

БІОСИНТЕЗ ПОЛІГІДРОКСІАЛКАНОАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АГРОПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ У КОНЦЕПЦІЇ ІНТЕГРОВАНОЇ БІОПЕРЕРОБКИ

Ворожко Є. Ю.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
vorozhko126@gmail.com

Світова екологічна криза, що була спричинена мільйонами тонн нерозкладних нафтохімічних пластиків, наразі вимагає термінового впровадження біорозкладних альтернатив. Найбільш перспективними серед них є полігидроксіалканоати (РНА), зокрема полі-3-гідроксібутират (РНВ). Ці поліестери є внутрішньоклітинним запасом енергії для бактерій і можуть повністю біорозкладатися до вуглекислого газу і води. Але висока собівартість виробництва РНА/РНВ є головною перешкодою для їхньої комерціалізації. Згідно з аналізом літератури, зниження собівартості вимагає використання недорогих, відновлюваних агропромислових відходів та інтеграції інноваційних технологій і оптимізованого масштабування ферментації для підвищення виходу та якості продукту [1-3]. Використання лігноцелюлозної біомаси, наприклад, кукурудзяної соломи, вимагає розробки ефективних технологій попередньої обробки для вивільнення цукрів. У дослідженні [1] був застосований мікрохвильовий кислотний гідроліз, що дозволив скоротити час реакції і досягти високого виходу цукрів при мінімальній витраті кислоти. Критично важливим етапом після гідролізу є очищення та нейтралізація отриманої суміші, щоб зменшити шанси мікробного росту. Також було доведено ефективність застосування іонообмінних смол, які забезпечили необхідну десолінізацію та довели рН розчину до оптимального для подальшої ферментації. Наступний ключовий етап – оптимізація мікробного синтезу, оскільки накопичення РНВ/РНА відбувається в умовах надлишку вуглецю при обмеженні ключових поживних речовин, наприклад, азоту. Згідно з дослідженням [2], шляхом скринінгу було виявлено, що штами, як-от *Lactobacillus acidophilus*, здатні досягати високого виходу РНВ при культивуванні на фініковій мелясі, що підтверджує доцільність використання саме цього типу агровідходів. Для зниження витрат і підвищення надійності успішно застосовується змішана мікробна культура, збагачена з активного мулу, що усуває потребу в дорогих протоколах стерилізації. Важливим також є те, що перехід до промислових масштабів, вимагає оптимізації ферментативного обладнання. У процесі масштабування, проведеному авторами у дослідженні [3], було доведено, що біореактори з механічним перемішуванням значно покращує гідродинаміку порівняно з колбами. Таким чином, у біореакторі було досягнуто значно вищого виходу РНА від сухої маси клітин. При цьому кінцевий продукт був ідентифікований як кополімер РНВV, а не чистий РНВ, що є позитивним фактором, оскільки включення одиниць гідроксивалерата покращує механічні властивості полімеру, роблячи його більш придатним для пакувальних матеріалів. Таким чином, проведений аналіз досліджень підтверджує, що економічна доцільність та екологічна стійкість виробництва РНА досягається за рахунок інтеграції оптимізованих технологічних кроків на всьому ланцюгу біопереробки агропромислових відходів.

ЛІТЕРАТУРА

1. From Agri-Food Wastes to Polyhydroxyalkanoates through a Sustainable Process / F. Verdini et al. *Fermentation*. 2022. Vol. 8, no. 10. P. 556.
2. Enzyme Engineering Agro-Industrial Waste as Potential Renewable Feedstock for Biopolymer Poly-Hydroxyalkanoates (PHA) Production / Mayur Giridhar Naitam et al. *Enzyme Engineering*. 2022. Vol. 1.1, no. 190. P. 16.
3. Alyaa Hamieh, Zakia Olama, Hanafi Holail. Microbial production of polyhydroxybutyrate, a biodegradable plastic using agro-industrial waste products. *Full Length Research Paper*. 2013. Vol. 2. P. 54–64.