

DOI: 10.25205/978-5-4437-1843-9-146

СПОСОБ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ЖЕЛТОГО (БЕЛОГО) ФОСФОРА ПРИ ПОМОЩИ МИКРООРГАНИЗМОВ

NEUTRALIZATION OF YELLOW (WHITE) PHOSPHORUS WAY BY MICROORGANISMS

А. А. Хасанова¹, А. З. Миндубаев², Э. В. Бабынин², Т. В. Вдовина¹

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет

²Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН»

A. A. Khasanova¹, A. Z. Mindubaev², E. V. Babynin², T. V. Vdovina¹

¹Kazan National Research Technological University

²Federal Research Center "Kazan Scientific Center RAS"

✉ mindubaev-az@yandex.ru

Аннотация

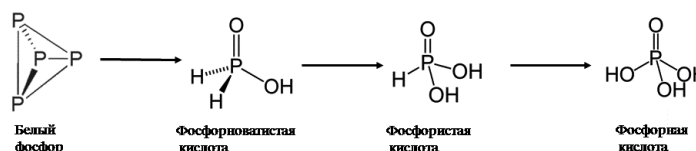
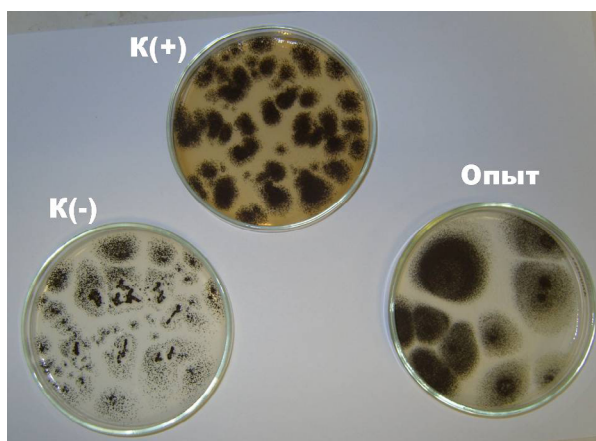
Белый фосфор является одним из самых опасных загрязнителей окружающей среды. Следовательно, требуются методы детоксикации данного вещества, в том числе биологические. Впервые проведены посевы *Aspergillus niger* в среду, содержащую белый (желтый) фосфор в качестве единственного источника фосфора. Грибы росли и окисляли белый фосфор до фосфата, необходимого для жизнедеятельности. Проведен поиск метаболитов белого фосфора и предложен путь его метаболизма.

Abstract

White phosphorus is one of the most dangerous environmental pollutants. Therefore, methods of detoxification of this substance, including biological ones, are required. For the first time, *Aspergillus niger* was sown in a medium containing white (yellow) phosphorus as the only source of phosphorus. The fungi grew and oxidized white phosphorus to phosphate necessary for life activity. White phosphorus metabolites were searched for and a pathway for its metabolism was proposed.

Белый фосфор (технологи чаще используют определение «желтый» для вещества технической чистоты) представляет собой один из самых токсичных загрязнителей. Поскольку он применяется в военных целях и крупнотоннажном промышленном производстве, являясь важнейшим звеном производства большинства фосфорсодержащих продуктов, данное вещество проникает в окружающую среду, оказывая на нее негативное воздействие [1].

Рост аспергиллов в средах с фосфатом (положительный контроль), без источников фосфора (отрицательный контроль) и с белым фосфором (опыт). Предполагаемый метаболический путь белого фосфора



Однако элемент фосфор обладает уникальным свойством. Он является чрезвычайно опасным в виде простых веществ и восстановленных соединений. Однако в виде фосфатов, в полностью окисленном состоянии, это биогенный элемент необходим всем формам жизни, включая людей. Поэтому у белого фосфора есть замечательные предпосылки для биodeградации, которая является одним из самых эффективных и современных методов обезвреживания промышленных, бытовых и сельскохозяйственных поллютантов.

Выделен штамм *Aspergillus niger* F-4815D, источником которого стала емкость с белым фосфором, содержащая жизнеспособные споры [2]. Этот факт является неординарным и демонстрирует паразитическую жизнестойкость микроорганизмов. Рост грибов ускоряет окисление белого фосфора в фосфат по сравнению со стерильной средой. Это позволяет создать биологический метод обезвреживания белого фосфора, вещества 1-го класса опасности.

Анализ колориметрическим методом [3] показал, что биodeградация белого фосфора действительно имеет место. В идентичных условиях гриб *A. niger* F-4815D достоверно ускоряет окисление белого фосфора до безвредных фосфат-ионов по сравнению с контролем — стерильной средой. Такой показатель эффективности метода (см. рисунок).

До сих пор это первый в мире описанный пример включения белого фосфора в биосферный круговорот фосфора.

Литература

1. Duerksen-Hughes P., Richter P., Ingerman L. et al. Toxicological profile for white phosphorus // U. S. Department of Health and Human Services. USA. 1997. P. 248.
2. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К. и др. Биологическая деградация жёлтого (белого) фосфора — вещества первого класса опасности // Журнал неорганической химии. 2021. Т. 66, № 8. С. 1137–1142.
3. Брехова Л.И., Стахурлова Л.Д. Методы количественного анализа удобрений: учеб.-метод. пособие для вузов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2006. С. 39.