie w niej zawartości biomasy drobnoustrojów.

Analiza wyników wykazała także wpływ różnych gatunków traw na zawartość biomasy żywych drobnoustrojów w glebie. Średnia zawartość biomasy żywych mikroorganizmów w glebie, do której nie wprowadzono odpadu pofermentacyjnego była większa pod uprawą mieszanki traw M1 w składzie: kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.), życica trwała (*Lolium perenne* L.) niż pod uprawą mieszanki M2: kostrzewy trzcinowatej (*Festuca arundinacea* Schreb.), kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.), kostrzewy owczej (*Festuca ovina* L.) i życicy trwałej (*Lolium perenne* L.). Znaczne zwiększenie zawartości biomasy żywych mikroorganizmów po wprowadzeniu pulpy pofermentacyjnej do gleby wystąpiło w pierwszym roku badań, szczególnie pod koniec okresu wegetacyjnego, przy czym większą zawartość stwierdzono w kombinacji M2. WIELGOSZ i in. [2004] oraz SKWARYŁO-BEDNARZ [2008] stwierdzili, że skład i liczebność mikroflory glebowej zależy od rodzaju uprawianej rośliny, jej gatunku, odmiany oraz fazy rozwojowej, co wykazano również w niniejszej pracy.

## WNIOSKI

1. Wprowadzenie odpadu pofermentacyjnego z biogazowni wpływało na zawartość biomasy żywych drobnoustrojów w glebie. Wykazano, że jego oddziaływanie zależało od czasu uwalniania składników z bioodpadu oraz rodzaju uprawianych mieszanek traw.

2. Działanie odpadu pofermentacyjnego na wzrost zawartości biomasy było najbardziej korzystne pod koniec okresu wegetacyjnego, w pierwszym roku po wprowadzeniu do gleby, szczególnie pod uprawą mieszanki traw M2 o składzie: kostrzewa trzcinowata (*Festuca arundinacea* Schreb.), kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.), kostrzewa owcza (*Festuca ovina* L.), życica trwała (*Lolium perenne* L.).

## LITERATURA

- ANDERSON J.P.E., DOMSCH K.H. 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 10. Iss. 3 s. 215–221.
- BARABASZ W., VOŘÍŠEK K. 2002. Bioróżnorodność mikroorganizmów w środowiskach glebowych. W: Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach. Pr. zbior. Red. W. Barabasz. Kraków. Wydaw. AR s. 22–30.
- DUNG P.T., H'DOK Y.N. 2009. Microbial organic fertilizer application for safe coffee production at Daklak, Vietnam. *Journal of International Society for Southcast Asian Agricultural Sciences*. Vol. 15. No 1 s. 22–31.
- GLASZCZKA A., WARDAL W.J., ROMANIUK W., DOMASIEWICZ T. 2011. Biogazownie rolnicze. Technologie energii odnawialnej. Warszawa. Ofic. Wydaw. Multico. ISBN 978-83-7073-432-9 ss. 84.
- JEZIERSKA-TYS S., FRĄC M. 2008. Badania nad wpływem osadu z oczyszczalni ścieków mleczarskich na aktywność mikrobiologiczną i biochemiczną gleby. *Rozprawy i Monografie. Acta Agrophysica*. No 3(160) s. 81–91.
- JĘDRCZAK A. 2008. Biologiczne przetwarzanie odpadów. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 978-83-01-15166-9 ss. 544.
- KOT A., FRĄC M. 2014. Metody wykorzystywane w ocenie oddziaływania odpadów organicznych na aktywność mikrobiologiczną gleby. *Postępy Mikrobiologii*. T. 53. Z. 2 s. 183–193.
- KOUŘIMSKÁ L., POUSTKOVÁ I., BABIČKA L. 2012. The use of digestate as a replacement of mineral fertilizers for vegetables growing. *Scientia Agriculturae Bohemicae*. No 43 s. 121–126. DOI: 10.7160/sab.2012.430401
- KUCHARSKI J., WYSZKOWSKA J. 2010. Oddziaływanie rolnictwa na właściwości mikrobiologiczne gleb. W: Oddziaływanie rolnictwa na środowisko przyrodnicze w warunkach zmian klimatu. Pr. zbior. Red. A. Harasim. *Studia i Rozprawy*. Z. 19. Puławy. Wydaw. IUNG-PIB s. 37–53.
- LOŠAK T., MUSILOVA L., ZATLOUKALOVA A., SZOSTKOVA M., HLUŠEK J., FRYČ J., VITĚZ T., HAITL M., BENNEWITZ E., MARTENSSON A. 2012. Digestate is equal or a better alternative to mineral fertilization of Kohlrabi. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. No 1 s. 91–96.
- MIJANGOS I., PEREZ R., ALBIZU I., GARBISU C. 2006. Effects of fertilization and tillage on soil biological parameters. *Enzyme and Microbial Technology*. Vol. 40. Iss.1 s. 100–106.
- NDUBUISI-NNAJI U.U., ADEGOKE A.A., OGDU H.I., EZENOBI N.O., OKOH A.I. 2011. Effect of long-term organic fertilizer application on soil microbial dynamics. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 10 (4) s. 556–559.

- NIEMIADOMSKA A., KLEIBER T., KLAMA J., SWĘDRZYŃSKA D. 2010. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na dynamikę składu mikrobiologicznego gleby i aktywność enzymatyczną dehydrogenaz pod trawnikiem. *Nauka Przyroda Technologie*. T. 4. Z. 6 s. 2–10.
- PAWLAK J. 2013. Biogaz z rolnictwa – korzyści i bariery. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 (81) s. 99–108.
- ROMANIUK W., BISKUPSKA K. 2012. Rozwiązania instalacji biogazowych dla gospodarstw rodzinnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2 (76) s. 149–159.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów. Dz. U. 2001 Nr 112 poz. 1206.
- SKWARYŁO-BEDNARZ B. 2008. Ocena właściwości biologicznych gleby pod uprawą szarłat (*Amaranthus cruentus L.*). *Acta Agrophysica*. Vol. 12. Nr 2 s. 527–534.
- SOSNOWSKI J., JANKOWSKI K., CIEPIELA G.A., WIŚNIEWSKA-KADŻAJAN B., DESKA J. 2012. Wpływ fitohormonów i zróżnicowanych dawek azotu stosowanych w uprawie *Festulolium Braunii* z koniczyną łąkową na liczebność organizmów glebowych. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*. Nr 53 s. 19–30.
- SZLACHTA J. 2009. Ekspertyza możliwości pozyskiwania biogazu rolniczego, jako odnawialnego źródła energii [online]. [Dostęp: 10.10.2014]. Dostępny w Internecie: [www.agengpol.pl/LinkClick.aspx?fileticket=O67VGkyovAE%3D&tabid=144](http://www.agengpol.pl/LinkClick.aspx?fileticket=O67VGkyovAE%3D&tabid=144)
- Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu. Dz. U. 2007 nr 147 poz. 1033.
- WIELGOSZ E., SZEMBER A., SKWAREK J. 2004. Wpływ wybranych roślin na liczebność bakterii biorących udział w przemianach azotu. *Annales UMCS. Sect. E*. Vol. 59. Nr 4 s. 1689–1696.

Krystyna CYBULSKA, Ilona WRÓŃSKA, Teodor KITCZAK, Joanna DŁUŻEWSKA,  
Sanaa MAHDI-ORABI, Henryk CZYŻ

## THE EFFECT OF FERTILIZATION WITH FERMENTATION WASTES FROM BIOGAS PLANT ON THE CONTENT OF LIVE MICROBIAL BIOMASS IN SOIL

**Key words:** content of live microbial biomass, fermentation wastes, grasses, soil

### S u m m a r y

The study shows the effect of fertilization with fermentation wastes from agriculture biogas plant on the content of live microbial biomass in soil. Soil samples collected from experimental plots of the West Pomeranian University of Technology in Szczecin were analysed. The combination of two grass mixtures was sown on the experimental plot. Analyses were made in 2011 and 2014.

The results showed that the microbial biomass in soil was affected by specific composition of planted grass mixtures and the intensity of decay of fermentation wastes in the soil environment. Five months after the application of post-fermentation wastes, the content of live microbial biomass in soil was bigger under the M2 grass mixture (*Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina* and *Lolium perenne*) than under the M1 mixture (*Festuca rubra*, *Poa pratensis* and *Lolium perenne*). Three years after the beginning of the experiment, the content of live microbial biomass was reduced except in soil sown with the grass mixture M1 without the application of fermentation wastes, where it remained constant.

**Adres do korespondencji:** dr hab. inż. K. Cybulska, prof. nadzw., Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Zakład Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin; tel. + 48 91 449-64-24, e-mail: [Krystyna.Cybulska@zut.edu.pl](mailto:Krystyna.Cybulska@zut.edu.pl)