

# ЗНЕБАРВЛЕННЯ ТА ДЕТОКСИКАЦІЯ ІНДИГОКАРМІНУ ЗА УЧАСТІ НОВОЇ ЛАККАЗНО-МЕДІАТОРНОЇ СИСТЕМИ

Зосенко О. О.<sup>1</sup>, Сергєєва Ю. Ю.<sup>1</sup>, Куш О. В.<sup>1,2</sup>, Компанець М. О.<sup>2</sup>, Шендрик О. М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Донецький національний університет імені Василя Стуса

<sup>2</sup>Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України  
serheieva.yu@donnu.edu.ua

Синтетичні барвники різної структури широко використовуються в текстильній, паперовій, харчовій промисловості. Навіть невелика їхня концентрація у стічній воді може призвести до екологічних проблем, оскільки більшість барвників є токсичними, мутагенними або канцерогенними, а також стійкими до фізико-хімічних методів очищення. Для деградації органічних барвників часто використовують біокаталітичні системи за участі ферментів.

Лаккази *Trametes versicolor* представляє собою фермент класу оксидоредуктаз, яка здатна каталізувати процеси деградації різних видів сполук, таких як поліциклічні ароматичні вуглеводні, хлор- та амінофеноли, бензилові спирти і проявляє високу ефективність в процесах розкладання лігніну, фармацевтичних препаратів, барвників, пестицидів. Для підвищення ефективності каталізу лакказою, використовують окисно-відновні медіатори. Нами вперше запропоновано новий медіатор для лаккази *Trametes versicolor* – 3-(гідроксиіміно)пентан-2,4-діон (ГПД). Це органічна сполука яка відноситься до класу оксимів, має слабкий О-Н зв'язок і легко утворює іміноксильні радикали  $R_2C=NO^{\bullet}$ , які є досить стабільними. Біокаталітичну систему лаккази *Trametes versicolor* – ГПД використовували для знебарвлення та детоксикації синтетичного барвника індигокарміну (ІС), який широко використовується в текстильній, харчовій, косметичній промисловості.

ІС має характерну смугу поглинання  $\lambda_{\max} = 614 \text{ нм}$ ,  $\epsilon = 15974 \text{ М}^{-1} \times \text{см}^{-1}$  в УФ-видимій області спектру, що дає можливість досліджувати кінетику його витрачання при каталізованому лакказно-медіаторною системою окисненні киснем. Деколонізація ІС у цитратно-фосфатному буфері при рН 4,5 та  $T = 308 \text{ К}$  у присутності тільки лаккази *Trametes versicolor* або тільки медіатора ГПД перебігає дуже повільно. Натомість, у присутності біокаталітичної системи лаккази-ГПД індигокармін знебарвлюється за 70 хв, розчин стає прозорим і смуга поглинання повністю зникає. Для оцінки стійкості та продуктивності лакказно-ГПД системи для багаторазового процесу деколонізації було проведено циклічне дослідження знебарвлення ІС. Один цикл включав в себе повну деколонізацію  $20 \text{ мМ}$  ІС у присутності  $0,497 \text{ мг/мл}$  лаккази та  $5 \text{ мМ}$  ГПД в цитратно-фосфатному буфері рН 4,5 та  $T = 308 \text{ К}$ . Дослідження проводили спектрофотометрич-

ним методом, цикл повторювали додаванням в систему початкової концентрації ІС (Рис.). Спостерігали повне знебарвлення ІС від циклу до циклу та зменшення швидкості деколонізації ІС від  $5,2 \text{ нМ} \times \text{с}^{-1}$  до  $3,7 \text{ нМ} \times \text{с}^{-1}$ , що може бути обумовлене витрачанням ГПД в системі або інактивацією фермента. Отримані дані демонструють потенціал ГПД як редокс-медіатора для каталізованої лакказою *Trametes versicolor* деградації розчинів

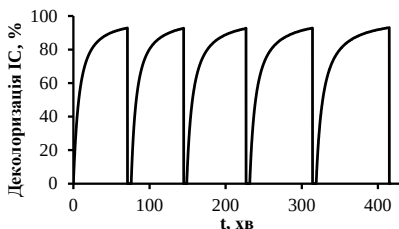


Рис. Деколонізація  $20 \text{ мМ}$  індигокарміну в лакказно-медіаторній системі при повторному додаванні початкової концентрації індигокарміну

синтетичного барвника ІС. Досліджувана біокаталітична система дуже швидко і ефективно знебарвлює розчин ІС, а також зменшує токсичність барвника.