
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 10

ISSN 1899-3230

Rok V

Warszawa–Opole 2012

*EWELINA PIECYK**
*DOROTA ANDERS***

Metodyka badań kompostu z odpadów jako stymulatora wzrostu roślin

Słowa kluczowe: stymulator wzrostu, fitohormony, kompostowanie.

W pracy przedstawiono metodykę badań odpadów organicznych użytych do procesu kompostowania oraz dojrzałego kompostu w aspekcie wykorzystania go jako stymulatora wzrostu roślin uprawnych. Regulatory wzrostu w ogólnym ujęciu to takie związki organiczne, które zwiększają lub hamują procesy wzrostu i rozwoju roślin. Z dostępnych danych literaturowych [7–8] wynika, że głównymi „wytwórcami” endogennych stymulatorów wzrostów są fitohormony. Na uwagę zasługuje to, że fitohormony będą zawarte w obumarłych częściach roślin i innych odpadach pochodzenia roślinnego poddawanych procesowi rozkładu tlenowego poprzez kompostowanie [16]. Badanie zawartości fitohormonów zarówno w odpadach roślinnych poddawanych procesowi kompostowania, jak również fitohormonów, które pozostaną w dojrzałym kompoście po przebiegu całego procesu obróbki tlenowej, umożliwi wykorzystanie kompostu nie tylko jako nawozu organicznego i środka poprawiającego właściwości gleby, ale także jako medium mającego dodatni wpływ na procesy wzrostu oraz rozwoju roślin.

W prowadzonych badaniach doświadczalnych uwaga została skupiona na wyborze fitohormonów i obserwacji ich zawartości podczas procesu kompostowania, który prowadzony jest w kompostowni w Żywcu działającej według technologii Herhof z wykorzystaniem bioreaktora, by zapewnić intensywny rozkład substancji organicznej. W procesie wykorzystuje się zarówno odpady biodegradowalne pochodzące z gospodarstw domowych, jak i odpady zielone z pielęgnacji terenów zielonych.

1. Wstęp

Ważnym aspektem w zakresie racjonalnego gospodarowania glebami oraz poprawiania ich stanu jest wykorzystywanie naturalnych i organicznych środków do nawożenia roślin [1]. Na uwagę zasługuje coraz większe wyjaławienie gleby.

* Mgr inż., Politechnika Opolska.

** Dr, Politechnika Opolska.

Przyczyną jest rzadsze stosowanie nawozów pochodzenia organicznego takich jak kompost.

Czynniki degradacyjne gleby podzielono na dwa rodzaje [2]:

- chemiczne i fizykochemiczne, np. zubożenie zasobów próchnicy oraz składników pokarmowych,
- biologiczne, np. przeszkody związane z obiegiem składników pokarmowych.

Wynikiem takiego stanu rzeczy może być całkowite pozbawienie gleb naturalnych substancji poprawiających ich właściwości. Prawdopodobnie dobrym rozwiązaniem będzie wykorzystanie kompostu jako naturalnego stymulatora wzrostu roślin. W ostatnich latach zauważa się wzrost zainteresowania stymulatorami (regulatorami) wzrostu roślin. Wiąże się to z odkrywaniem coraz to nowszych związków, które wpływają pozytywnie bądź negatywnie na rośliny [7]. Według Environmental Protection Agency (Agencji Ochrony Środowiska) regulatorami wzrostu mogą być „wszelkie substancje lub mieszaniny substancji przeznaczonych do fizjologicznych działań, w celu przyspieszenia lub opóźnienia tempa wzrostu lub dojrzewania, lub w inny sposób mogące zmienić zachowanie roślin lub ich produktów. Ponadto, regulatory wzrostu roślin charakteryzują się zastosowaniem niskich stężeń; zastosowanie wysokiego stężenia tych samych związków często uważane są za chwastobójcze” [12].

Regulatorami wzrostu roślin są hormony roślinne (fitohormony), będące drobnocząsteczkowymi substancjami. Fitohormony są wytwarzane w różnych częściach roślin, a ich działanie związane jest z poszczególnymi stadiami życia rośliny [9]. Do hormonów pobudzających rozwój rośliny należą auksyny, gibbereliny oraz cytokininy.

Z opracowań literaturowych [10] wynika, że regulatory wzrostu są coraz bardziej rozpowszechniane w rolnictwie, ogrodnictwie oraz leśnictwie. Znajdują również zastosowanie jako dodatek do nawozów. Przykładami są związki przedstawione w *Programie ochrony roślin sadowniczych na 2012 rok* oraz *Programie ochrony roślin warzywnych na 2012 rok* [13–14]. Dodatkowo prowadzone są badania nad wpływem poszczególnych regulatorów wzrostu na wybrane gatunki roślin [3–4, 11, 15].

Hormony roślinne uczestniczą we wszelkich procesach zachodzących podczas całego życia i w zależności od stężenia mogą pobudzać lub hamować ich wzrost. Fitohormony wpływają głównie na [5, 9, 17]:

- udziały w tworzeniu zawiązków korzeniowych,
- podziały komórkowe,
- ruchy roślin (tropizmy),
- szybkość wzrostu,

- pobudzanie powstania pąków bocznych,
- zahamowania w procesach starzenia się organów i tkanek roślinnych,
- indykatory kiełkowania nasion,
- czynniki przerywające stan spoczynku pąków.

Każda roślina zawiera pięć hormonów wzrostu o wzajemnym oddziaływaniu na siebie, do których należą [7]:

- auksyny,
- gibereliny,
- cytokininy,
- kwas abscysynowy,
- etylen.

Niezależnie od tego podziału wśród regulatorów wzrostu (fitohormonów) można wyróżnić regulatory endogenne, tzn. wytwarzane w sposób naturalny przez same rośliny, oraz egzogenne, czyli wytwarzane sztucznie i wprowadzane do roślin jako syntetyczne preparaty.

Stymulatory wzrostu pochodzenia naturalnego oraz syntetycznego mają swoje zastosowania także w sporządzaniu następujących pożywek *in vitro* [6]:

- auksyny naturalnej (kwas indolilo-3-octowy, kwas indolilo-3-masłowy, kwas fenylloctowy),
- auksyny syntetycznej (kwas naftyli-1-octowy, kwas 2,4-dichlorofenoksyoctowy, kwas 2-metoksy-3,6-dichlorobenzoesowy, kwas 4-amino-3,5,6-trichloropikoli-nowy),
- cytokininy naturalnej (zeatyna, 6(γ , γ -dimetyloalliloamino)puryna),
- cytokininy syntetycznej (benzyloaminopuryna, tetrahydropiranylobenzyloadenina, tidiazuron),
- gibereliny (kwas giberelinowy),
- kwasu abscysynowego (inhibitor wzrostu).

Biolodzy ustawicznie odkrywają nowe hormony roślinne i cząsteczki sygnałowe o działaniu podobnym do hormonów. Wiele z tych cząsteczek uczestniczy w obronie roślin przed atakami organizmów chorobotwórczych i owadów, są to np. jasmonidy, brasynosteroidy czy kwas salicylowy [10].

2. Cel i zakres badań

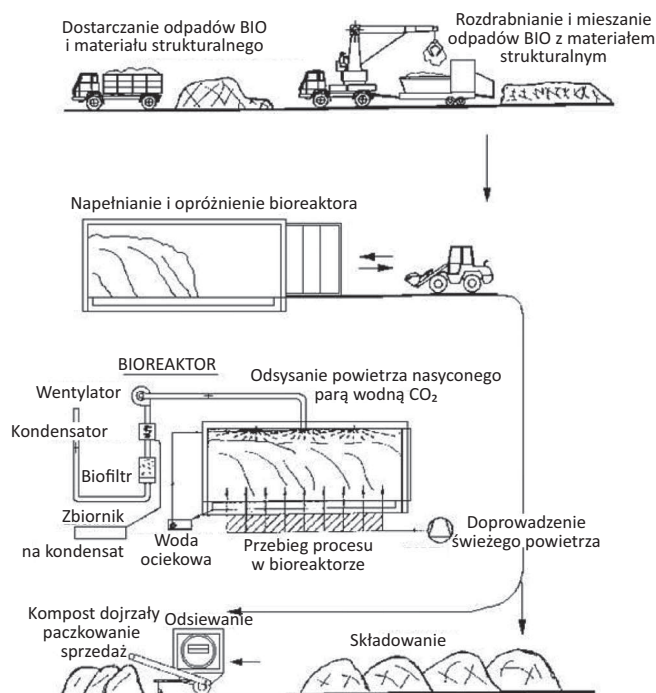
Celem badań było zaproponowanie właściwej metodyki badań, aby określić możliwości wykorzystania dojrzałego kompostu z odpadów organicznych jako stymulatora wzrostu roślin.

Podczas badań dotyczących procesu kompostowania zwraca się główną uwagę na zawartość potencjalnych składników pokarmowych dla roślin. Rzadko wykonuje się analizę poziomu naturalnych stymulatorów mogących wpływać na szybkość przyswajania makroskładników [16].

Zakres badań obejmował przygotowanie doświadczalnych mieszanek kompostowych, wykorzystanie kompostowania dwuetapowego oraz analizę chemiczną zawartości wybranych fitohormonów na różnych etapach dojrzewania mas kompostowych.

3. Miejsce prowadzenia badań

Badania prowadzone były w Zakładzie Gospodarki Odpadami Komunalnymi w Żywcu. W ich trakcie proces kompostowania przebiegał dwuetapowo. Pierwszym etapem był intensywny rozkład substancji organicznej, który prowadzony był w bioreaktorze działającym według technologii MUT-Herhof (ryc. 1).



Ryc. 1. Schemat technologiczny kompostowni typu Herhof [21]

W skład kompostowni wchodziły [20]:

– budynek kompostowni z bioreaktorem typ Herhof wraz z urządzeniami technologicznymi i zapleczem,

- wiata ze stanowiskami: magazynowania wsadu, magazynowania materiału strukturalnego, dojrzewania kompostu,
- plac magazynowania kompostu,
- kanalizacja deszczowa i sanitarna,
- wyposażenie technologiczne: ładowarka, rozdrabniarka oraz sito.

Kompostowanie w bioreaktorze sterowane było przez system komputerowy. Parametrami archiwizowanymi przez komputer były temperatura powietrza wychodzącego z bioreaktora oraz dwutlenek węgla. Pozwalało to na kontrolowanie dynamiki przebiegu całego procesu.

Drugi etap procesu kompostowania to dojrzewanie kompostowanej masy w pryzmach kompostowych. Cały proces był ściśle kontrolowany pod względem temperatury. Dodatkowo zalecało się przerzucanie i nawadnianie kompostowanej masy.

4. Metodyka badań

4.1. Odpady przeznaczone do procesu

Odpadami przeznaczonymi do kompostowania doświadczalnego były odpady pochodzące zarówno z pielęgnacji zieleni miejskiej, jak i odpady organiczne z gospodarstw domowych.

Do przeprowadzenia procesu kompostowania wykorzystano odpady pochodzące z selektywnej zbiórki odpadów organicznych. Zostały one zebrane z terenu miasta Żywiec. Wśród nich wyróżnić można:

- odpady organiczne z gospodarstw domowych (zebrane selektywnie),
- gałęzie drzew i krzewów,
- trawa, liście,
- inne odpady organiczne, np. z hurtowni warzywniczych.

4.2. Kompostowanie w bioreaktorze

Przed przeprowadzeniem doświadczalnego procesu kompostowania na pryzmie masa kompostowa przechodziła etap kompostowania w bioreaktorze typu Herhof. Czas kompostowania w bioreaktorze wynosił 7 dni. Na rycinie 2–3 przedstawiono obiekty kompostowni.



Fot. E. Piecyk.

Ryc. 2. Budynek bioreaktora typu Herhof w Żywcu



Fot. E. Piecyk.

Ryc. 3. Magazyn odpadów organicznych

Parametry technologiczne procesu kompostowania w bioreaktorze typu Herhof [20]:

- stosunek węgla do azotu (C:N) – $(25 \div 35):1$,
- porowatość kompostowanego materiału – 25–35%,
- zawartość wody w kompostowanym materiale – 55–65%,
- ciężar nasypowy wsadu – $450 \div 650 \text{ kg/m}^3$,
- straty technologiczne masy wsadu – 30–40%,
- ciężar nasypowy kompostu – $450 \div 550 \text{ kg/m}^3$,
- czas kompostowania w bioreaktorze – 7–11 dni.

Parametry techniczne bioreaktora typu Herhof [20]:

- wydajność – 1500–2000 Mg/rok,
- waga masy kompostowanej (wsadu do bioreaktora) – max. 40 Mg,
- czas pracy bioreaktora 50 tygodni/rok (50 wsadów),
- pojemność bioreaktora 60 m^3 .

4.3. Dojrzewanie kompostu w przyzmach

Po przeprowadzonym etapie kompostowania w bioreaktorze masa wsadowa została uformowana przy pomocy ładowarki w przyzmę trapezową o rozmiarach: wysokość – 180 cm, szerokość podstawy dolnej – 200 cm, szerokość wierzchołkowej – 130 cm, długość – 600 cm.



Fot. E. Piecyk.

Ryc. 4. Pryzma kompostowa

Przez cały proces dojrzewania kompostu na przyzmach kompostowych monitoringowi podlegają dwa parametry: temperatura i wilgotność. Za wskaźnik określający dojrzałość kompostu przyjęto temperaturę [1].

Na rycinach 4–6 pokazano przyzmy kompostowe i pomiar temperatury przy użyciu termometru elektronicznego.



Fot. E. Piecyk.

Ryc. 5. Pomiar temperatury pryzmy – sonda termometru



Fot. E. Piecyk.

Ryc. 6. Pomiar temperatury – czytnik termometru

4.4. Badania zawartości hormonów roślinnych

Zawartość hormonów roślinnych, w szczególności kwasu giberelinowego oraz indolilo-3-octowego przebadana została w odpadach surowych przed utworzeniem mieszanek do kompostowania w bioreaktorze.

W celu uzyskania jak najbardziej wiarygodnych informacji odnośnie do zawartości fitohormonów w kompostowanej masie organicznej do poboru próbek wykorzystano technikę przemiennego sypania dwóch stożków [18]. Do określenia zawartości fitohormonów wykorzystano metodę chromatografii [19]. Polega ona na wyekstrahowaniu wcześniej przygotowanej próbki ciała stałego do fazy ciekłej. Kolejnym etapem była analiza ilościowa fitohormonów. W analizie fitohormonów zastosowano wysokosprawną chromatografię cieczową (HPLC). W zależności od siły oddziaływań cząsteczek z adsorbentem składniki mieszaniny przemieszczały się z różną szybkością ku dołowi kolumny. Pozwoliło to na określenie poszczególnych związków.

W trakcie dojrzewania kompostu na pryzmach kompostowych planuje się wykonanie analiz ilościowych kwasu indolilo-3-octowego oraz kwasu giberelinowego w określonych odstępach czasu. Do określenia tych odstępów posłużą wskazania temperaturowe przebiegu procesu odnoszące się do poszczególnych faz kompostowania:

- wzrostu temperatury,
- higienizacji,
- stabilizacji.

Badania zostaną zakończone określeniem zmiany poziomu fitohormonów w dojrzałym kompoście.

Drugim etapem badań będzie sprawdzenie w doświadczeniach polowych wykorzystania różnych mieszanek kompostowych jako stymulatorów wzrostu roślin uprawowych.

Do doświadczeń polowych przewiduje się wykorzystanie testowe roślin zbożowych. Dalszy wybór roślin testowych będzie uzależniony od wyników badań fizykochemicznych oraz chemicznych dojrzałych kompostów.

5. Podsumowanie

Zaproponowana metodyka badań kompostów jako stymulatorów wzrostu roślin umożliwi podjęcie decyzji dotyczącej możliwości zastosowania kompostów w rolnictwie. Zagadnienie to wydaje się być ważne zarówno z punktu widzenia gospodarki odpadami i odzysku odpadów biodegradowalnych poprzez recykling organiczny, jak i ze względów rolniczych szeroko pojętej uprawy roślin, a także z powodów ekonomicznych*.

* Cytowaną literaturę zamieszczono po tłumaczeniu artykułu w języku niemieckim.