

ОКИСНЕННЯ ІНДИГОКАРМІНУ У ПРИСУТНОСТІ ЛАККАЗИ І ТЕМПО

Гордєєва І. О.¹, Левченко О. М.¹, Куш О. В.^{1,2}, Шендрик О. М.¹

¹Донецький національний університет імені Василя Стуса

²Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України
o.levchenko@donnu.edu.ua

Завдяки можливості одержання різноманітних кольорів і високій хімічній стійкості до дії окисників синтетичні барвники широко використовуються у текстильній, харчовій, целюлозно-паперовій промисловості. При всіх перевагах використання цих сполук великим недоліком є проблема очистки від них побутових і промислових стічних вод. Використання фізичних методів очистки як відстоювання, фільтрація, адсорбція не завжди достатньо ефективні, а при застосуванні мікробіологічного методу спостерігається негативний вплив барвників на життєдіяльність мікроорганізмів. Натомість використання ферментів класу оксидаз у процесах знебарвлення показують хороші результати. Одним з таких ферментів є лакказа, що виділена з дереворуйнуючого гриба *Trametes versicolor*. Через те, що лише незначна кількість барвників є субстратами даного ферменту, часто використовують медіатори. Це органічні речовини, з яких при окисненні лакказою утворюються високореакційні частинки, зокрема радикали. Вони легко вступають у подальші неферментативні реакції, відновлюючись до вихідної сполуки, що дозволяє суттєво розширити можливості використання ферменту. Лакказа у поєднанні з (2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-іл)оксил (ТЕМПО) у якості медіатору показала хороші результати у процесах знебарвлення. ТЕМПО, на відміну від інших амінокислих радикалів, є стабільним і безпосередньо не реагує з індигокарміном. Проте, цей радикал з високою швидкістю окислюється лакказою до нітроксид-катиону, який взємодіє з молекулою барвника і відновлюється до гідроксиламіну ТЕМПО-Н. Надалі окислюється лакказою до вихідного радикала і повертається у каталітичний цикл.

Кінетику витрачання індигокарміну вивчали методом UV-VIS спектрофотометрії. У видимій області його спектру спостерігається інтенсивна смуга поглинання у діапазоні 500 ÷ 700 нм з максимумом 614 нм (ϵ 15974 л/моль×см). Попередньо було встановлено оптимум активності лаккази за величиною рН, який дорівнює 4.0 ÷ 5.0. Подальші дослідження окислення індигокарміну під дією системи лакказа –ТЕМПО проводили у цитратно-фосфатному буфері за рН 4.5 і T = 308 К.

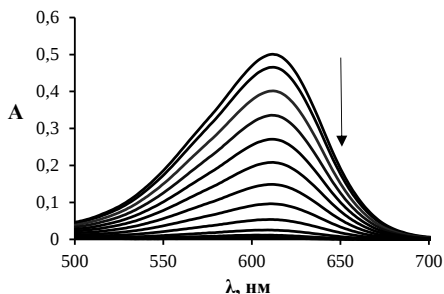


Рис. 1. Кінетика знебарвлення розчину індигокарміну у присутності лаккази і ТЕМПО у ЦБС 4.5 при 35 °С з інтервалом 120 с ([лакказа]₀ = 124 мкг/мл, [ТЕМПО]₀ = 2.4×10^{-4} моль/л, [IC]₀ = 2.0×10^{-5} моль/л)

При додаванні до розчину індигокарміну суміші лаккази і ТЕМПО відбувається зменшення інтенсивності та зникнення смуги поглинання барвника через 18 хвилин від початку реакції. При варіюванні концентрацією ТЕМПО швидкість знебарвлення однакової кількості індигокарміну зростає при збільшенні концентрації медіатору. Отримана залежність описується кінетичним рівнянням Міхаеліса-Ментен і лінерізується у обернених координатах Лайнуївера-Берка, що дозволило розрахувати константу Міхаеліса і максимальну швидкість процесу.