

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 5/итоговый

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

Цель проекта: разработка метода использования трансгенных клонов осины и березы с заданными характеристиками в качестве биологических моделей, которые позволяли бы получать адекватные исходные данные для прогнозирования круговоротов азота и углерода на примере лесных экосистем. Данный метод предлагается использовать для оценки экологических эффектов лесных плантаций, созданных с использованием форм деревьев с заданными характеристиками (как трансгенных, так и нетрансгенных).

Задачи научных исследований:

- Провести анализ растительных образцов (листьев, стеблей, корней) биотехнологических форм осины и березы с целью определения содержания азота, углерода, лигнинов, целлюлозы и пентозанов, а также провести расчет скоростей разложения по эмиссии углекислого газа и потере массы.
- Разработать прогнозные сценарии для различных сроков роста и способов эксплуатации лесных плантаций на основе метода использования трансгенных клонов осины и березы с заданными характеристиками в качестве биологических моделей при прогнозировании круговоротов азота и углерода в искусственных лесных экосистемах.
- Разработать математические модели для оценки и прогнозирования продуктивности древостоя, круговоротов азота и углерода в искусственных лесных экосистемах, созданных с использованием деревьев с заданными характеристиками.
- Разработать технологию оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками.
- Разработать программный продукт (включая интернет-версию) для оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками.

2. Основные результаты проекта

1. Разработана Технология оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками.
2. Сформирован перечень критериев для проведения оценки и прогнозирования экологических эффектов влияния на окружающую среду трансгенных клонов осины и березы с заданными характеристиками в районах расположения лесных плантаций, которые будут определяться характером трансформации признаков, подвергавшихся модификации в сравнении с

естественными видами аналогами.

3. Разработаны базовые региональные сценарии условий функционирования (сроки роста, способы эксплуатации) лесных плантаций, созданных с использованием трансгенных клонов осины и березы с заданными характеристиками в качестве биологических моделей прогноза круговорота азота и углерода в искусственных лесных экосистемах.

4. Создан онлайн-репозиторий для обеспечения доступа к версиям прогнозных моделей. Зарегистрировано доменное имя ресурса www.forestbiotech.ru. Испытания работоспособности сервера доказали его соответствие всем требованиям, заданным техническим заданием.

5. Разработан Интернет-портал для обеспечения доступа к программному продукту для оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками, включая учебное пособие по пользованию разработанной системой моделей.

Отличие разработанной версии модели прогнозирования экологических эффектов от других моделей и ее преимущества при выполнении задач проекта заключается в следующем: - модель разработана специально для лесных почв. Они характеризуются наличием специфических органических горизонтов – лесной подстилки. Сельскохозяйственные почвы таких горизонтов не имеют вследствие регулярной интенсивной распашки. Основные процессы по эмиссии диоксида углерода и высвобождению соединений азота, доступных для питания растений, происходят именно в лесной подстилке. Модель также может применяться для лугов и пастбищ; - модель ориентирована на структуры входных данных, которые соответствуют материалам российской лесной таксации и почвенных исследований в лесных экосистемах. Она также соответствует Европейскому стандарту данных лесного мониторинга ICPForest; - структура модели позволяет оценивать скорости преобразования органического вещества почвы совместно с оценкой эмиссии диоксида углерода, доступных растениям соединений азота по лабораторным экспериментам с разложением опада в зависимости от температуры, влажности, химического состава (азота, лигнина и зольности), что позволит применить ее для уникальной задачи сравнения круговорота элементов в плантациях трансгенных деревьев; - методика вычисления потока опадов является уникальной и позволяет анализировать в модели смешанные леса и местообитания с высоким биоразнообразием. Число анализируемых фракций опада в модели не ограничено. Она позволяет учесть не только изменение скорости роста, но и перераспределение прироста между различными органами дерева, в то время как все разработанные в мире модели динамики органического вещества почвы (OpВП) в качестве входного потока опадов используют сильно усредненные значения, что резко снижает точность прогноза.

Оценка технических характеристик выполненной разработки по сравнению с продукцией мировых лидеров, имеющейся на рынке, подтверждает соответствие данной разработки мировому уровню в области получения трансгенных растений древесных пород с заданными характеристиками и превосходство над мировым уровнем в области математического моделирования круговорота азота и углерода в лесных экосистемах. Полученные результаты превышают мировой уровень работ в области моделирования последствий долговременного выращивания деревьев на лесных плантациях целевого назначения, так как до настоящего времени модели с использованием деревьев с заданными характеристиками (повышенная продуктивность, усиленная ассимиляция азота, пониженное содержание лигнинов и/или гемицеллюлозы) не использовались.

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

Патент на изобретение № 2599445 от 15.09.2016 "Трансгенное растение осины с повышенным содержанием целлюлозы в древесине", РФ

Патент на изобретение № 2603081С2 от 20.11.2016 "Трансгенное растение осины с пониженной скоростью разложения древесины", РФ

Заявление о государственной регистрации программы ЭВМ от 14.11.2016 "EFIMOD-fbp – имитационная модель прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций на основе деревьев с заданными характеристиками (биотехнологических форм березы и осины)", РФ

4. Назначение и область применения результатов проекта

Результаты данного проекта могут быть использованы при проведении экологической экспертизы проектов по искусственным лесным насаждениям, а также для оценки экологических эффектов быстро растущих плантаций для целлюлозно-бумажных комбинатов и других предприятий лесоперерабатывающей промышленности. Возможные потребители ожидаемых результатов, а также возможные пути и необходимые действия по доведению до потребителя ожидаемых результатов, в том числе на международной арене: предприятия лесной и деревообрабатывающей промышленности, природоохранные предприятия и территории, лесные хозяйства при закладках лесных плантаций и оценках экологической нагрузки от деятельности ЦБК, а также, экологические организации и научно-исследовательские институты. Метод использования трансгенных клонов осины и березы с заданными характеристиками в качестве биологических моделей при прогнозировании круговоротов азота и углерода в лесных экосистемах может быть применен для повышения точности прогнозирования круговорота азота и углерода в лесных насаждениях, в том числе и для прогнозирования в условиях меняющегося климата. Создание интернет-портала позволит широкому кругу пользователей с помощью разработанной нами модели быстро оценивать и прогнозировать экологические эффекты на основе определённых экспериментальных данных.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Разработанная модель прогнозирования экологического эффекта лесных плантаций, создаваемых для нужд ЦБК с использованием деревьев для получения специально произведенной древесной биомассы (пониженное содержание лигнинов

и/или гемицеллюлозы) позволит на научной основе проводить закладку данных плантаций, что позволит в соответствующем масштабе уменьшить вырубку естественных лесонасаждений (экологический эффект). Использование разработанной математической модели для применения на лесных плантациях целевого назначения, заложенных трансгенными деревьями с заданными характеристиками, позволит за счет более эффективного лесопользования и учета содержания питательных веществ в почве достичь значительного экономического эффекта.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Из возможных путей коммерциализации результатов можно выделить два основных. Первый путь: использование созданного сервера, предназначенного для размещения файлового репозитория проекта, который содержит доступные для загрузки через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет локальные версии применяемых в ходе работ по проекту компьютерных моделей. Потребителю будет предоставлена возможность купить лицензию на программный продукт или после оплаты получить доступ к онлайн-версии модели. Для ознакомления с программными продуктами в свободном доступе размещены их демо-версии.

Второй путь: предоставление услуг по анализу и оценке экологических эффектов лесных плантаций (как трансгенных, так и нетрансгенных) при проведении экологических экспертиз. Учитывая тот факт, что стоимость экологической экспертизы составляет от 1 до 3% от стоимости лесного проекта, можно оценить приблизительный объем рынка услуг по проведению экологических экспертиз - при стоимости лесного проекта 50 тыс.руб. он составит не менее 10-30 млн. руб. в год. При условии охвата 10% рынка, объем продаж составит 1-3 млн.руб. в год. Однако, для выведения на рынок разработанной в рамках проекта системы моделей необходимо предварительно получить комплект разрешительной документации на использование программного продукта при проведении экспертиз лесных проектов, в том числе экологических (Федеральное агентство лесного хозяйства, Министерство природных ресурсов).

7. Наличие соисполнителей

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук (ИФХиБПП РАН) (Договор №5/14 от 25.11.2014, Договор №2Н/15 от 01.07.2015, Договор №18у от 16.06.2016)

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.