

## Включение белого фосфора в природный круговорот веществ. Культивирование устойчивой микрофлоры.

© Миндубаев<sup>1\*</sup> Антон Зуфарович, Волошина<sup>1</sup> Александра Дмитриевна,  
Горбачук<sup>2</sup> Елена Валерьевна, Кулик<sup>1</sup> Наталья Владимировна, Алимova<sup>2</sup> Фарида  
Кашифовна, Минзанова<sup>1</sup> Салима Тахиятулловна, Миронова<sup>1</sup> Любовь Геннадьевна,  
Сапармырадов<sup>2</sup> Керемли Ашырмухаммедович, Хаяров<sup>2</sup> Хасан Рафаэлевич  
и Яхваров<sup>1\*</sup> Дмитрий Григорьевич

<sup>1</sup> Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра  
Российской академии наук. Ул. Арбузова, 8. г. Казань, 420088. Республика Татарстан. Россия.  
E-mail: mindubaev@iopc.ru

<sup>2</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет. Ул. Университетская, 18.  
г. Казань, 420008. Республика Татарстан. Россия.

\*Ведущий направление; <sup>†</sup>Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** детоксикация, белый фосфор, осадки сточных вод, анаэробные условия, метаболический путь, метаболиты, ядерный магнитный резонанс, *Bacillus*, *Streptomyces sp.*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma asperellum F-1087*, культуральные среды, химическое равновесие, селекция.

### Аннотация

Впервые произведены посевы микроорганизмов различных таксономических групп (грибов, стрептомицетов и бактерий) на синтетические культуральные среды, содержащие белый фосфор в качестве единственного источника фосфора. На данных средах микроорганизмы росли и не испытывали фосфорное голодание. Это первый в мире пример включения белого фосфора в биосферный круговорот элемента фосфора. Показано, что устойчивость культур микроорганизмов к белому фосфору зависит от их таксономической принадлежности – грибы из рода *Trichoderma* адаптируются к нему лучше, чем аспергиллы, аспергиллы лучше чем стрептомицеты, а стрептомицеты лучше, чем бактерии рода *Pseudomonas*. Сравнивая две культуры стрептомицетов, мы показали, что устойчивость к белому фосфору – признак, который может усиливаться или ослабляться в зависимости от условий культивирования. По всей видимости, микроорганизмы потребляют растворенные продукты окисления белого фосфора (фосфат, фосфит и гипофосфит) и, тем самым, смещают химическое равновесие в сторону его дальнейшего окисления. Это заметно ускоряет процесс детоксикации белого фосфора. Характер и состав продуктов окисления белого фосфора исследовался нами методом <sup>31</sup>P ЯМР. Самая высокая концентрация соответствует превышению ПДК белого фосфора в сточных водах в 5000 раз, а в питьевой воде – в 100000000 раз!