

Bakteryjne biopolimery – polihydroksyalkaniiany (PHA) na ratunek środowisku oraz medycynie

Katarzyna Haraźna¹, Małgorzata Witko¹, Andrzej J. Bojarski², Maciej Guzik¹

¹Institut Katalizy i Fyzykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN,
ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

²Institut Farmakologii im. Jerzego Maja PAN,
ul. Smętna 12, 31-343 Kraków

Tworzywa sztuczne oraz składające się z nich w głównej mierze polimery, bez wątpienia zrewolucjonizowały współczesny świat. Zastosowanie tworzyw sztucznych pozwoliło na sprawne zastąpienie używanych wcześniej materiałów konstrukcyjnych, opakowaniowych jak również tych stosowanych w medycynie. Bez wątpienia znacząco przyczyniło się to między innymi do poprawy jakości żywności jak i jakości systemu opieki zdrowotnej, poprzez możliwość użytkowania jednorazowego sprzętu medycznego [1]. Pierwsze wzmianki dotyczące problemów związanych z obecnością polimerowych odpadów w oceanach odnotowano w pracach pojawiających się na przełomie lat sześćdziesiątych oraz siedemdziesiątych XX wieku [2]. W XXI wieku wiemy już na pewno, że zakumulowanie tak dużej ilości niebiodegradowalnych polimerów jest poważnym globalnym problemem. Cierpią na tym całe ekosystemy czy to wodne czy lądowe. Dane dotyczące akumulacji tworzyw sztucznych w ekosystemach wodnych pokazują, że w samych oceanach oraz morzach znajduje się aż 5 miliardów ton „plastiku” [1]. Niezmiernie złą informacją jest fakt, że produkcja tworzyw sztucznych wcale nie zwalnia, a wręcz przeciwnie – wzrasta, osiągając w 2018 roku wielkość rzędu 359 mln ton [1]. Mogłoby wydawać się to zaskakujące, ze względu na fakt, że w XXI wieku poznano już wiele biopolimerów, które są zdolne do biodegradacji w środowisku naturalnym.



Rys. 1. „Plastikowe odpady” wyłowione z oceanu oraz te występujące na ulicach w czasach pandemii SARS-CoV-2 (źródło: <https://unsplash.com/>).

Wprowadzenie przez Unię Europejską dyrektyw związanych z gospodarką o obiegu zamkniętym oraz recyklingiem polimerowych odpadów było bardzo obiecującym posunięciem.

Jednak pod koniec 2019 r. wybuchła pandemia SARS-CoV-2, która ponownie wyróciła całą strategię zarządzania odpadami do góry nogami [1,3]. Chęć ochrony zdrowia ludzkiego podyktowała działania związane z zaniedbywaniem aspektów powiązanych z redukcją odpadów polimerowych. Światowe zapotrzebowanie na jednorazowe środki ochrony osobistej przedstawiono jako 129 miliardów maseczek oraz 65 miliardów rękawiczek miesięcznie [1]. Z uwagi na powyżej wspomniane fakty, warto jest zainteresować się alternatywnymi rozwiązaniami, w tym wykorzystywaniem biopolimerów pozyskiwanych zarówno ze środowiska naturalnego jak i tych produkowanych z wykorzystaniem procesów biotechnologicznych. Do ostatniej wspomnianej grupy biopolimerów możemy zaliczyć bakteryjne poliestry – poli(3-hydroksyalkaniany) (PHA).

PHA to biodegradowalne oraz biokompatybilne polimery, które w odpowiednich warunkach mogą być akumulowane przez liczne bakterie m.in. środowiskowe (*Pseudomonas putida*), patogenne (*Pseudomonas aeruginosa*) jak i te modyfikowane genetycznie. Możliwość

zastosowania różnych substratów w prowadzonych hodowlach bakteryjnych, różnych warunków hodowlanych

jak i zastosowanie odpowiedniej selekcji gatunków bakterii umożliwia otrzymanie polimerów charakteryzujących się odmiennymi właściwościami fizykochemicznymi. Obecnie odnotowano, że istnieje ponad 150 różnych polimerów PHA co sprawia, że poli(3-hydroksyalkaniany) są największą grupą naturalnych poliestrów. Dodatkowo niekwestionowaną zaletą przemawiającą za wykorzystywaniem poli(3-hydroksyalkanianów) jest możliwość wykorzystania jako substratów w produkcji tych polimerów odpadów z przemysłu zarówno spożywczego, rolnego jak i tych „plastikowych”. Jest to zgodne z założeniami dyrektyw Unii Europejskiej. Kolejnym argumentem przemawiającym za doskonałością polimerów PHA jest zarówno szybkość ich biodegradacji jak i mechanizm ich rozkładu, który prowadzi do powstawania nieszkodliwych produktów – wody oraz dwutlenku węgla [4].



Rys. 2. Przedstawiciel PHA poli(3-hydroksyoktanian) P(3HO)

KH dziękuje za stypendium naukowe w ramach projektu numer POWR.03.02.00-00-I013/16.

[1] Prata J. C. *et al.*, *COVID-19 pandemic repercussions on the use and management of plastics*, Environ. Sci. Technol. 54 (2020) 7760.

[2] <https://www.britannica.com/science/plastic-pollution>

[3] Silva A. P. *et al.*, *Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations*, Chem.Eng. J., 405 (2021) 126683.

[4] Guzik *et al.*, *Bioplastiki przyszłości – polimery zbudowane z hydroksykwasów w Biogospodarka*, Difin 2020, 391-453.