

УДК 579.695

ОБЕСЦВЕЧИВАНИЕ КРАСИТЕЛЕЙ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЕГО И БРИЛЛИАНТОВОГО ЗЕЛЕННОГО КАК МОДЕЛЬ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БИОГЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ**В.С. Кулигин^{1,2}, О.А. Журавлева^{1,2}, Т.А. Воейкова^{1,2}, В.Г. Дебабов^{1,2}**¹НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия²НИЦ «Курчатовский институт» – ГосНИИГенетика, Москва, Россия

Синтетические красители, содержащиеся в текстильных сточных водах, часто являются устойчивыми к деградации из-за сложных ароматических структур, стойких к биологическому разложению, по своей природе канцерогенны из-за наличия N=N связей. Фотокатализ растворов таких красителей с использованием полупроводников показал большой потенциал – органические красители могут быть частично переведены в такие простые соединения как вода и углекислый газ, и активность полупроводников увеличивается при дополнительном УФ-облучении. При этом было показано, что «зелёный» синтез таких полупроводниковых соединений в форме биогенных наночастиц является простым и безопасным методом, укладывающимся в экологические ограничения.

Биогенные наночастицы сульфида кадмия (NPsCdS) получали по опубликованной нами ранее оптимизированной методике [1] с использованием бактериального штамма *B. subtilis* 168 (№ В-7360), предоставленного НБЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт» – ГосНИИГенетика.

В качестве моделей для исследования фотокаталитической активности были использованы водные растворы красителей метиленового синего (25 мг/л) (МС) и бриллиантового зеленого (25 мг/л) (БЗ). Для каждого эксперимента готовили контрольные образцы (15 мл раствора красителя + 1 мл дистиллированной воды) и реакционные опытные образцы (15 мл раствора красителя + 1 мл суспензии NPsCdS). Конечная концентрация NPsCdS в реакционных образцах составляла 0,5 мг/мл.

В качестве источника ультрафиолетового излучения использовали лампу чёрного света HSBW 160W (Sylvania, КНР) с пиком излучения в области 365 нм, установленную на высоте 30 см над чашками Петри с образцами. Контрольные и опытные образцы помещались под УФ-облучатель на 3 часа, с измерением оптической плотности растворов в течение каждого часа.

Результаты экспериментов показали эффективность фотокаталитической активности NPsCdS: фотодеградация БЗ составила в контрольных пробах 40 %±0,2 %, в опытных пробах 84 %±0,2 %; для МС в контрольных пробах – 8 %±0,2 %, в опытных – 36 %±0,2 %.

Было установлено, что активность фотокатализа МС и БЗ зависит от концентрации наночастиц. Для эксперимента использовали NPsCdS с конечной концентрацией в растворах красителей – 0,5 мг/мл и 0,25 мг/мл. Была установлена нелинейная зависимость эффективности фотодеградации от концентрации наночастиц. При использовании NPsCdS в концентрации 0,5 мг/мл и 0,25 мг/мл эффективность фотодеколонизации для БЗ составляла 84 %±0,2 % и 42 %±0,2 % (сравнимо с контрольным раствором), а для МС – 36 %±0,2 % и 21 %±0,2 %, соответственно. Результаты указывают на необходимость анализа оптимальной концентрации наночастиц для каждого красителя.

Показана возможность повторного эффективного использования NPsCdS и их стабильность в течение трёх циклов фотокатализа (каждый цикл – с использованием вновь приготовленного раствора красителя (25 мг/л) и наночастиц, «отмытых» ультрацентрифугированием в дистиллированной воде после предыдущего цикла использования): I цикл – для МС и БЗ – 36±0,2 % и 84±0,2 %; II цикл – 21±0,2 % и 49±0,2 %; III цикл – 15±0,2 % и 32±0,2 %, соответственно.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-04-00088. Работа поддержана государственным заданием НИЦ «Курчатовский институт» № АААА-А20-120093090015-2.

Литература

1. Журавлева О.А., Воейкова Т.А., Булушова Н.В. и др. Биотехнологический способ получения наночастиц сульфидов серебра, кадмия и цинка. Физико-химические свойства. Создание полимерных нанокомпозитов. Вопросы материаловедения. 2019; (1(97)):110–119.