

УДК 640

<https://doi.org/10.20914/2304-4691-2024-2-18>

МЕТАБОЛИЗМ КРАСНОГО ФОСФОРА В ФОСФАТ

А.З. Миндубаев¹, А.Р. Галимова⁴, Э.Л. Гоголашвили³, Э.В. Бабынин²¹ Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия² ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия³ Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН», г. Казань, Россия⁴ Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, г. Казань, Россия

Метод биодegradации широко применяется для ликвидации загрязнений токсичными поллютантами, очистки стоков, выбросов и отходов промышленных предприятий, химических и бытовых отходов. Однако, на сегодняшний день возможности биодegradации далеко не исчерпаны.

В более ранних исследованиях показана способность микроорганизмов, главным образом, грибов черных аспергиллов *Aspergillus niger* окислять до безвредных фосфат-ионов вещество первого класса опасности белый фосфор. Красный фосфор намного менее токсичен, но более термодинамически стабилен, и это затрудняет его ферментативный метаболизм. Тем не менее, более поздние исследования показали, что красный фосфор служит источником биогенного элемента для тех же самых грибов, которые обезвреживают белый фосфор.

Впрочем, описания экспериментов носили, в основном, качественный характер (рис. 1). Количественная оценка биодegradации имеет важнейшее значение, и в представленной работе показаны первые количественные данные по биодegradации красного фосфора *A. niger* F-4815D. Эти данные свидетельствуют о достоверном увеличении скорости окисления красного фосфора, выраженном через накопление фосфат-ионов – конечного продукта окисления, под воздействием метаболизма растущего в культуральной среде аспергилла. По сравнению с контролем – стерильной средой, содержащей красный фосфор, скорость возрастает в 1.25 раз [1]. Разница незначительная, но достоверная и проявляющаяся в каждом повторе эксперимента.



Рис. 1. Рост *Aspergillus niger* F-4815D в присутствии красного фосфора, 2 суток после посева

Можно предполагать, что эта разница была бы еще выше. Но исследуемый красный фосфор оказался изначально загрязненным фосфорной кислотой. Вероятно, окислялся в процессе хранения. Поскольку аспергилл изначально рос в среде, обогащенной фосфатами, активность процесса биодegradации красного фосфора была снижена по сравнению с теоретически возможной. Тем не менее, представленная работа – первое задокументированное исследование, подтверждающее биодegradацию красного фосфора.

Литература

1. Миндубаев А.З., и др. Биотрансформация красного фосфора в фосфаты при помощи *Aspergillus niger* // Вестник технологического университета. – 2023. – Т. 26. – № 10. – С. 41–45. DOI: 10.55421/1998-7072_2023_26_10_41