

Федеральная целевая программа

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

Рациональное природопользование

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

Соглашение № 14.616.21.0013
на период 2014 - 2016 гг.

Руководитель проекта: руководитель группы лесной биотехнологии
К.А.Шестибратов

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

Цели и задачи проекта

Цель проекта заключается в разработке метода использования трансгенных растений осины и березы с заданными свойствами в качестве биологических моделей, используемых для прогнозирования круговоротов азота и углерода в искусственных лесных экосистемах.

В задачи проекта входит получение опытной партии биотехнологических форм осины и березы для закладки модельных экспериментов; разработка базовых региональных прогнозных сценариев для лесных плантаций; разработка математических моделей оценки и прогнозирования продуктивности древостоя, круговоротов азота и углерода в искусственных лесных экосистемах; закладка модельного эксперимента (опытной лесной культуры) на сертифицированном испытательном полигоне; построение стандартных прогнозных моделей экологических эффектов лесных плантаций; разработка технологии оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками; прогнозирование экологических эффектов лесных плантаций, созданных с использованием пород с заданными характеристиками (повышенная продуктивность, пониженное содержание лигнинов, повышенная доля целлюлозы, усиленная ассимиляция азота почвы).

Актуальность проекта вызвана все возрастающей значимостью лесных плантаций целевого назначения в качестве источника древесины, изменением климата и связанными с этим эффектами для биогеохимических циклов биофильных элементов. Новизна проекта заключается в использовании в качестве биологических моделей трансгенных форм древесных растений с заданными характеристиками.

Ожидаемые результаты проекта

- Математические модели оценки и прогнозирования продуктивности древостоя, круговоротов азота и углерода в искусственных лесных экосистемах, созданных с использованием деревьев с заданными свойствами;
 - Стандартные региональные прогнозных модели 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;
 - Технология оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками;
 - Онлайн-репозиторий для обеспечения свободного доступа к версиям прогнозных моделей;
 - Программный продукт для оценки и прогнозирования экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками;
 - Интернет-портал для обеспечения доступа к окончательной версии программного продукта по оценке и прогнозированию экологических эффектов лесных плантаций, созданных на основе деревьев с заданными характеристиками;
 - Учебное пособие по пользованию разработанной системы моделей по оценке и прогнозированию экологических эффектов лесных плантаций.
- Полученные результаты превышают мировой уровень работ в области моделирования экологических последствий долговременного выращивания деревьев на лесных плантациях целевого назначения, так как до настоящего времени модели с использованием деревьев с заданными характеристиками не использовались.

Перспективы практического использования

Результаты данного проекта могут быть использованы при проведении экологической экспертизы проектов по искусственным лесным насаждениям, а также для оценки экологических эффектов лесных плантаций целевого назначения. В качестве возможных потребителей ожидаемых результатов выступают лесных хозяйства, предприятия лесной и деревообрабатывающей промышленности, природоохранные организации, высшие учебные заведения и научно-исследовательские институты.

Технология оценки и прогнозирования экологического эффекта лесных плантаций целевого назначения позволит:

- на научной основе проводить закладку данных плантаций, что будет способствовать соответствующему уменьшению вырубок естественных лесонасаждений;
- достичь значительного экономического эффекта за счет более эффективного лесопользования и учета содержания питательных веществ в почве;
- повысить точность прогнозирования круговорота азота и углерода в лесных экосистемах;
- ослабить возможные негативные последствия изменения климата в местах размещения лесных плантаций.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

1. Проведена работа по адаптации и доращиванию трансгенных растений осины и березы в условиях открытого полигона контейнеризированных культур.
2. Проведен анализ экспрессии рекомбинантных генов на уровнях транскрипции и трансляции в тканях биотехнологических форм осины и березы с разными целевыми признаками методом ОТ-ПЦР (Рис. 1).
3. Заложен долгосрочный модельный эксперимент в условиях открытого полигона использованием контейнеризированных растений осины (650 шт.) и березы (375 шт.) (Рис. 2).
4. Биометрические анализы в условиях открытого полигона позволили выделить линии трансгенных растений, характеризующихся ускорением роста и повышенной продуктивностью (Рис. 3).
5. Проведён анализ растительных образцов биотехнологических форм осины и березы с целью определения содержания азота, углерода, лигнинов, целлюлозы и пентозанов.
6. Заложен долгосрочный эксперимент по разложению растительных образцов (листьев, стеблей, корней) биотехнологических форм осины и березы с генами GS, Xeg и 4CL (Рис. 4).

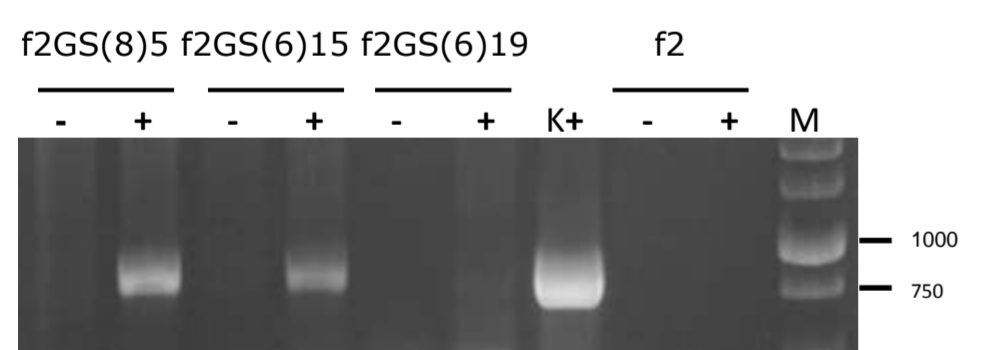


Рис. 1. ОТ-ПЦР анализ препаратов тотальной РНК осины на ген GS. f2 - нетрансформированная линия осины, -- РНК растений, + - кДНК, K+ - положительный контроль, M - молекулярный маркер.



Рис. 2. Растения березы на открытом полигоне.

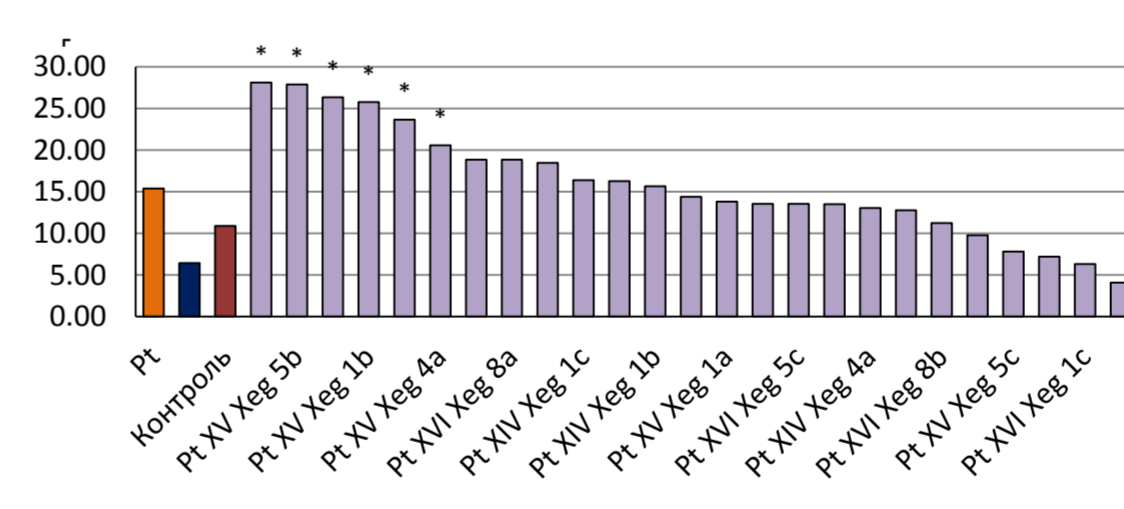


Рис. 3. Сравнительный анализ биомассы растений осины с геном Xeg (* - статистически достоверное отличие от контроля (p < 0,05)).

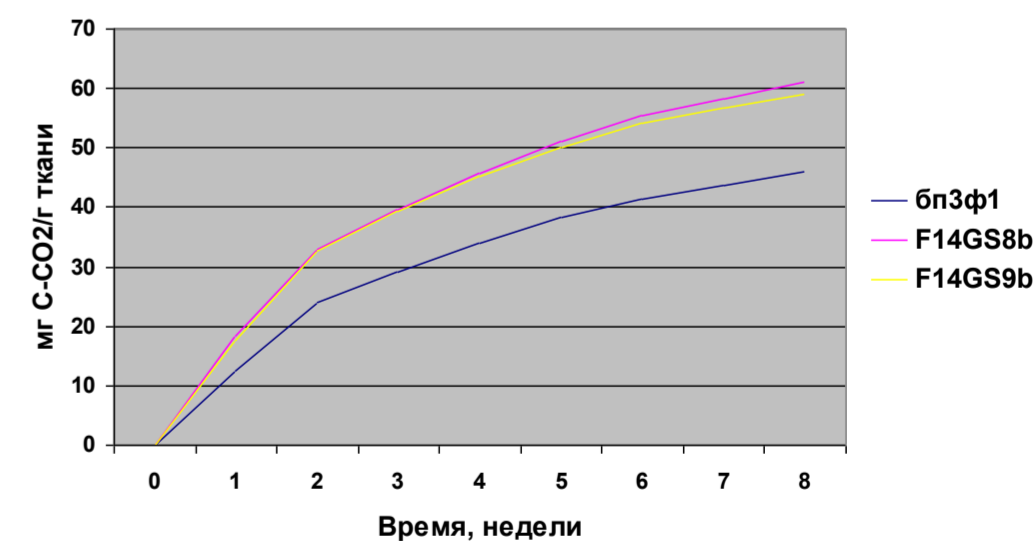


Рис. 4. Эмиссия CO₂ при разложении стеблей березы с геном GS.

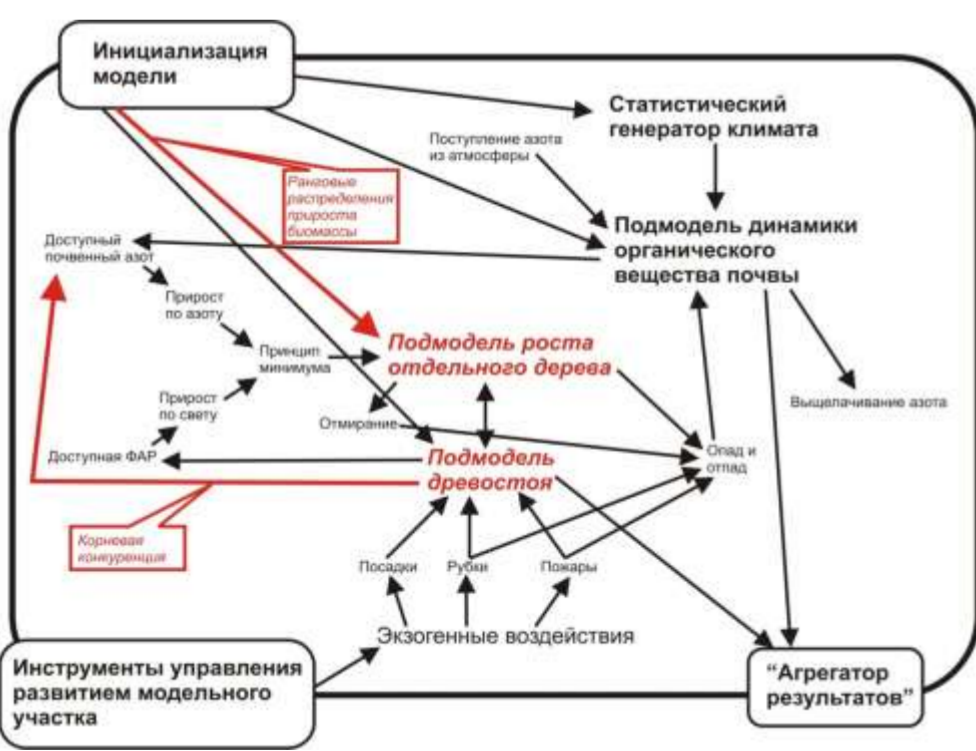


Рис. 5. Блок-схема модели EFIMOD-fbp

7. Заложен полевой модельный эксперимент (опытная лесная культура) на сертифицированном испытательном полигоне.
8. Разработана математическая модель оценки и прогнозирования продуктивности древостоя, круговоротов азота и углерода в искусственных лесных экосистемах, созданных с использованием деревьев с заданными характеристиками (Рис. 5).
10. Построены стандартные региональные прогнозных модели на основе метода использования трансгенных клонов осины и березы в качестве биологических моделей при прогнозировании круговоротов азота и углерода в искусственных лесных экосистемах (Рис. 6).
11. По результатам НИР опубликована статья: Комаров А.С., Чертов О.Г., Быховец С.С., Припутина И.В., Шанин В.Н., Видягина Е.О., Лебедев В.Г., Шестибратов К.А. Воздействие осинового плантации с коротким оборотом рубки на биологический круговорот углерода и азота в лесах бореальной зоны: модельный эксперимент // Математическая биология и биоинформатика. – 2015. – Т. 10. – № 2. – С. 398-415.

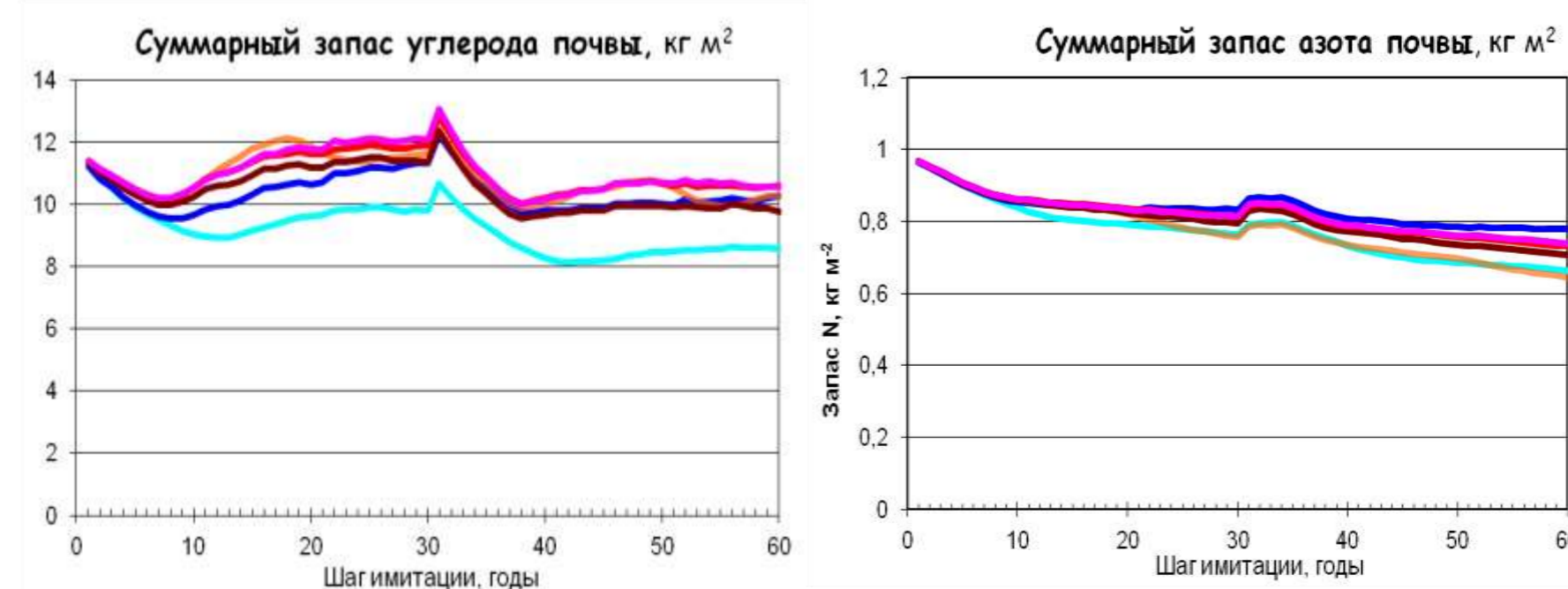


Рис. 6. Пример использования стандартной региональной прогнозных модели EFIMOD-fbp: регион – Республика Марий Эл, почва – серая лесная среднесуглинистая.

Партнеры проекта

Иностранный партнер (университет Гёттингена, Германия) выполняет транскриптомный анализ биотехнологических форм осины и березы, трансформированных генами GS, Xeg и 4CL. Анализ проводится на растениях, выращенных в условиях защищенного грунта и открытой площадки. Объем финансирования 30,0 млн. руб.

Ключевой соисполнитель (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино) выполняет работы по разработке математических моделей оценки и прогнозирования продуктивности древостоя, круговоротов азота и углерода в искусственных лесных экосистемах.