

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 3

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.577.21.0037

Тема: «Разработка новой отечественной комплексной технологии получения полилактида (биоразлагаемого полимера), базирующейся на биокаталитической переработке сахаросодержащего сырья»

Приоритетное направление: Науки о жизни

Критическая технология: Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии

Период выполнения: 05.06.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 90.00 млн. руб.

Бюджетные средства 45.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 45.00 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью "Оптово распределительный центр УФА"

Ключевые слова: МЕМБРАННЫЙ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР, МОЛОЧНАЯ КИСЛОТА, ЛАКТИД, ПОЛИЛАКТИД, БИОРАЗЛАГАЕМЫЙ ПОЛИМЕР, ВОЗОБНОВЛЯЕМОЕ СЫРЬЕ

1. Цель проекта

Разработка новой комплексной технологии получения полилактида (биоразлагаемого полимера), базирующейся на биокаталитической переработке сахаросодержащего сырья, обеспечивающей многократное повышение производительности биокаталитической стадии, существенное снижение нормы образования отходов сульфата кальция, получение полилактида высокой молекулярной массы при высокой степени конверсии лактида.

2. Основные результаты проекта

- 2.1. Проведен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы по теме ПНИ.
- 2.2. Проведены Патентные исследования.
- 2.3. Обоснован выбор оптимального направления исследований.
- 2.4. Разработана Программа экспериментальных исследований.
- 2.5. Разработаны комплекты эскизной конструкторской документации на лабораторные исследовательские установки.
- 2.6. Закуплено необходимое оборудование и комплектующие для создания лабораторных исследовательских установок.
- 2.7. Разработан концептуальный проект биотехнологического комплекса по получению сахаросодержащего сырья для биокаталитических процессов;
- 2.8. Проведены маркетинговые исследования продуктов глубокой переработки зерна.
- 2.9. Подготовлена производственная площадка для размещения экспериментального образца установки получения молочной кислоты в виде лактата аммония.
- 2.10. Разработаны программы и методики исследовательских испытаний лабораторных исследовательских установок.
- 2.11. Осуществлен монтаж, пуско-наладка и испытания исследовательских установок. При проведении монтажных и пусконаладочных работ не было выявлено никаких отклонений. Исследовательские установки выдержали испытания по всем пунктам Программы.
- 2.12. Разработаны программы и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов молочной кислоты (в виде лактата аммония), бутиллактида, лактида, полилактида.
- 2.13. Разработаны методики исследований, проводимых на лабораторных исследовательских установках.
- 2.14. Проведена апробация и оптимизация экспериментальных и аналитических методик, в т.ч. методик контроля качества молочной кислоты (в виде лактата аммония), бутиллактида, лактида и полилактида, в результате чего была обоснована

пригодность методик для проведения исследований.

2.14 Разработано Технико-экономическое обоснование производства сахаросодержащего сырья и молочной кислоты, на основании поданных предложений от инжиниринговых компаний, владеющих соответствующими технологиями.

2.16 Закуплено стандартное оборудование для изготовления экспериментального образца установки получения молочной кислоты.

2.17 Разработано и изготовлено нестандартное оборудование для экспериментального образца установки получения молочной кислоты

2.18 Разработаны программы и методики: испытаний установок; испытаний экспериментальных образцов.

2.19 Смонтированы и испытаны установки.

2.20 Разработаны и апробированы методики.

2.21 Проведены исследования влияния: вида штамма-продуцента, концентрации биомассы, углеводного субстрата, состава питательной среды, условий подготовки среды и культивирования; типа мембран и режимов их эксплуатации в составе МБР; типа мембранного модуля, режимов фильтрации на степень очистки; конструкции реактора и условий процесса на показатели синтеза бутиллактида; условий синтеза и очистки на выход и чистоту лактида; условий полимеризации лактида.

2.22. В результате проведенного скрининга молочнокислых бактерий – продуцентов молочной кислоты подобран штамм *Lactobacillus paracasei*, синтезирующий L-молочную кислоту с уровнем накопления не менее 100 г/л на среде с глюкозой с выходом до 95–97% от субстрата с минимальным накоплением побочных продуктов, с продуктивностью биореактора в режиме периодического культивирования 3–5 г/л.ч. Достижимая концентрация молочной кислоты и выход ее из субстрата соответствуют требованиям п.п. 4.1.2(2, 3) ТЗ.

2.23. Показано, что объемно-доливное культивирование в мембранном биореакторе обеспечивает:

– повышение содержания биомассы (по сухому веществу) до 25–40 г/л;

– повышение продуктивности биореактора с 3–5 г/л.ч. до 40–50 г/л.ч при условии поддержания высокой концентрации физиологически активной биомассы и отводе молочной кислоты из биореактора вместе с бесклеточной культуральной жидкостью (что соответствует п.п. 4.1.1(1) и 4.1.2(2) ТЗ).

2.24. Длительный эксперимент в мембранном биореакторе в течении 874 часов подтверждает достижимость требования п. 4.1.2(4) ТЗ.

2.25. Удельная производительность периодического реактора смешения 20 гБЛ/(ч*лРС) с учетом непроизводительных затрат времени. Непрерывный реактор вытеснения обеспечивает более высокую удельную производительность - до 39 гБЛ/(ч*л).

2.26. Чистота выделяемого из реакционной массы бутиллактида-ректификата не зависит от типа реактора и условий проведения синтеза, и определяется эффективностью стадии выделения продукта реакции методом ректификации. Чистота выделенного бутиллактида во всех выполненных экспериментах находилась в узком интервале 99-99.8% масс, что соответствует требованию п. 4.1.15 ТЗ.

2.27. Исследуемый способ выделения молочной кислоты в виде ее бутилового эфира (бутиллактида) не требует использования гидроксида кальция, поэтому не образуется сульфат кальция (гипс) в качестве отходов. Результаты подтверждают достижимость требования п. 4.1.3 ТЗ.

2.27. Наилучшим способом очистки лактида оказался метод очистки лактида методом выплавления примесей.

2.28. Определены условия, обеспечивающие содержание воды ниже 100 ppm в очищенном L-лактиде: скорость нагрева ниже 0,2 °С/мин; скорость подачи азота выше 10 мл/мин. Температура плавления получаемого лактида 96–100 °С. Оптическая чистота не менее 97,5%. Полученные показатели соответствуют требованиям п. 4.1.4 и 4.1.16 ТЗ.

2.29. Определены границы условий, позволяющих получать полилактид с молекулярной массой не ниже 100 Да при конверсии не менее 93%, что соответствует требованиям п.п. 4.1.1 (подпункты 3, 4), 4.1.5 (подпункты 1, 2), 4.1.17 ТЗ.

2.22 Разработан метод генетического контроля популяции штамма-продуцента.

2.23 Подана заявка на патент.

2.24 Рукописи двух статей переданы в редакции журналов из базы цитирования Scopus.

2.25 Разработано Технико-экономическое обоснование производства молочной кислоты.

2.26 Закуплено стандартное и изготовлено нестандартное оборудование для экспериментального образца установки получения молочной кислоты.

2.27 Проведено маркетинговое исследование рынка органических кислот и полилактида.

2.28 Изготовлен экспериментальный образец установки, проведена его пуско-наладка и отработаны режимы на нем.

Научная новизна результатов легла в основу заявки на патент. Результаты исследований подтвердили возможность достижения показателей, соответствующих ТЗ. Полученные результаты полностью соответствуют требованиям ТЗ к выполняемому проекту, в частности, п.п. 4.1.1-4.1.8, 4.1.15 - 4.1.17, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10-3.17, 5.2, 6.1.3.3– 6.1.3.12, и п.п. 1-3 Плана графика.

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

Уведомление ФИПС, № 2015153123, 11.12.2015 г., Способ переработки лактата аммония в молочную кислоту и её сложные эфиры

4. Назначение и область применения результатов проекта

Полученные результаты будут использованы для:

- Разработки проекта Технического задания на проведение ОКР, по теме: «Создание опытного образца установки производства полилактида (мощностью не менее 500 тонн в год) по комплексной технологии, базирующейся на молочной кислоте (в виде лактата аммония), полученной биокаталитической переработкой сахаросодержащего сырья;

- Технико-экономического обоснования разработки продукции с учетом технологических возможностей и особенностей индустриального партнера.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Степень востребованности в разрабатываемой технологии высока, что связано с начавшейся разработкой мер по стимулированию на государственном уровне применения биоразлагаемых пластиков для производства упаковки (перечень поручений Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации А.В. Дворковича от 14 февраля 2014 г № АД-П9-1047).

По оценке, данной в ходе заседания президиума Совета по модернизации экономики и инновационному развитию России 4 февраля 2014 года, к 2020 году Россия должна производить 400 тыс. тонн в год собственного полилактида.

Внедрение в промышленном масштабе разрабатываемой технологии позволит удовлетворить потребности России в биоразлагаемом пластике.

Социально-экономический эффект от внедрения данной технологии заключается в:

- диверсификации сырьевой базы при производстве пластиков (замена нефтяного сырья на возобновляемое);
- кардинальном снижении экологического ущерба от полимерного мусора.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Конечным результатом ПНИ является новая технология получения полилактида (биоразлагаемого полимера), базирующаяся на биокаталитической переработке сахаросодержащего сырья.

Данная технология будет востребована для создания отечественного промышленного производства полилактида единичной мощностью не менее 80 тыс. тонн в год.

7. Наличие соисполнителей

В 2014 - 2015 г.г. привлекались соисполнители:

- 1) Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»);
- 2) Общество с ограниченной ответственностью «БИНАКОР-ХТ». (ООО «БИНАКОР-ХТ»).

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"




(подпись)

Юртов Е.В.
(фамилия, имя, отчество)


(подпись)

Швед В.Ф.
(фамилия, имя, отчество)