

**Резюме проекта, выполняемого/выполненного
в рамках ФЦП
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-
технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»
ИТОГОВОЕ**

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.616.21.0080/075-15-2019-1465

Тема: «Разработка научно-технических основ гибридной биотехнологии для конверсии отходов в биоудобрения с использованием микроводорослей»

Приоритетное направление: Науки о жизни (НЖ)

Критическая технология: Клеточные технологии

Период выполнения: 17.07.2017 - 31.12.2019

Плановое финансирование проекта 89.70 млн. руб.:

 Бюджетные средства 42.60 млн. руб.,

 Внебюджетные средства 47.10 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова"

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью "Альгоконсорциум"

Иностраный партнер: Исследовательский центр Юлих (FZJ), Институт наук о жизни и о Земле (IBG-2)

Ключевые слова: биоудобрения, культивирование, микроводоросли, сточные воды, кормовые добавки, фотобиореакторы, фотоэлектрические элементы, эвтрофикация

1. Цель проекта

Цель проекта — разработать научно-технические основы и технические решения для создания новой гибридной технологии для конверсии сельскохозяйственных отходов в безопасные для окружающей среды биоудобрения и кормовые добавки с использованием интенсивной культуры микроводорослей и спектрально-селективных фотоэлементов.

2. Основные результаты проекта

Исследованы ключевые закономерности поглощения клетками микроводорослей фосфора из среды культивирования и запасаения его в виде полифосфатов. На этапе выполнен аналитический обзор методик использования микроводорослей для биоизъятия фосфора из сточных вод и превращения их различные ценные продукты, включая фосфорные биоудобрения. Разработана эскизная конструкторская документация лабораторный фотобиореактор для отработки условий культивирования микроводорослей с целью достижения максимальной скорости изъятия фосфора из среды, Составлена программа и методика экспериментальных исследований. Выполнены исследования по этой программе.

Завершен отбор штаммов микроводорослей по способности к изъятию фосфора из среды для культивирования в фотобиореакторе. Получен новый штамм, совмещающий способность к изъятию фосфора с накоплением ценных биологически активных каротиноидов. Разработана эскизная конструкторская документация на предпилотный фотобиореактор, изготовлен лабораторный фотобиореактор. Изготовлен предпилотный фотобиореактор (рис. 1, 2).

Выполнена оптимизация условий культивирования и получена оценка эффективности роста культур в разработанных фотобиореакторах, лабораторном и предпилотном. Полученные результаты отличаются научной новизной и соответствуют требованиям к выполняемому проекту. Завершены полевые исследования эффективности биомассы микроводорослей в качестве фосфорных биоудобрений, в том числе с парниковыми культурами. Результаты проекта, полученные в отчетном периоде, соответствуют мировому уровню, а в отдельных аспектах и превосходят его. Разработаны рекомендации и дорожная карта по масштабированию систем культивирования и проект ТЗ на

проектирование автоматизированной системы для промышленного культивирования микроводорослей.



Рис. 1. Первый культивационный модуль предпилотного фотобиореактора с функционирующей автоматикой.



Рис. 2. Функционирующий предпилотный фотобиореактор в ходе культивационного эксперимента.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

В отчетном периоде получены патенты:

1) номер патента 2 703 420 «Штамм микроводоросли *Coelastrella sp.* продуцент смеси натурального биоантиоксиданта астаксантина и провитамина а (β -каротина)» заявка № 2018146028 от 25.12.2018г., страна патентования – РФ.

2) «Штамм микроводоросли *Bracteacoccus aggregatus sp.* продуцент смеси натурального биоантиоксиданта астаксантина и провитамина А» заявка № 2019122506 от 17.07.2019г., страна патентования – РФ.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Результаты проекта планируется использовать для разработки эффективных технологий устойчивого (безотходного) использования такого важного элемента минерального питания как фосфор. Новые знания и разработанные в рамках проекта технические решения позволят с помощью одноклеточных водорослей изымать фосфор из отходов (сточных вод, отходов сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности) и превращать его в фосфорные удобрения, безопасные для

окружающей среды. В отличие от традиционных химических удобрений, фосфорные биоудобрения из микроводорослей освобождают фосфор со скоростью, близкой к скорости его поглощения растениями. Это предотвращает вымывание фосфора осадками и при поливе, и, как следствие, снижает риск эвтрофикации соседних водоемов. Реализация проекта способствует устойчивому использованию фосфора и снижению зависимости от невозобновляемого сырья (ископаемых минеральных фосфатов). Дополнительными преимуществами изъятия фосфора из отходов с применением микроводорослей является очистка сточных вод от иных органических и неорганических загрязнителей, а также поглощение парникового газа CO₂ в результате фотосинтеза.

Предполагается, что результаты проекта лягут в основу разработки технологий получения товарных продуктов (фосфорных и комплексных биоудобрений, улучшителей структуры почвы), а также коммерческих технологий очистки сточных вод. В случае успешной реализации проекта ожидается внедрение элементов разработанных биотехнологий в секторе услуг по очистке сточных вод и производства удобрений для сельского хозяйства как в Европейском союзе, так и в РФ.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Ожидается, что результаты реализации проекта позволят снизить потребление минеральных фосфатов — невозобновляемых ископаемых ресурсов, а также повысить эффективность использования добываемого фосфора за счет возврата этого элемента из различных отходов (прежде всего, сточных вод) в агроэкосистемы (на поля). Также ожидается снижение негативного воздействия на окружающую среду от применения традиционных химических удобрений. Данный эффект будет достигаться, прежде всего, за счет равномерного медленного освобождения фосфора из биомассы микроводорослей в ходе ее деструкции почвенной микрофлорой.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Результаты проекта обладают потенциалом для коммерциализации в виде лицензируемых биотехнологий и патентованных технических решений. Предполагается реализация лицензий на «встраиваемые» биотехнологии (т.е. технологии, интегрируемые с современными решениями для очистки сточных вод), а также на решения «под ключ» (решения, включающие системы для культивирования, штаммы микроводорослей, и протоколы культивирования и обработки биомассы). Объемы продаж (по конечному продукту) будут составлять существенную долю от продаж традиционных минеральных (фосфорных) удобрений. Предполагается, что по мере ужесточения нормативных требований к очистке сточных вод эта доля будет расти.

7. Наличие соисполнителей

Организации-соисполнители для реализации проекта не привлекались.

Проректор - начальник Управления научной политики и организации научных исследований Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова



А.А.Федянин

Руководитель работ по проекту
профессор

А.Е.Соловченко