

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДЕКАРБОКСИЛАЗ ЖИРНИХ КИСЛОТ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

Віннічук В. С.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

vinnichuk.vasyl@ill.kpi.ua

Декарбоксилази, зокрема декарбоксилази жирних кислот (fatty acid decarboxylases (FADCs)), розглядаються як перспективні ферменти для виробництва біопалива нового покоління. Їх головна перевага полягає у здатності безпосередньо перетворювати вільні жирні кислоти у вуглеводні — алкени або алкани, які можуть використовуватися як так зване «drop-in» паливо, тобто паливо, сумісне з існуючими двигунами та інфраструктурою без потреби додаткової модифікації. Такі сполуки за своїми властивостями наближені до традиційних вуглеводнів нафтового походження, що робить біокаталітичне декарбоксилювання особливо привабливим напрямом у розробці сталих паливних технологій [1–3].

Одним із найвідоміших прикладів ферментів цього типу є P450-залежна декарбоксилаза жирних кислот OleT_{LE}, здатна каталізувати утворення 1-алкенів із довголанцюгових жирних кислот. Іншим перспективним варіантом є фотодекарбоксилаза жирних кислот (fatty acid photodecarboxylase (FAP)) CvFAP, виділена з мікроводоростей *Chlorella variabilis*, яка активується світлом і дозволяє здійснювати перетворення жирних кислот у алкани. Застосування таких ферментів у системах на основі дріжджів, таких як *Yarrowia lipolytica* відкриває можливість створення рекомбінантних мікроорганізмів, здатних синтезувати вуглеводні безпосередньо з біомаси [2]. Комбінування декарбоксилаз із ліпазами або іншими ферментами у каскадних реакціях дозволяє ще більше підвищити ефективність процесу, перетворюючи, наприклад, тригліцериди рослинних олій у вільні жирні кислоти, а потім в алкени. Крім того, біопаливо, отримане з використанням декарбоксилаз, характеризується низьким вуглецевим слідом, адже вихідною сировиною можуть бути відновлювані джерела — рослинні олії, мікроскопічні водорості або промислові відходи [1–2].

Водночас існують і певні виклики. Основними проблемами залишаються: низька продуктивність і нестабільність процесу, необхідність кофакторів здатних інгібувати фермент, наявність світла для фотодекарбоксилаз, кількість утвореного палива недостатня для повноцінного промислового використання. Вирішення цих проблем можливе завдяки сучасним підходам генної та метаболічної інженерії — створення більш продуктивних рекомбінантних штамів продуцентів декарбоксилаз, мутагенезу активного центру, пошуку стабільних та більш активних варіантів ферментів [1].

Попри труднощі, перспективи використання декарбоксилаз у виробництві біопалива залишаються високими, оскільки з відкриття даних ферментів не минуло і двадцяти років [1]. У майбутньому, за умови підвищення активності та стабільності ферментів і зниження вартості процесу, можливо саме декарбоксилази можуть стати одними з можливих варіантів для промислового виробництва біопалива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Santner, P., Chanquia, S. N., Petrovai, N., Benfeldt, F. V., Kara, S., & Eser, B. E. (2023). Biocatalytic conversion of fatty acids into drop-in biofuels: Towards sustainable energy sources. *EFB Bioeconomy Journal*, 3, 100049.
2. Bruder, S., Moldenhauer, E. J., Lemke, R. D., Ledesma-Amaro, R., & Kabisch, J. (2019). Drop-in biofuel production using fatty acid photodecarboxylase from *Chlorella variabilis* in the oleaginous yeast *Yarrowia lipolytica*. *Biotechnology for Biofuels*, 12(1), 1–13.
3. Van Dyk, S., Su, J., Mcmillan, J. D., & Saddler, J. (John). (2019). Potential synergies of drop-in biofuel production with further co-processing at oil refineries. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 13(3), 760–775.