

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 4

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.616.21.0013

Тема: «Разработка технологии оценки и прогнозирования экологических эффектов выращивания лесных плантаций на основе биотехнологических форм деревьев с заданными свойствами (увеличенная скорость роста, усиленная ассимиляцией азота почвы, пониженное содержание лигнина, повышенное содержание целлюлозы).»

Приоритетное направление: Рациональное природопользование (РП)

Критическая технология: Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения

Период выполнения: 17.09.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 60.00 млн. руб.

Бюджетные средства 26.35 млн. руб.,

Внебюджетные средства 33.65 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М.Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук

Иностранный партнер: Университет Геттингена

Ключевые слова: Лесная биотехнология, математическое моделирование, круговорот азота и углерода, трансгенные растения, рациональное природопользование, прогнозирование экологических эффектов, целлюлоза, лигнин.

1. Цель проекта

Целью проекта является разработка технологии оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе биотехнологических форм деревьев с заданными признаками (повышенная скорость роста, усиленная ассимиляция азота, пониженное содержание лигнинов, повышенное содержание целлюлозы). Целью четвертого этапа является анализ результатов долгосрочного эксперимента по разложению растительных тканей биотехнологических форм деревьев, а также калибровка и верификация математических моделей оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций.

2. Основные результаты проекта

а) Проведен анализ результатов долгосрочного (6 месяцев) эксперимента по разложению растительных тканей (листьев, стеблей и корней) биотехнологических форм осины и березы GS, Xeg и инвертированными повторами гена 4 CL, а также рассчитаны скорости разложения по эмиссии углекислого газа и потере массы. Показано, что скорость разложения растительных остатков, как контрольных, так и трансгенных растений уменьшалась с понижением температуры. Уровень влажности не оказал существенного влияния на скорость разложения. Максимальной скоростью разложения характеризовалась листовая ткань растений осины и березы. Встраивание гена GS привело к ускорению скоростей разложения стеблей и корней трансгенных растений.

б) Проведен анализ изменения активностей почвенных ферментов в прикорневой зоне в экспериментах с контейнеризованными растениями и в полевом эксперименте. Всего была проведена оценка активности 11 ферментов: β -глюкозидазы, инвертазы, полифенолоксидазы, целлюлазы, нитратредуктазы, протеазы, уреазы, фосфатазы кислой, фосфатазы щелочной, арилсульфатазы, дегидрогеназы. Существенных различий в активности ферментов при выращивании трансгенных растений по сравнению с контролем не выявлено.

в) Разработана Программа и методики исследовательских испытаний системы моделей оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций (Приложение А). Программа исследовательских испытаний включает 9 пунктов, соответствующих различным исследовательским задачам, направленным на прогноз экологических эффектов создания лесных плантаций на основе деревьев с заданными характеристиками. Также в Программе частично отражены вопросы анализа эффективности лесохозяйственных мероприятий при создании лесных плантаций, способствующие принятию решений в

области лесопользования и охраны окружающей среды.

г) Проведены калибровка и верификация математических моделей оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками. Для верификации разработанной ранее системы моделей EFIMOD-fbp-REG использованы данные региональных Таблиц хода роста и Таблиц биологической продуктивности древостоев. Уточнение параметров моделей выполнено по экспериментальным данным о росте биотехнологических форм осины и березы, созданных в группе лесной биотехнологии ФИБХ РАН. В соответствии с разработанными Программой и методиками выполнена серия исследовательских испытаний с использованием системы моделей EFIMOD-fbp-REG. Общее число проведенных компьютерных экспериментов (независимых прогонов моделей) составило 214. Рассмотрены 5 вариантов модельных сценариев для 3 региональных почвенно-климатических условий, благоприятных для произрастания березы и осины, включая сценарии для территорий стран ЕС (на примере Южной Финляндии).

д) Проведены дополнительные патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96 по теме «Система моделей оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками». Показано отсутствие непосредственно направленных исследований на создание математических моделей, основанных на использовании деревьев с заданными характеристиками. Проведён анализ деятельности предполагаемых конкурентов, а также приблизительный объем рынка услуг по проведению экологических экспертиз.

е) Проведено материально-техническое обеспечение работ по анализу изменений активности почвенных ферментов в прикорневой зоне в экспериментах с контейнеризированными растениями и в полевом эксперименте. Из собственных средств ИБХ РАН закуплены необходимые реактивы и расходные материалы, а также произведена единовременная выплата заработной платы сотрудникам за выполнение вспомогательных работ по анализу активности ферментов, ремонту и наладке необходимого оборудования и т.д.

ж) Проведено мероприятие, направленное на освещение и популяризацию промежуточных результатов ПНИ. Результаты, полученные за отчетный период, были представлены Шестибратовым К.А. в устном докладе на международном семинаре *"The Future of Agriculture: Grand Challenges and Technological Change"* (3 марта 2016 года, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва).

з) Проведена работа по подготовке к патентованию результатов исследований и разработок, а именно, подготовлено описание объекта патентования - "системы математических моделей оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками", созданной на основе базовой модели EFIMOD-fbp с тремя вариантами региональных моделей EFIMOD-fbp-REG.

Иностранном партнёром (Университетом Гёттингена, Германия) проведён транскриптомный анализ образцов с полевых растений биотехнологических форм осины (2 линии) и берёзы (6 линий). Наряду с экспрессией целевых рекомбинантных генов, обнаружен ряд нецелевых изменений экспрессии нативных генов. Обнаружены ранее не выявленные изменения среди генов транскрипционных факторов.

В части постановки задач и их реализации, проведенные исследования и полученные результаты носят пилотный характер. Их несомненная новизна определяется не только новизной объектов исследования (моделей лесных плантаций на основе биотехнологических форм деревьев с заданными характеристиками), но и максимально всесторонним анализом комплекса взаимосвязанных параметров функционирования лесных экосистем, включая показатели продукционного процесса и экосистемных функций и услуг

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

Проведены дополнительные патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96 по теме «Система моделей оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками». Проведена работа по подготовке к патентованию результатов исследований и разработок, а именно, подготовлено описание объекта патентования - "системы математических моделей оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками", созданной на основе базовой модели EFIMOD-fbp с тремя вариантами региональных моделей EFIMOD-fbp-REG.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Результаты этапа будут использованы на следующих этапах научно-исследовательских работ

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Разработанная на данном этапе Программа и методики исследовательских испытаний ориентированы на модельную оценку динамики параметров функционирования лесных плантаций биотехнологических форм осины и березы и прогноз экологических эффектов, связанных с трансформацией биогеохимических циклов элементов в результате создания лесных плантаций на основе деревьев с заданными характеристиками. Следует отметить, что система моделей EFIMOD и ее версии позволяют моделировать и анализировать используемые в РФ основные лесотаксационные показатели (запас древесины, густота древостоя и др.). Прогнозные оценки проводятся в масштабе лесотаксационного участка, т.е. на локальном уровне. Учет этой специфики отечественного лесопользования важен для последующего внедрения программного продукта оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций в практику принятия решений специалистами лесного сектора и в образовательный процесс в лесохозяйственных ВУЗах.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Коммерциализация результатов четвертого этапа проекта не предусмотрена. Одной из форм коммерциализации результатов проекта является создание специального сервера, предназначенного для размещения файлового репозитория проекта, который будет содержать доступные для загрузки через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет локальные версии применяемых в ходе работ по проекту компьютерных моделей.

7. Наличие соисполнителей

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук (ИФХиБПП РАН) (с 2014 года)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биоорганической химии им. академиков
М.М.Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук

директор
(должность)

(подпись)

Иванов В.Т.
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

руководитель группы лесной биотехнологии
(должность)

(подпись)

Шестибратов К.А.
(фамилия, имя, отчество)

М.П.