

Streszczenie w języku polskim

Rozwój technologii w ostatnich dekadach przyczynił się do gwałtownego wzrostu produkcji materiałów polimerowych, które znalazły zastosowanie niemal w każdej dziedzinie życia – od przemysłu, przez transport, budownictwo, aż po ochronę zdrowia. Ze względu na specyfikę tych związków ich recykling jest ograniczony, ponieważ podczas kolejnych cykli tracą one swoje pierwotne właściwości. Brak efektywnych i ekologicznych metod utylizacji polimerów wymusza konieczność poszukiwania nowych rozwiązań.

Szczególnym rodzajem zanieczyszczenia są mikroplastiki – cząstki o rozmiarach od 1 μm do 5 mm, powstające w wyniku technologicznego wytwarzania lub rozpadu większych fragmentów tworzyw. Dzięki niewielkim rozmiarom mikroplastiki mogą migrować w organizmach żywych nawet na poziomie komórkowym, co stanowi zagrożenie zarówno dla środowiska, jak i zdrowia ludzkiego. Ich obecność zaburza procesy metaboliczne, funkcje reprodukcyjne oraz wpływa na układ odpornościowy.

Degradacja mikroplastików za pomocą mikroorganizmów jest przedmiotem intensywnych badań naukowych. Dotychczasowe analizy koncentrują się głównie na biodegradacji polimerów takich jak polietylen (PE) i polipropylen (PP) przez pojedyncze szczepy mikroorganizmów.

Niniejsza rozprawa obejmuje badania nad izolacją mikroorganizmów – bakterii i grzybów – zdolnych do degradacji wybranych polimerów: PE, PP, polichlorku winylu (PVC), polilaktydu (PLA) oraz poliwęglanu (PC). Mikroorganizmy wyizolowano z materiału glebowego ze składowiska odpadów, osadu ściekowego oraz wody rzecznej. Izolację przeprowadzono autorską metodą, która zakładała inkubację sterylnego materiału polimerowego jako jedynej źródła energii dla mikroorganizmów w próbce. Identyfikację szczepów wykonano z wykorzystaniem klasycznych metod molekularnych (m.in. izolacja DNA, PCR, elektroforeza) oraz bioinformatycznych (analiza sekwencji). Do oceny biodegradacji użyto spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), umożliwiającej identyfikację zmian w strukturze polimerów, szczególnie w obszarze grup karbonylowych ($>\text{C}=\text{O}$). Dodatkowo, zastosowano skaningową mikroskopię elektronową (SEM), aby obserwować zmiany powierzchni mikroplastików i obecność biofilmu. W przypadku prób inkubowanych z mikrobiomem bakteryjnym przeprowadzono również spektrofotometryczne oznaczenie ilości biofilmu. Ponadto przeprowadzona została analiza metagenomowa, co umożliwiło kompleksową ocenę różnorodności badanych mikrobiomów.

Wyniki badań potwierdziły zdolność wyizolowanych mikroorganizmów do biodegradacji wszystkich badanych polimerów. SEM wykazała różnice w powinowactwie mikroorganizmów do poszczególnych tworzyw. Analiza FTIR potwierdziła obecność grup karbonylowych w przypadku PVC, inkubowanego z materiałem glebowym i osadem ściekowym. Na widmach PE zaobserwowano z kolei formowanie się grup amidowych. Najmniejsze zmiany zaobserwowano dla PP, uznawanego za najbardziej odporny na biodegradację, choć odnotowano na jego powierzchni rozwinięty biofilm bakteryjny, a uzyskane widma potwierdziły rozpad długich łańcuchów polimerowych. W przypadku PLA i PC stwierdzono zmniejszenie ilości grup karbonylowych, co wskazuje na zaawansowanie procesu degradacji. Analiza metagenomowa potwierdziła hipotezę, że różnorodność mikrobiologiczna nie zawsze koreluje z efektywnością biodegradacji – kluczową rolę odgrywają szczepy związane z plastisferą.

Uzyskane wyniki potwierdzają skuteczność autorskiej metody izolacji i selekcji mikroorganizmów zdolnych do degradacji określonych polimerów, co otwiera nowe perspektywy w badaniach nad biodegradacją tworzyw sztucznych.