MECHANIKA
CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS
MECHANICS
WYDAWNICTWO POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ
1-M/2009
ZESZYT 3
ROK 106
ISSUE 3
YEAR 106

WANDA SIKORSKA*, JOANNA RYDZ*, MICHAŁ SOBOTA*, PIOTR DACKO*, MAREK KOWALCZUK*, WIESŁAW PARADYSZ**

RECYKLING MATERIAŁÓW OPAKOWANIOWYCH W WARUNKACH KOMPOSTOWANIA PRZEMYSŁOWEGO

RECYCLING OF PACKAGING MATERIALS UNDER INDUSTRIAL COMPOSTING CONDITION

S t r e s z c z e n i e

W pracy przedstawiono wyniki badań degradacji wybranych syntetycznych materiałów polimerowych zawierających poli(L-laktyd) (PLLA) oraz kopoliester alifatyczno-aromatyczny (BTA) w warunkach kompostowania przemysłowego. Przebieg degradacji śledzono badając zmiany masy cząsteczkowej próbek (techniką GPC) oraz makroskopowe zmiany ich powierzchni. Dla wszystkich badanych próbek stwierdzono obniżenie masy cząsteczkowej oraz znaczną dezintegrację materiału polimerowego, co potwierdza jego podatność na proces kompostowania.

Słowa kluczowe: Polilaktyd, poliester alifatyczno-aromatyczny: BTA, kompost przemysłowy, degradacja

A b s t r a c t

We present the results of the degradation studies of selected synthetic polymeric materials containing poly(L-lactide) (PLLA) and aliphatic-aromatic copolyester (BTA) under industrial composting conditions. The course of the degradation was monitored *via* measurements of molecular weight changes by GPC technique and macroscopic observations of the sample surfaces. It has been found, that the molecular weight loss and substantial disintegration was observed for all investigated polymeric materials. The obtained results confirmed that all polymeric materials are compostable.

Keywords: Polylactide, aliphatic-aromatic copolyester: BTA, industrial composting pile, degradation

* Dr inż. Wanda Sikorska, dr Joanna Rydz, mgr Michał Sobota, dr Piotr Dacko, doc. dr hab. inż. Marek Kowalczuk, PAN, Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych, Zabrze.
** Mg inż. Wiesław Paradysz, Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o., Zakład Segregacji i Kompostowni, Zabrze.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

1. Wstęp

Obserwowany, w ostatnich latach rozwój nowych technologii produkcji polimerów biodegradowalnych celem poprawy konkurencyjności tego rodzaju tworzyw na rynku opiera się głównie o surowce odnawialne [1]. Spośród biodegradowalnych materiałów polimerowych, otrzymywanych z surowców odnawialnych, na szczególną uwagę zasługują naturalne poliestry alifatyczne (biopoliestry, PHA) oraz poli(L-laktyd) (PLLA). Doskonała biozgodność PLLA z tkanką ludzką, zarówno *in vitro* jak i *in vivo* umożliwia jego zastosowanie w wielu aplikacjach medycznych takich jak biomateriały dla inżynierii tkankowej czy systemy kontrolowanego uwalniania leków. Ponadto duże zainteresowanie PLLA spowodowane jest jego doskonałymi właściwościami materiałowymi i mechanicznymi, stąd znaczna ilość jego potencjalnych zastosowań w wielu różnych gałęziach przemysłu, w tym również opakowaniowym, między innymi do produkcji ulegających recyklingowi organicznemu opakowań żywności. [2] Równolegle z rozwojem nowych technologii produkcji polimerów biodegradowalnych wdrażane są systemy organizacyjno-prawne, obejmujące zarówno odpowiedzialność (również finansową) poszczególnych „ogniw łańcucha opakowaniowego" za powstawanie odpadów, jak i systemu ich odbioru (np. obowiązek odzysku związany z opłatami recyklingowymi i produktowymi). Powinno to częściowo zrekompensować wciąż zbyt wysokie ceny materiałów opakowaniowych z polimerów biodegradowalnych, otrzymywanych z surowców odnawialnych. Ponadto wyroby wykonane z tworzyw biodegradowalnych po okresie użytkowania podlegają recyklingowi organicznemu, co znacznie obniża obciążenie środowiska zużytymi opakowaniami i pozwala na ich racjonalną utylizację w wyniku kompostowania przemysłowego zgodnie z nowymi trendami w dziedzinie gospodarki tego typu odpadami [3]. Kontrolowany rozkład biologiczny tworzących takie opakowania biodegradowalnych materiałów polimerowych prowadzi do wytworzenia produktów bezpiecznych i przyjaznych dla środowiska oraz życia i zdrowia ludzi, co z kolei umożliwia ich degradację wraz z odpadkami z gospodarstw domowych. Spośród ulegających biodegradacji, szczególnie w warunkach kompostowania przemysłowego poliestrów, których procesy degradacji były ostatnio badane należy obok PLLA zwrócić także uwagę na alifatyczno-aromatyczny kopoliester kwasu tereftalowego, adypinowego i 1,4-butano diolu (BTA), produkt o handlowej nazwie Ecoflex®. Wyniki tych prac wskazują, że w określonych warunkach środowisk takich jak osad czynny, woda morska czy kompost przemysłowy degradacja poliestrów może zachodzić na drodze hydrolizy jak również w obecności specyficznych mikroorganizmów takich jak bakterie lub grzyby. [4-6]

Miasto Zabrze jako jedno z nielicznych w Polsce wprowadziło system segregacji odpadów u źródła i stworzyło niezbędną infrastrukturę do odbioru wysegregowanych odpadów, odzysku surowców wtórnych i kompostowania wysegregowanych odpadów organicznych metodą w pryzmach lub w kontenerach. Wdrażany, pilotażowy program selektywnej zbiórki i kompostowania odpadów kuchennych z zastosowaniem biodegradowalnych worków jest jedynym tego rodzaju działaniem w skali kraju. Zastosowanie worków biodegradowalnych do odbioru organicznych odpadów kuchennych zmniejsza zarówno ilość worków z tworzyw sztucznych trafiających na składowisko odpadów, jak i uciążliwość zbiórki tych odpadów, poprawia jakość surowca trafiającego do procesu kompostowania, spełniając jednocześnie dyrektywy Unii Europejskiej stanowiące o ograniczaniu odpadów organicznych kierowanych na składowisko odpadów.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

2. Część eksperymentalna

Celem prowadzonych badań było ustalenie możliwości recyklingu organicznego wybranych syntetycznych materiałów polimerowych zawierających PLLA oraz BTA. Stanowisko badawcze, na terenie Stacji Segregacji Surowców Wtórnych i Kompostowni Odpadów Organicznych w Zabrzu stanowił wydzielony fragment pryzmy zawierającej 40% liści, 30% zrąbków drzewnych oraz 30% trawy (rys. 1A) lub urządzenie kompostujące (system kontenerów, rys. 1B). Wsad w kontenerze stanowiły trawa (23%), zrąbki (22%), liście (18%) oraz pochodzące z selektywnej zbiórki (z zastosowaniem biodegradowalnych worków z dodatkiem skrobi) organiczne odpady kuchenne (37%). Badane próbki (w specjalnie zaprojektowanych koszach ze stali nierdzewnej o wymiarach 68x20x21 cm) umieszczano na okres 6 tygodni na stanowisku badawczym, w średniej temperaturze 61°C i przy pH = 6,0. Postęp degradacji śledzono na podstawie zmian makroskopowych powierzchni próbek oraz zmian ich masy cząsteczkowej i polidyspersyjności (wyznaczonych metodą chromatografii żelowej, GPC).

Rys. 1. Stanowiska badawcze: pryzma (A) oraz system kontenerów (B)

Fig. 1. The composting pile (A) and containers system (B)

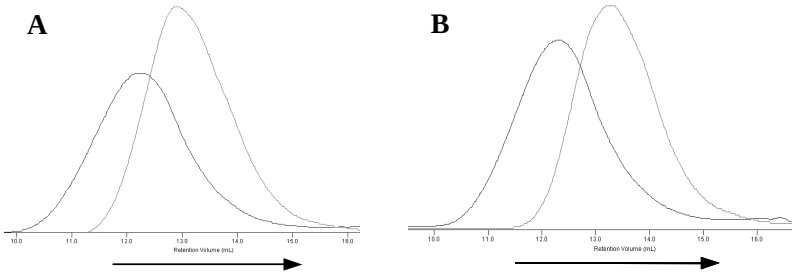
3. Rezultaty

Po 6 tygodniach inkubacji stwierdzono znaczącą dezintegrację próbek (rys. 2) oraz przesunięcie krzywych GPC w kierunku wartości niższych dla wszystkich badanych materiałów polimerowych (rys. 3).

Rys. 2. Makroskopowe zdjęcia wybranych materiałów polimerowych przed procesem degradacji (A), po 6 tygodniach inkubacji w kontenerze (B) oraz w pryzmie (C)

Fig. 2. Digital photographs of selected polymeric materials before degradation (A), after six-weeks degradation in container (B) and in industrial composting pile (C)

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ



Rys. 3. Zmiany masy cząsteczkowej wybranych materiałów polimerowych (A – Carrefour, B – BioPlaneta) po 6 tygodniach inkubacji w kontenerze

Fig. 3. Molecular weight changes of selected polymeric materials (A – Carrefour, B – BioPlaneta) after six-weeks degradation in container

Uogólniając można stwierdzić, że obserwowane podczas degradacji w warunkach kompostowania przemysłowego zmiany mogą świadczyć o przebiegu w tym środowisku procesu degradacji hydrolitycznej.

Pracę wykonano w ramach projektu nr POIG.01.03.01-00-018/08 "Materiały opakowaniowe nowej generacji z tworzywa polimerowego ulegającego recyklingowi organicznemu", współfinansowanego przez UE z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Literatura

[1] Biodegradable Plastics: North America, Europe, Asia, Market-Technology Report PO119, New York, 2001.
[2] Zhang X., Espiritu M., Bilyk A., Kurniawan L., Polym. Degrad. Stab., 93, 1964 (2008).
[3] Żakowska H., *Recykling odpadów opakowaniowych*, COBRO, Warszawa, 2005.
[4] Adamus G., Dacko P., Musioł M., Sikorska W., Sobota M., Biczak R., Herman B., Rychter P., Krasowska K., Rutkowska M., Kowalczuk M., Polimery, 51, 539 (2006).
[5] Sikorska W., Dacko P., Sobota M., Rydz J., Musioł M., Kowalczuk M., Macromol. Symp. 272, 132 (2008).
[6] Dacko P., Rydz J., Sikorska W., Sobota M., Kowalczuk M., Problemy ekologii, 1, 39 (2008).

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ