

**Ewa Beata Górka\*, Wojciech Stępień\*\*, Dariusz Gozdowski\*\*\*,  
Marek Gabara\*\*, Paweł Trzciński\*\*\*\***

## **WPŁYW RODZAJU KOMPOSTOWANYCH ODPADÓW ORGANICZNYCH NA JAKOŚĆ KOMPOSTÓW**

### **EFFECT OF COCOMPOSTING TYPES OF ORGANIC WASTES ON THE QUALITY OF COMPOSTS**

**Słowa kluczowe:** kompost, dojrzewanie kompostu, aktywność mikrobiologiczna.

**Key words:** compost, compost maturation, microbiological activity.

*Experiments were carried out on composts produced from pine and ash sawdust of various degrees of fineness with the addition of sewage sludge or vinasse. After seven months of composting, selected chemical properties of the composts produced were determined. Because of the different substrates used to produce the composts, the C-to-N ratio was within a wide range and therefore the composts were subjected to prolonged maturation. Samples of the composts for microbiological tests were taken in May, July and September over two years of compost maturation. The samples were used to determine the total number of mesophilic bacteria on Bunt and Rovira medium, and the total number of microscopic fungi on Martin medium.*

*Microbiological activity in the composts was found to depend on the types of the substrates used for composting as well as on the degree of fineness of wood sawdust and the time of analysis. Sawdust of coniferous and deciduous trees subjected to composting undergoes slow mineralization and the composting period should therefore be longer than 7 months.*

---

\* *Dr inż. Ewa Beata Górka – Samodzielny Zakład Biologii Mikroorganizmów, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa; tel.: 22 593 26 37; e-mail: e.b.gorska@wp.pl*

\*\* *Dr Wojciech Stępień i mgr Marek Gabara – Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa*

\*\*\* *Mgr Dariusz Gozdowski – Katedra Doświadczalnictwa i Biometrii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa*

\*\*\*\* *Mgr Paweł Trzciński – Zakład Agrotechniki, Pracownia Rizosfery, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice*

## 1. WPROWADZENIE

Kompostowanie jest jedną z metod unieszkodliwiania stałych odpadów organicznych. Otrzymany w ten sposób nawóz organiczny może zastąpić lub uzupełnić nawożenie obornikiem [Mazur 2000]. Rolnicze wykorzystanie odpadów organicznych w dobie spadku produkcji nawozów naturalnych pochodzenia organicznego ma pełne uzasadnienie gospodarcze i ekologiczne. Stosowanie odpadowych materiałów organicznych wpływa na wykorzystywanie składników nawozowych do produkcji biomasy roślinnej oraz poprawę właściwości fizykochemicznych gleb [Mazur, Filipek-Mazur 1996, Niedźwiecki i in. 1999, Wiater 2003].

Od wielu lat prowadzone są badania nad wykorzystaniem różnych odpadów organicznych pochodzenia przemysłowego, rolniczego oraz komunalnego w procesie kompostowania [Błaszczuk 2007]. Zachodzące w pryzmie kompostowej procesy mikrobiologiczne, biochemiczne, chemiczne i fizyczne przyczyniają się do przetworzenia odpadów na kompost – humus – przy jednoczesnym zniszczeniu lub zmniejszeniu w nim liczby patogenów i pasożytów. Stąd kompostowanie poprawia stan sanitarny masy kompostowej, jak również ogranicza koszty składowania i magazynowania użytych odpadów [Błaszczuk 2007].

Badaniami chemicznymi i mikrobiologicznymi objęto komposty przygotowane z lignocelulozowych odpadów, pochodzących z przemysłu meblarskiego z dodatkiem uciążliwych do składowania i magazynowania odpadów, jakimi są: osad ściekowy oraz wywar gorzelniczy.

## 2. CEL, MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Celem badań była ocena wpływu poddanych kompostowaniu odpadów na zmiany w lizebności drobnoustrojów podczas procesu dojrzewania kompostów.

Proces kompostowania przeprowadzono w Stacji Doświadczalnej Wydziału Rolnictwa i Biologii w Skierniewicach. Komposty przygotowano z trocin drzewnych pochodzących z zakładu produkcji mebli oraz z osadu ściekowego z Miejskiej Oczyszczalni Ścieków w Skierniewicach lub wywaru z melasy z dodatkiem lub bez preparatu EM-Farming (tab. 1). Proces kompostowania prowadzono przez siedem miesięcy, w skrzyniach o objętości 2 m<sup>3</sup>. Komposty były napowietrzane przez mieszanie i nawilżane wodą (po pasteryzacji) z ujęcia miejskiego. Ponieważ wartość stosunku ilości węgla do ilości azotu (C:N) po kompostowaniu była wysoka (tab. 2), komposty poddano dojrzewaniu przez 24 miesiące. W tym czasie przeprowadzono analizy mikrobiologiczne kompostów. Po zakończeniu kompostowania pobrano próbki kompostów i oznaczono w nich całkowite zawartości: węgla (C) metodą bezpośrednią, azotu (N) metodą Kjeldahla, wybrane makroelementy i mikroelementy metodą ICP.

Aktywność mikrobiologiczną kompostów zbadano w maju, lipcu i we wrześniu każdego roku. W tym celu oznaczono: ogólną liczbę mezofilnych heterotroficznych bakterii tlenowych (w tym promieniowców), na podłożu Bunta i Roviry, oraz ogólną liczbę grzybów

mikroskopowych, na podłożu Martina. Hodowle inkubowano przez okres od 7 do 14 dni w temperaturze 28°C. Ocenę wpływu kompostowanych odpadów na aktywność mikrobiologiczną kompostów zweryfikowano metodą analizy wariancji na transformowanych wynikach (transformacja logarytmiczna), stosując program Statgraphics 2.1. Grupy jednorodne wyznaczono testem t-Tuckey'a. Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tabelach 1 i 2.

**Tabela 1.** Skład kompostów

**Table 1.** Composition of composts

Kompost	Komponenty	Stosunek wagowy komponentów
I	osad ściekowy+ trociny sosnowe grube – (Oś+t.s.G)	1:0,6
II	osad ściekowy + trociny sosnowe drobne – (Oś+t.s.D)	1:0,44
III	wywar z melasy + trociny jesionowe grube – (Wm+t.j.G)	1:1,2
IV	wywar z melasy + trociny jesionowe drobne – (Wm+t.j.D)	1:0,85
V	osad ściekowy + trociny sosnowe drobne+ EM – (Oś+t.s.D+EM)	1:1,3
VI	osad ściekowy + trociny jesionowe drobne + EM – (Oś+t.j.D+EM)	1:0,5

**Tabela 2.** Właściwości chemiczne kompostów

**Table.2.** Chemical properties of composts

Kompost	C/N	Zawartość s.m. w %						Zawartość w s.m. mg/kg		
		C	N	P	Ca	Mg	K	Mn	Zn	Cu
I	32,96	62,3	1,89	0,17	3,01	0,28	0,11	212,4	421,3	74,9
II	57,62	60,5	1,85	0,18	3,22	0,3	0,22	220,3	399,7	69,3
III	35,44	56,7	1,6	0,28	2,08	0,28	2,02	163,7	294,2	74,6
IV	29,95	55,4	1,85	0,31	2,11	0,35	1,95	146,9	302,6	88,4
V	53,13	61,1	1,15	0,2	2,96	0,32	0,23	292,6	411,3	75,9
VI	33,26	63,2	1,9	0,29	2,84	0,29	0,18	240,1	402,9	117,2

### 3. WYNIKI I DYSKUSJA

Kompostowanie odpadów organicznych to proces mikrobiologiczny zachodzący w warunkach tlenowych, który prowadzi do wytworzenia głównego produktu – humusu. Humus, oprócz kwasów fulwowych, huminowych i humin, zawiera znaczne ilości związków mineralnych oraz biomasę komórek mikroorganizmów, co czyni go bardzo dobrym nawozem poprawiającym żyzność i urodzajność gleb. Podstawowym warunkiem uzyskania kompostu o dobrej jakości jest właściwy dobór składników uwzględniający między innymi stosunek C:N, rozdrobnienie, zawartość tlenu, wilgotność i.t.p. [Błaszczyk 2007, Eiland i in. 2001, Piłarski, Piłarska 2009].

W niniejszej pracy badano komposty przygotowane z trocin drzewnych o różnym stopniu rozdrobnienia. W celu zawężenia stosunku C:N i wprowadzenia składników mineralnych oraz uwilgotnienia trocin dodawano do nich osad ściekowy lub melasę. W celu przyspiesze-

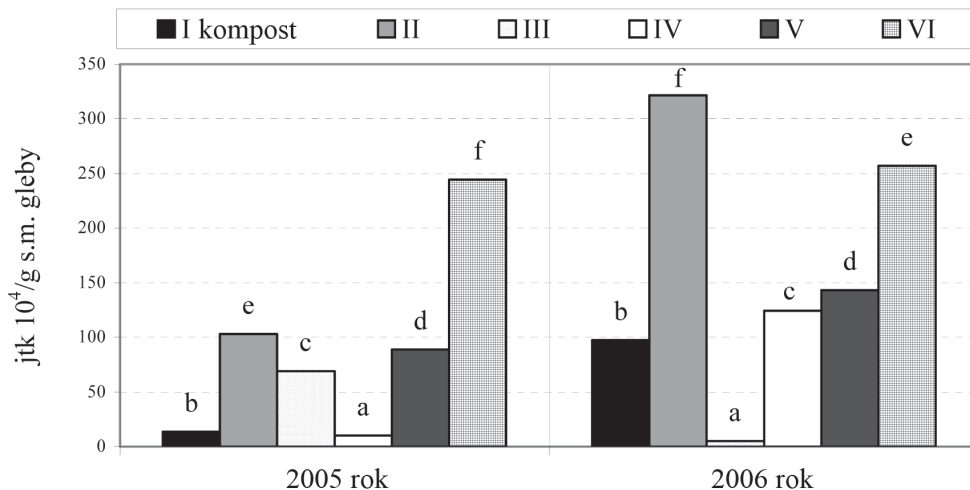
nia tempa procesu kompostowania, do niektórych kompostów dodano także preparat EM. Uzyskane komposty wykazywały wysokie wartości stosunku C:N (tab. 2), co świadczy o ich niezakończonym procesie kompostowania. Szczególnie dotyczy to kompostów przygotowanych z trocin sosnowych drobnych i osadu ściekowego z dodatkiem lub bez preparatu EM. Komposty przygotowane z trocin sosnowych grubych wykazywały zdecydowanie niższą wartość C:N niż poprzednie.

Można to tłumaczyć tym, że zbrzylenie drobnych trocin sosnowych pogorszyło warunki natlenienia, a przez to obniżyło tempo mineralizacji trudno rozkładalnej substancji organicznej, zbudowanej głównie z ligniny, celulozy, żywic i innych [Białoboka 1993]. Jedynie w kompoście z trocin jesionowych drobnych z wywarem melasowym wartość stosunku C:N była najniższa i wynosiła ok. 30 (tab. 2). Właściwości chemiczne składników tych kompostów zadecydowały o przebiegających w nich procesach mineralizacji i humifikacji. Drewno jesionu jest bogate w pentozany (ksylan), mannany, galaktany, zawiera mniejszą ilość celulozy i ligniny oraz nie zawiera żywic [Barzdajn 1995]. Dlatego trociny jesionowe są korzystniejszym odpadem do procesu kompostowania, ponieważ zapewniają lepsze warunki wzrostu i rozwoju mikroorganizmów, nawet przy ograniczonej ilości tlenu, niż trociny z drewna sosnowego.

Badania chemiczne wykazały, że komposty z trocin drzewnych mogą być stosowane jako nawozy organiczne w celu poprawy żyzności i produktywności gleb (tab. 2). Zawierały one stosunkowo dużo wapnia i azotu, a mało potasu. Jedynie komposty wykonane z wywarem melasowym były bogate w potas. Zawartość fosforu i magnezu w badanych kompostach była podobna jak w nawozach naturalnych. W badaniach dotyczących mikroelementów stwierdzono największą zawartość cynku, a najmniejszą miedzi.

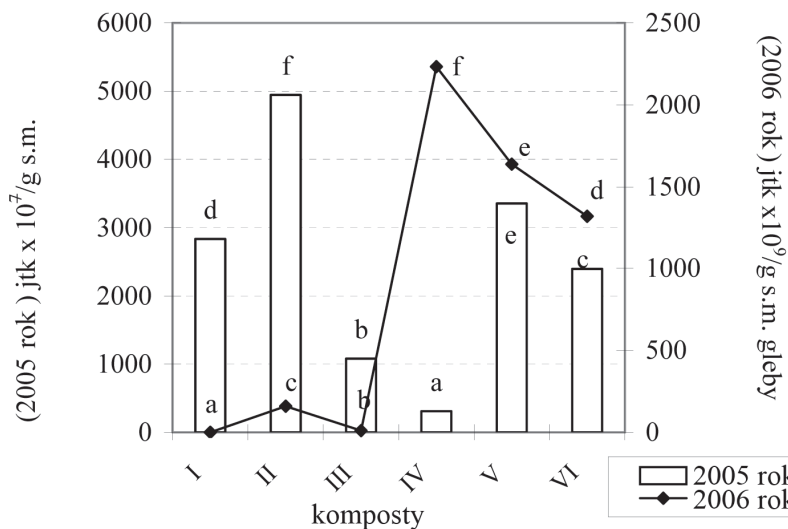
Analizy mikrobiologiczne kompostów wykazały wzrost liczebności grzybów podczas procesu dojrzewania kompostów, z wyjątkiem kompostu III (Wm+TjG). Świadczy to o postępującym procesie rozkładu związków organicznych, głównie celulozy i ligniny, który w środowisku przeprowadzany jest przede wszystkim przez grzyby [Pilarski, Pilarska 2009]. Jeżeli chodzi o bakterie, to zaobserwowano wzrost ich liczby w dojrzewających kompostach z dodatkiem preparatu EM – kompost V i VI (rys. 2) oraz w kompoście z Wm+TjD. Spadek liczebności bakterii heterotroficznych w 2006 r. w kompostach z trocin sosnowych i osadu ściekowego można tłumaczyć wyczerpywaniem się łatwo przyswajalnych substancji organicznych, jak również negatywnym wpływem obecności garbników/tanin i żywic w trocinach sosnowych.

Field i Letting [1992], Scalbert [1991] oraz Kizil i in. [2001] wykazali, że obecność tanin i żywic hamuje wzrost mikroorganizmów oraz aktywność katalityczną niektórych enzymów, w tym enzymów celulolitycznych i lignolitycznych (głównie lakkazy). Za niskie tempo mineralizacji we wszystkich kompostach prawdopodobnie odpowiadają wysokie temperatury powietrza w latach 2005 i 2006 (tab. 3), które spowodowały nadmierne przesuszenie masy kompostowej. Mogło to bowiem prowadzić do zmniejszenia aktywności mikrobiologicznej w przyzmaczkach kompostowych.



**Rys.1.** Wpływ rodzaju odpadów na liczebność grzybów mikroskopowych w kompostach (różnymi literami oznaczono średnie różniące się istotnie w poszczególnych latach)

**Fig. 1.** Effect of wastes on the number of microscopical fungi in composts (mean significant differences are marked with different letters)



**Rys.2.** Wpływ rodzaju odpadów na liczebność bakterii w kompostach (różnymi literami oznaczono średnie różniące się istotnie)

**Fig. 2.** Effect of wastes on the number of bacteria in composts (mean significant differences are marked with different letters)

**Tabela 3.** Średnie miesięczne temperatury (°C) w 2005 i 2006 r.

**Table 3.** Monthly average of temperatures (°C) during the 2005 and 2006 years

Rok	Miesiąc												Średnia temperatura miesięczna
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2005	1,1	-3,1	0,7	8,9	13,9	16,4	20	17,3	15	8,9	2,9	-0,3	8,5
2006	-9,0	-3,1	-1,2	8,8	13,9	17,9	22,8	17,6	15,5	10,6	6,0	4,0	8,7

#### 4. WNIOSKI

1. Trociny drzew iglastych i liściastych poddane kompostowaniu ulegają powolnej mineralizacji. Siedmiomiesięczny okres kompostowania tych trocin jest zatem niewystarczający.
2. Liczba drobnoustrojów w procesie dojrzewania kompostów zależy od doboru komponentów kompostów.

#### PIŚMIENNICTWO

- BIAŁOBOK S. 1993. Jesion wyniosły – monografia z serii „Nasze drzewa leśne” (Bugala W., red.).
- BARZDAJN W. 1995. Biologia sosny zwyczajnej. Poznań-Kurnik.
- BŁASZCZYK J.K. 2007. Mikroorganizmy w ochronie środowiska . PWN, Warszawa.
- EILAND F., KLAMER M., LIND A-M., LETH M., BAATH E. 2001. Influence of initial C/N ratio on chemical and microbial composition during long term composting of straw. *Microb. Ecol.* 41: 272–280.
- FIELD J.A, LETTING G. 1992. Toxicity of tannic compounds to microorganisms. *Plant Polyphenols. Synthesis, Properties Significance.* R.W. Hemingway and P.E. Laks: 673–692.
- FILIPEK-MAZUR B., MAZUR K. 1996. Perspektywy i warunki rolniczej utylizacji osadów organicznych z biologicznej oczyszczalni ścieków Krakowskich Zakładów Garbarskich. *Mat. III Konf. Nauk.-Techn. Zagospodarowanie odpadów z rejonu Krakowa. Osieczany, 16–17.06.1996:* 157–162.
- KIZIL M. 2002. Antimicrobial Activity of Resins Obtained from the Roots and Stems of *Cedrus libani* and *Abies cilicia*. *Appl.Biochem. Microbiol.* 38:144–146.
- MAZUR T. 2000. Rolnicza utylizacja stałych odpadów organicznych. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.* 472: 507–516.
- PILARSKI K., PILARSKA A. 2009. Parametry procesu kompostowania. *Technika Roln. i Leśna.* 1: 23–24.
- NIEDŹWIECKI E., PROTASOWICKI M., NOWAK A., CZYŻ H., CIERESZKO W., MELLER E. 1999. Charakterystyka odpadów potartacznych w aspekcie możliwości ich zagospodarowania. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 200. *Agricultura* 77: 295–298.
- SCALBERT A.1991. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry* 30: 3875–3883.
- WIATER J. 2003. Następcze oddziaływanie odpadów organicznych na plonowanie pszenicy ozimej i jej skład chemiczny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 494: 525–532.