



## Czynniki wpływające na biologiczną aktywność kompostów

Barbara Stachowiak<sup>1</sup>, Krystyna Trojanowska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Fermentacji i Biosyntezy, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego

<sup>2</sup>Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego, Poznań

### Factors influencing biological activity of composts

#### Summary

Composts and their water extracts are often characterised by biological activity. These properties are not consistent, however. This review describes the factors influencing biological activity of composts and also presents a practical possibility of using composts in biological control diseases caused by plantpathogenes.

#### Key words:

composts, biocontrol, antagonistic microorganisms, biopreparations, plant pathogenes.

### 1. Wstęp

W ostatnich latach obserwowany jest dynamiczny rozwój badań związanych z produkcją i zastosowaniem preparatów biologicznie czynnych pochodzenia naturalnego w ochronie roślin przed chorobami i szkodnikami. Dużą uwagę poświęca się kompostom oraz otrzymanym z nich wodnym wyciągom. Udowodniono, że większość z nich skutecznie hamuje rozwój chorób roślin i może być wykorzystywana w biologicznej kontroli fitopato-genów (tab. 1).

Biologiczna aktywność kompostów jest synergistycznym efektem oddziaływania czynników biologicznych – mikroflory kompostowej i abiotycznych, związanych ze składem kompostowanej masy.

#### Adres do korespondencji

Barbara Stachowiak,  
Zakład Fermentacji  
i Biosyntezy,  
Instytut Technologii  
Żywności Pochodzenia  
Roślinnego,  
Akademia Rolnicza,  
ul. Wojska Polskiego 31,  
60-624 Poznań;  
e-mail:  
bstach@au.poznan.pl

Tabela 1

## Biologiczna aktywność kompostów w zwalczaniu fitopatogenów – przykłady

Rodzaj kompostowanego materiału	Zwalczany patogen	Źródło
osad browarniczy	<i>Pythium graminicola</i>	Craft i Nelson (1)
kora jodły jednobarwnej	<i>Phytophthora cinamoni</i> <i>Phytophthora fragariae</i> <i>Pythium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i>	Orlikowski (2)
osad ściekowy komercyjny kompost z kory	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i> <i>Pythium ultimu</i> <i>Verticillium dahliae</i> <i>Pyricularia oryzae</i> <i>Rhizoctonia solani</i>	Phae i Shoda (3)
słoma łubinów gorzkich, ekstrakt łubinowy, słoma gorczycy białej	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>F. poae</i> <i>F. culmorum</i> <i>F. roseum</i> <i>Trichothecium roseum</i> <i>Trichoderma viride</i> <i>Rhizoctonia solani</i>	Gulewicz i Trojanowska (4)
mieszanka pojemnikowa (torfowo-perlita) wzbogacona 20% dodatkiem kompostu z odpadów warzywno-owocowo-ogrodowych	<i>Rhizoctonia solani</i>	Tuitert i in. (5)
obornik koński, obornik bydły, melasa, gips	<i>Botrytis cinerea</i>	Urban i Tränkner (6)

## 2. Antagonistyczne mikroorganizmy

W przeważającej większości biologiczna aktywność kompostów jest związana z mikroorganizmami glebowymi, dla których kompostowana substancja organiczna, np. w postaci przymy stanowi doskonałe środowisko rozwoju, bogate w składniki pokarmowe.

W prowadzonych przez nas badaniach nad biologiczną aktywnością kompostów otrzymanych ze słomy łubinów gorzkich wyizolowano grupę bakterii z rodzaju *Bacillus* wykazujących oddziaływanie fungistatyczne wobec wybranych patogenów roślin (4). Najbardziej aktywne szczepy należały do gatunków *B. coagulans* i *B. circulans* i hamowały rozwój grzybów z rodzajów *Fusarium*, *Trichothecium*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*, *Bipolaris* (7). Również inni autorzy donoszą, że drobnoustroje izolowane z kompostów charakteryzują się antagonistyczną aktywnością i są identyfikowane jako czynniki biokontroli. Najczęściej wymieniane to *Bacillus* spp., *Enterobacter* spp., *Flavobacterium balustinum* 299, *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., *Gliocladium viciens* (8-11). W badaniach prowadzonych w różnych jednostkach naukowych wykazano, że komposty poddane sterylizacji przez autoklawowanie lub działanie promieni jonizujących nie wykazywały żadnej lub tylko niewielkie oddziaływanie antagonistyczne (1,3,9).

Za aktywność biologiczną kompostów odpowiedzialne są różnorodne mechanizmy oparte najczęściej na współzawodnictwie o składniki pokarmowe pomiędzy patogenami a antagonistycznymi mikroorganizmami, produkcji antybiotyków, nadparazytnictwie i indukcji oporności systemicznej w gospodarzu-roślinie (12,13). Stwierdzono, że rozwój niektórych patogenów roślinnych, np. *Phytophthora* spp. i *Pythium* spp. jest zawsze hamowany przez komposty (10,14). Jest to supresja podstawowa, ponieważ wiele rodzajów mikroorganizmów obecnych w kompoście może ograniczać lub eliminować rozwój tych grzybów. Natomiast mechanizm zwalczania *Rhizoctonia solani* różni się od wymienionego, ponieważ jedynie ograniczona liczba drobnoustrojów jest zdolna zahamować wzrost tego patogena. Jest to supresja specyficzna. Wymaga ona współpracy różnych grup mikroorganizmów, np. pasożytniczych grzybów *Trichoderma* spp. i mykolitycznych szczepów bakteryjnych (12,13).

### 3. Skład chemiczny kompostowanej masy

Wielu naukowców podkreśla, że skład kompostowanej masy wywiera ogromny wpływ na rodzaj mikroorganizmów zdolnych do jej zasiedlenia (9,12,13). Rodzaj kompostowanego materiału może wpływać na powstawanie oporności systemicznej w roślinie. Takiego zdania są Kim i in. (15), którzy stosowali różne komposty w kontroli zgnilizny korzenia i wierzchołka papryki wywoływanej przez *Phytophthora capsici*. Wprowadzali oni do gleby m.in. pancerzyki krabów, odpady miejskie, skorupki i nasiona orzeszków ziemnych, odpady podwórkowe i wióry drzewne oraz pokrywali korzenie rośliny zawiesiną chitozanu. Największą redukcję zakresu choroby uzyskali stosując chitozan i pancerzyki krabów. Autorzy tłumaczą to tym, że chitozan (zdeacetylowana forma chityny) i pancerzyki krabów (zawierające chitynę) sprzyjają produkcji chitozanyzy i chitynazy. Pomimo że ściana komórkowa *P. capsici* nie zawiera chityny (16), to jednak podczas zainfekowania papryki tym patogenem stwierdzono produkcję i akumulację tego enzymu oraz  $\beta$ -1,3-glukanazy w roślinie. Autorzy uważają, że obronna reakcja rośliny polega na produkcji oksydazy, peroksydazy, akumulacji  $\beta$ -1,3-glukanazy, fenoli oraz synergistycznej aktywności  $\beta$ -1,3-glukanazy i chitynazy, a zatem w tym przypadku redukcja choroby nie jest wynikiem działania mikroflory kompostowej, lecz antymikrobiologiczną aktywnością rośliny wspomaganą przez skład chemiczny podłoża wzrostowego.

Również w prowadzonych przez nas badaniach nad optymalizacją fungistatycznego oddziaływania kompostów przygotowywanych na bazie słomy łubinów gorzkich stwierdzono, że skład kompostowanej masy wywierał istotny wpływ na zahamowanie wzrostu badanych grzybów wskaźnikowych w hodowlach *in vitro*. W doświadczeniach dokonaliśmy modyfikacji składu kompostowanej masy poprzez dodatek ekstraktu łubinowego stanowiącego produkt uboczny w procesie odgoryczania nasion łubinu gorzkiego na cele paszowe. Otrzymany w ten sposób ekstrakt jest bogaty w alkaloidy, które z reguły są postrzegane jako naturalne pestycydy i stano-

wią alternatywę dla pestycydów syntetycznych i produktów ich degradacji (17). Jednocześnie ekstrakt zawiera również przyswajalne przez drobnoustroje składniki pokarmowe: węglowodany, białka, aminokwasy, peptydy, sole mineralne. Na podstawie przeprowadzonego przez nas doświadczenia jednoznacznie wykazałyśmy, że dodatek ekstraktu łubinowego w niewielkiej ilości 2,5 i 5% do kompostu znacznie zwiększył jego antagonistyczne oddziaływanie na wzrost wybranych grzybów wskaźnikowych w hodowlach na płytkach. Natomiast komposty wzbogacone 10% dodatkiem ekstraktu charakteryzowały się bardzo niską aktywnością fungistatyczną, co sugeruje, że wysokie stężenie alkaloidów wpływa negatywnie na rozwój nie tylko drobnoustrojów patogennych, lecz również mikroorganizmów o potencjalnych właściwościach fungistatycznych rozwijających się w kompostach (18).

#### 4. Poziom rozkładu materii organicznej

Ważnym czynnikiem wpływającym na aktywność kompostów jest stopień ich dojrzałości. Stwierdzili to Tuitert i in. (5) badając możliwość zahamowania rozwoju zgnilizny sadzonek drzewek owocowych wywoływanej przez *Rhizoctonia solani* na mieszkankach torfowo-perlitowych wzbogaconych 20% dodatkiem kompostów sporządzonych z odpadów owocowo-warzywno-ogrodowych. Do testów biologicznych użyto ogórek jako roślinę bardzo podatną na choroby wywoływane przez tego patogena. Komposty krótkodojrzewające – 1 miesiąc – stymulowały wzrost *R. solani* i rozwój choroby. Natomiast długo dojrzewające – 5-7 – miesięcy, wykazywały silne zahamowanie rozwoju patogena na ogórku, nawet do 70%. Wyniki te są zgodne z wcześniejszymi pracami prowadzonymi m.in. przez Crafta i Nelsona (1), którzy również stwierdzili, że aktywność kompostów wzrasta wraz z „wiekiem”. Jest to bardzo ściśle związane z poziomem rozkładu materii organicznej. Świeża, **nierozłożona** masa organiczna jest bogatym źródłem łatwo przyswajalnych składników odżywczych, stąd też w początkowej fazie kompostowania mechanizmy biokontroli nie zostają uruchomione, ponieważ zarówno patogen jak i antagonistę egzystują jako saprofitę. De la Cruz i in. (19) podają, że synteza litycznych enzymów przez *Trichoderma* spp. związana z jego pasożytniczym charakterem w stosunku do *Rhizoctonia solani* jest tłumiona w świeżych kompostach z powodu wysokiej koncentracji glukozy. Ten sam proces może mieć miejsce w przypadku produkcji antybiotyków, które również odgrywają ważną rolę w biokontroli (12). Stąd świeża masa kompostowa nie tylko nie ogranicza rozwoju patogenów, lecz może wręcz stanowić źródło infekcji.

Jednakże nadmiernie rozłożona materia organiczna, w której dominują składniki mineralne i związki humusowe, nie „podtrzymuje” aktywności mikroflory antagonistycznej, stąd zahamowanie rozwoju chorób z udziałem kompostów nie daje rezultatów i mogą się one rozwijać tak samo jak w wysoko zmineralizowanych glebach (20).

Uważa się, że większość kompostów jest aktywna po fazie mezofilnej procesu kompostowania, kiedy masa organiczna zostaje ponownie zasiedlona przez mikroorganizmy mezofilne, przy czym komposty produkowane w warunkach naturalnych np. w polu, blisko lasu, są bardziej skuteczne w zwalczaniu roślinnych patogenów, niż te same komposty produkowane w systemach zbiornikowych. Jest to spowodowane tym, że środowisko naturalne jest zasobne w różnorodne gatunki mikroorganizmów identyfikowanych jako czynniki biokontroli, które mogą zasiedlić kompost po krytycznej fazie gorąca (12,13).

## 5. Wodne wyciągi z kompostów

Wyciągi z kompostów są najczęściej przygotowywane poprzez moczenie dojrzałych kompostów w wodzie przez 7-10 dni.

Podczas ostatnich dziesięciu lat opublikowano wiele prac na temat kontroli chorób nadziemnych części roślin, wykorzystując wyciągi (ekstrakty) z kompostów. Dużo uwagi temu zagadnieniu poświęcił Weltzien (21). Autor wykazał, że wyciągi z różnych kompostów, w tym z oborników końskiego, bydłęcego, koziego i świńskiego chroniły wiele gatunków roślin przed grzybami powodującymi mączniaki prawdziwe, zarazę ziemniaczaną i szarą pleśń. **Również wyciąg z wermikompostu, tj. kompostu przygotowanego z udziałem dżdżownic z gatunku *Eisenia fetida*, okazał się skuteczny w hamowaniu rozwoju *Phytophthora nicotianae*, *P. cinnamomi*, *P. cryptogea* (22), a zastosowanie biopreparatu Antifung produkowanego na bazie tego wermikompostu w stężeniu 25 i 50% istotnie ograniczało rozwój fytoftorazy na cyprysiku Lawsona, który rósł w podłożu zakażonym przez *P. cinamomi* (23).**

Urban i Tränkner (6) obserwowali skuteczność fermentowanych wyciągów wodnych z jednorocznych kompostów z obornika bydłęcego i końskiego w zwalczaniu *Botrytis cinerea*, a także stwierdzili, że brak fermentacji silnie obniża jego antagoniistyczne oddziaływanie.

Inhibicyjny wpływ wyciągów na patogeny autorzy tłumaczą ich bezpośrednim oddziaływaniem na kiełkowanie zarodników, wzrost strzępek kiełkowych oraz indukcję oporności u roślin (23). Opryskiwanie roślin wyciągiem z kompostu powoduje, że oprócz składników pokarmowych nanosi się także na ich powierzchnię mikroorganizmy rozwijające się podczas kompostowania m.in. bakterie z rodzajów *Bacillus*, *Pseudomonas*, drożdże, grzyby identyfikowane jako czynniki biokontroli, których aktywność wyzwała mechanizmy hamujące rozwój patogenów (24).

## 6. Perspektywy praktycznego wykorzystania kompostów

Komposty stanowią źródło makro- i mikroelementów oraz próchnicy (związków humusowych), które przyczyniają się do poprawy struktury, wodochłonności i uro-

dzajności gleb. Dodatkowo wzbogacają podłoże w pożyteczne mikroorganizmy, których metabolizm związany jest z uruchomieniem mechanizmów biokontroli odpowiedzialnych za redukcję chorób wywoływanych przez fitopatogeny.

Komposty muszą posiadać jednak odpowiednią jakość, by mogły być stosowane w biologicznej ochronie (25). Jednym z podstawowych czynników ograniczających ich komercyjne użycie jest brak stabilnych cech (12). Właściwą jakość gotowego kompostu można zapewnić ustalając stałe warunki procesu kompostowania i monitorując proces technologiczny (tab. 2). Do tego celu rekomendowane są trzy procedury:

- 1) ocena metabolicznej aktywności poprzez pomiar ilości wydzielonego CO<sub>2</sub>,
- 2) ocena oddychania poprzez pomiar ilości pobranego O<sub>2</sub>,
- 3) ocena przebiegu zmian temperatury.

Dodatkowo, dla dojrzałych kompostów powinien być przeprowadzony test biologiczny, który polega, np. na wyznaczeniu indeksu kiełkowania gorczycy (26).

Tabela 2

## Podstawowe testy do oceny jakości kompostów (26)

Fizyczne	Biologiczne	Chemiczne
temperatura/produkcja ciepła	mikrobiologiczne	zawartość tlenu
kolor	oddychanie (aktywność)	zapotrzebowanie na tlen
zapach	parametry biochemiczne	stosunek C/N
rozkład materii organicznej	testy roślinne (np. indeks kiełkowania gorczycy)	pH
		wymiana kationów
		objętość
		rodzaje azotu i innych specyficznych jonów
		parametry humifikacji

Opierając się na tych parametrach można kontrolować również poziom dekompozycji materii organicznej, co jest bardzo ważne w przypadku kompostów stosowanych do kontroli chorób roślinnych. Obecnie w sprzedaży znajdują się podłoża zawierające w swoim składzie kompostowaną korę sosny, która skutecznie hamuje rozwój patogenów grzybowych. Są one stosowane głównie w uprawie roślin ozdobnych.

Jednocześnie przemysł coraz bardziej zdaje sobie sprawę, że komposty stanowią idealną bazę żywnościową dla masowej produkcji mikroflory aktywnej w biologicznej ochronie (czynników biokontroli). Wprowadzenie pożytecznych mikroorganizmów do gleby poprzez zaprawianie nasion często nie jest skuteczne z powodu niskiej jakości łatwo przyswajalnej substancji pokarmowej w glebie. Celowe szczepienie kompostów czynnikami biokontroli, tj. antagonistycznymi mikroorganizmami jest procedurą, która musi być rozwijana na skalę przemysłową, aby zapewnić kompostom stałą zdolność hamowania rozwoju chorób wywoływanych przez różne patogeny roślinne (11-13,27).

## Literatura

1. Craft C. M., Nelson E. B., (1996), *Environ. Microbiol.*, 62(5), 1550-1557.
2. Orlikowski L. B., (1995), *Hasło Ogrodnicze*, 3, 24-25.
3. Phae C.-G., Shoda M., (1990), *J. Ferment. Bioengin.*, 70(6), 409-414.
4. Gulewicz K., Trojanowska K., (1995), *Sci. Legumes*, 2, 141-148.
5. Tuitert G., Szczech M., Bollen G. J., (1998), *Phytopath.*, 88(8), 764-773.
6. Urban J., Tränkner A., (1993), *Bull. IOBC/WPRS, Biological control of diseases*, 16(11), 8-11.
7. Trojanowska K., Gulewicz K., Stachowiak B., (1997), *Mat. konf. „Łubin we współczesnym rolnictwie”*, Olsztyn-Kortowo, 25-27.09, 257-263.
8. Chung Y. R., Hoitink H. A. J., (1990), *Phytopath.*, 80, 73-77.
9. Hadar Y. I., Gorodecki B., (1991), *Soil Biol. Biochem.*, 23, 303-306.
10. Hardy G. E. St. J., Sivasithamparam K., (1991), *Austr. J. Bot.*, 39, 153-159.
11. Phae C.-G., Sasaki M., Shoda M., Kubota H., (1990), *Soil Sci. Nutr.*, 36(4), 575-586.
12. Hoitink H. A. J., Stone A. G., Han D. Y., (1997), *Hort Sci.*, 32(2), 184-187.
13. Hoitink H. A. J., Zhang W., Han D. Y., Dick W. A., (1997), *Biocycle*, 4, 40-42.
14. Boehm M. J., Madden L. V., Hoitink H. A. J., (1993), *Appl. Environ. Microbiol.*, 59, 4171-4179.
15. Kim K. D., Niemec S., Musson G., (1997), *Crop Protect.*, 16(2), 165-172.
16. Hwang B. K., Kim C. H., (1995), *Plant Dis.*, 79, 221-227.
17. Muzquiz., Burbano C., Pedrosa M. M., Folkman W., Gulewicz K., (1997), *Mat. konf. „Łubin we współczesnym rolnictwie”*, Olsztyn-Kortowo, 1, 229-240.
18. Stachowiak B., Trojanowska K., Czaczyk K., Gulewicz K., (1999), 9<sup>th</sup> International Lupin Conference, Klink/Müritz, 21-25.
19. de la Cruz J., Pintor-Toro J. A., Benitez T., Llobell A., (1995), *J. Bacteriol.*, 177, 1864-1871.
20. Workneh F., van Bruggen A. H. C., Drinkwater L. E., Sherman C., (1993), *Phytopath.*, 83, 581-589.
21. Weltzien H. C., (1992), *Biocontrol of foliar fungal diseases with compost extracts*, in: *Microbial ecology of leaves*, Eds. Andrews J.H. i Hirani S., Springer Verlag, New York, 403-450.
22. Szczech M., (1995), *Mat. konf. „Biological control of soil-borne and post-harvest pathogens”*, Skiernewice, (04. 20-21), 83-86.
23. Orlikowski L. B., Skrzypczak C., (1997), *Postępy w Ochr. Roślin*, 37(1), 151-155.
24. Elad Y., (1993), *Bull. IOBC/WPRS, Biological control of diseases*, 16(11), 3-7.
25. Inbar Y., Chen Y., Hadar Y., (1993), *J. Environ. Qual.*, 22, 857-863.
26. Switzenbaum M. S., Moss L. H., Epstein E., Pincince A. B., Donovan J. F., (1997), *J. Environm. Engin.*, 123(12), 1178-1184.
27. Grebus M. E., Feldman K. A., Musselman C. A., Hoitink H. A. J., (1993), *Phytopath.*, 83, 1406.