

На правах рукописи

Лутай Сергей Сергеевич

**Использование фиторегуляторов для стимулирования
прорастания семян и роста древесных и травянистых растений**

Специальность 4.1.6 – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры,
агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Екатеринбург, 2026

Работа выполнена в
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Научный руководитель:	доктор сельскохозяйственных наук, профессор Сергей Вениаминович Залесов
Официальные оппоненты:	Ермакова Мария Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБУН Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория популяционной биологии древесных растений и динамики леса, ведущий научный сотрудник; Коновалова Дарья Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», научная лаборатория «Селекция древесных растений», младший научный сотрудник.
Ведущая организация:	ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева»

Защита состоится 20 марта 2026 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 24.2.424.02 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (www.usfeu.ru).

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. с.-х. наук, доцент

Магасумова
Альфия Гаптрауфовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Выполнение работ по озеленению и лесовосстановлению вызывает необходимость в выращивании большого количества качественного посадочного материала древесных и травянистых растений в короткие сроки. Применяемые в настоящее время технологии выращивания посадочного материала не всегда обеспечивают выполнение поставленных задач, что вызывает необходимость внедрения современных достижений науки с использованием при выращивании посадочного материала экологически безопасных средств, в том числе стимуляторов роста. В качестве последних используются фиторегуляторы, созданные на основе растительного сырья и содержащие в своем составе биологически активные вещества, вызывающие ростостимулирующий эффект в малых и сверхмалых концентрациях. Использование фитостимуляторов позволяет увеличить всхожесть семян, ускоряет их прорастание, способствует ускорению роста посадочного материала и его лучшей приживаемости при пересадке. Указанное свидетельствует о несомненной актуальности поиска новых составов фитостимуляторов, обеспечивающих максимальный эффект при минимальных трудовых и финансовых затратах.

Степень разработанности темы исследований. Проблемой разработки стимуляторов роста растений давно и достаточно успешно занимаются ученые большинства стран мира. В то же время большинство работ посвящено синтетическим стимуляторам, а количество публикаций по применению фиторегуляторов, то есть препаратов на основе биологического сырья, недостаточно, что ограничивает их применение при выращивании посадочного материала для озеленения, лесовосстановления и лесоразведения. Указанное предопределило направление наших исследований.

Диссертация является законченным научным исследованием.

Цель и задачи исследования. На основе установления воздействия фиторегуляторов, полученных на основе проростков яровой пшеницы, хвой ели сибирской, побегов ивы и другого растительного сырья, на всхожесть и интенсивность прорастания семян, а также рост древесных и травянистых растений, разработать предложения по повышению эффективности выращивания посадочного материала для озеленения, лесовосстановления и лесоразведения.

В соответствии с поставленной целью в процессе исследований решались следующие задачи:

1. Проанализировать эффективность применения фиторегуляторов на всхожесть семян и рост травянистых растений на примере космеи дваждыперистой (*Cosmos bipinnatum* Cav.).
2. Проанализировать эффективность применения фиторегулятора на всхожесть семян древесных растений.
3. Проанализировать эффективность инкрустации корневых систем сеянцев ели сибирской (*Picea obovate* Ledeb.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на их приживаемость при пересадке на лесокультурную площадь.
4. Разработать способы получения фиторегуляторов на основе растительного сырья.

Научная новизна. Впервые экспериментально установлена эффективность значительного перечня фиторегуляторов, созданных на основе растительного сырья на всхожесть и энергию прорастания семян, а также рост древесных и травянистых растений. Разработаны способы получения фиторегуляторов из биологического сырья. Установлена эффективность инкрустации фитоминеральным гелем корневых систем сеянцев хвойных видов на их приживаемость при пересадке

Практическая и теоретическая значимость работы. Полученные данные расширяют современные знания о влиянии фиторегуляторов на всхожесть и энергию прорастания семян, а также их рост и приживаемость растений при пересадке. Определены концентрации фиторегуляторов, обеспечивающие максимальный эффект при обработке семян. Разработаны оригинальные способы получения фиторегуляторов из проростков яровой пшеницы, хвои ели сибирской, их сочетаний, а также из проростков картофеля, побегов ивы, надземных и подземных частей лопуха большого. Разработан способ получения фитоминерального геля из хвои ели сибирской и бентонитовой глины для инкрустации корневых систем сеянцев при их пересадке. Основные результаты выполненных исследований использованы при подготовке учебных курсов для бакалавров и магистров по направлению «Лесное дело» (имеется справка о внедрении).

Методология и методы исследования. Исследования проведены с применением комплекса экспериментальных методов, базирующихся на общепринятых и авторских методиках. В основу обработки экспериментальных данных положен математико-статистический метод с использованием стандартных пакетов прикладных программ MS Office Excel, «Statistica 10.0» и др.

Положения, выносимые на защиту:

1. Эффективность влияния различных концентраций фиторегуляторов на энергию прорастания, всхожесть семян и рост травянистых растений.
2. Эффективность влияния различных концентраций фиторегуляторов на энергию прорастания и всхожесть семян древесных растений.
3. Эффективность обработки корневых систем сеянцев хвойных видов фитоминеральным гелем на их приживаемость при пересадке.
4. Способы приготовления фиторегуляторов на основе растительного сырья.
5. Предложение по повышению эффективности выращивания посадочного материала.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследований подтверждается комплексным подходом к их проведению, значительным объемом материалов, полученных с соблюдением требований апробированных методик, использованием современных методов обработки, анализа и оценки достоверности данных.

Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на XI, XII Республ. науч.-техн. конф. «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана» (Усть-Каменогорск, 2011, 2012); Междунар. науч.-практ. конф.

«Двадцать лет развития Казахстана – путь к инновационной экономике: достижения и перспективы» (Усть-Каменогорск, 2011); Междунар. науч.-техн. конф. «Зеленая экономика – будущее человечества» (Усть-Каменогорск, 2014); Междунар. молод. науч.-практ. конф. «Прогрессивные технологии и процессы» (Курск, 2014); Республ. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы естествознания: опыт, практика и перспективы развития» (Усть-Каменогорск, 2015); IX Междунар. конф. «Эффективное использование ресурсов и охрана окружающей среды – ключевые вопросы развития горно-металлургического комплекса» (Усть-Каменогорск, 2015); III, V, IX, X Междунар. науч.-техн. конф. «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана» (Усть-Каменогорск, 2017, 2019; 2022, 2023; 2024); Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы устойчивого развития лесного комплекса» (Алматы, 2018); Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. «Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения» (Н. Новгород, 2022).

Личный вклад автора заключается в формулировке цели, задач, программы исследований, постановке опытов, сборе материала с дальнейшей его обработкой, анализом и интерпретацией полученных данных; подготовке научных публикаций диссертации и автореферата.

Публикации по теме научного исследования. Основные материалы по теме научного исследования опубликованы в 34 печатных изданиях, в том числе в 5 статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, а также 5 патентах.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 179 страницах машинописного текста и включает в себя введение, пять глав, заключение, рекомендации производству и 5 приложений. Библиографический список включает в себя 139 источников, в том числе 15 на иностранных языках. Текст диссертации проиллюстрирован 56 рисунками и 48 таблицами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Применение биологически активных веществ при выращивании посадочного материала для озеленения, лесовосстановления и лесоразведения

Для озеленения, лесовосстановления и лесоразведения требуется значительное количество посадочного материала, который выращивается семенным способом. Однако семена многих видов растений имеют низкую всхожесть, а период их прорастания сильно растянут во времени. Кроме того, нередко семена находятся в состоянии ограниченного покоя и не прорастают даже при благоприятных экологических условиях (Николаева, 1982), что снижает эффективность выращивания рассады и сеянцев.

Одним из направлений повышения всхожести семян и энергии их прорастания является использование биологически активных веществ (БАВ), содержащихся в используемых фиторегуляторах. До последнего времени доминировали синтетические стимуляторы роста растений, которые широко применялись в

сельском хозяйстве (Шевелуха, Блиновский, 1990; Кульнев, Соколова, 1997; Острошенко В.Ю., Острошенко Л.Ю., 2024 и др.). В то же время экологически более безопасно и экономически выгодно создавать фиторегуляторы на основе биологического, прежде всего растительного, сырья. Однако работ в данном направлении относительно немного, что сдерживает применение фиторегуляторов при выращивании посадочного материала.

Особо следует отметить, что фиторегуляторы характеризуются избирательным воздействием. Эффективность их существенно различается в зависимости от концентрации, при этом положительное воздействие конкретной концентрации на семена одного вида, может оказать противоположное воздействие на семена другого вида. Последнее вызывает необходимость, несмотря на достаточно обширный перечень фиторегуляторов, разрабатывать их новые виды для повышения эффективности выращивания широкого ассортимента посадочного материала. Кроме того, необходимо разрабатывать способы получения фиторегуляторов, обеспечивающие их низкую себестоимость и доступность.

2. Природные условия и лесной фонд района исследований

Основной объем исследований был выполнен на территории коммунального государственного учреждения «Усть-Каменогорское лесное хозяйство» (КГУ «Усть-Каменогорское ЛХ») Управления природных ресурсов и регулирования природопользования Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. Указанная территория является частью Рудного Алтая, который входит в обширную Алтайскую горную систему.

Климат района расположения КГУ «Усть-Каменогорское ЛХ» континентальный с суровой зимой и довольно теплым летом. Среднегодовая температура воздуха $+2,7^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца января $-16,3^{\circ}\text{C}$, наиболее теплого июля $+20,5^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая сумма осадков в г. Усть-Каменогорске – 487 мм. Среднегодовая скорость ветра – 2,3 м/с. Средняя продолжительность безморозного периода 121 день.

Горный рельеф местности с колебаниями высот от 350 до 1694 м над уровнем моря определяет значительную дифференциацию почв и климатических условий. Доминирующими являются горнолесные светло (темно) – серые средней степени оподзоленности почвы.

В районе исследований имеется значительное количество рек. Последние по характеру питания относятся к смешанному типу. Реки горные, на весенний период приходится до 70% их годового стока.

Лесной фонд КГУ «Усть-Каменогорское ЛХ» составляет 246530,0 га, из них 76,4% занимают лесные угодья, а 172589 га приходится на земли, покрытые лесной растительностью. Последние на 121645,4 га представлены насаждениями основных лесобразующих пород, 50843,8 га приходится на кустарниковые заросли, что в сочетании со средней относительной полнотой древостоев 0,54 свидетельствует о высокой потенциальной возможности повышения продуктивности лесов.

На склонах крутизной более 20° произрастает 48,2% всех насаждений учреждения. Обеспеченность спелых и перестойных насаждений подростом предварительной генерации составляет 0,7%. В составе насаждений основных пород лесообразователей преобладает пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.) – 32,7% площади. Все леса относятся к защитным.

Для повышения продуктивности лесов и сохранения ими устойчивости необходимо усилить работу по искусственному лесовосстановлению преимущественно путем создания предварительных и подпологовых лесных культур.

3. Программа, методика исследований и объем выполненных работ

В соответствии с целью и задачами исследований была составлена и реализована следующая программа работ:

1. Проанализировать научные и ведомственные материалы по проблеме использования биологически активных веществ для ускорения прорастания семян и выращивания посадочного материала.

2. Выполнить анализ природных условий района исследований.

3. Разработать и реализовать способы получения фиторегуляторов из растительного сырья.

4. Изучить влияние фиторегуляторов, созданных на основе проростков яровой пшеницы, хвои ели сибирской, их композиций различной концентрации на всхожесть, энергию прорастания семян и рост космеи дваждыперистой (*Cosmos bipinnatum* Cav.)

5. Изучить влияние различных концентраций фиторегулятора из побегов ивы на всхожесть и энергию прорастания семян лиственных древесных видов.

6. Изучить влияние различных концентраций фиторегуляторов, созданных на основе проростков картофеля, надземных и подземных частей лопуха большого на всхожесть семян ели сибирской.

7. Изучить перспективность инкрустации корней сеянцев ели сибирской и сосны обыкновенной на приживаемость после пересадки.

8. На основе проведенных исследований разработать предложения по совершенствованию выращивания посадочного материала.

В основу работы положен комплексный подход к проведению исследований. В качестве объекта исследований среди травянистых растений была выбрана космея дваждыперистая (*Cosmos bipinnatum* Cav.), среди лиственных древесных видов тополь душистой (*Populus suaveolens* Fisch.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), среди хвойных ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.).

В ходе исследований устанавливалась эффективность различных концентраций фиторегуляторов, содержащих биологически активные вещества (БАВ) на всхожесть и энергию прорастания семян указанных ранее видов растений. При этом были разработаны и получены фиторегуляторы из проростков яровой

пшеницы, хвои ели сибирской, их сочетаний, побегов ивы, проростков картофеля клубненосного (*Solanum tuberosum* L.), надземных и подземных частей лопуха большого (*Arctium lappa* L.).

Технология получения фиторегулятора подбиралась с учетом специфики биологического сырья. Так, при использовании проростков картофеля они измельчались на гомогенизаторе до размеров не более 2-3 мм, а затем помещались на 10 суток в рефрижератор, где находились при температуре от 0 до 4⁰С. Затем в измельченные проростки добавлялась дистиллированная вода в соотношении 1:10 и полученный состав кипятился 1 час, после чего фильтровался через ватно-марлевый фильтр и центрифугировался при 3000 об/мин в течение 15 минут. Полученный в результате состав разбавлялся 0,5% раствором формалина, который обеспечивал его консервацию.

Подобные технологии применялись и при получении других фиторегуляторов.

Для изучения влияния различных концентраций фиторегулятора на всхожесть и энергию прорастания семян последний разбавлялся дистиллированной водой до следующих концентраций: 1,0; 0,1; 0,01; 0,001 и 0,0001. В растворах данных концентраций замачивались отобранные здоровые вызревшие семена в течение суток. Шестой вариант опыта служил контролем и семена при его проведении замачивались в дистиллированной воде. Семена высевались в грунт и ежедневно устанавливалась их всхожесть путем пересчета проростков. Помимо динамики всхожести семян устанавливалась конечная всхожесть и период времени с момента посева и до завершения появления новых всходов.

Влияние фиторегулятора на рост травянистых растений устанавливалось путем обмера высоты, диаметра, длины листьев и корней растений, а также подсчетом количества листьев у 100 растений космеи дваждыперистой спустя 30 и 60 дней после посева.

По аналогичной схеме анализировались всхожесть и энергия прорастания семян у листовых и хвойных видов. Полученные опытные данные сравнивались с контролем.

При определении эффективности инкрустации корней ели сибирской и сосны обыкновенной перед посадкой корневые системы сеянцев помещались на 3-5 секунд в фитоминеральный гель, созданный на основе фиторегулятора из хвои ели сибирской и бентонитовой глины. При этом высота сеянцев определялась перед посадкой весной и в процессе инвентаризации осенью. Одновременно осенью замерялся прирост по высоте и устанавливалась сохранность в соответствии с нормативными документами и апробированными рекомендациями (Огиевский, Киров, 1964; Бунькова и др., 2020; Об утверждении ..., 2021; Данчева и др., 2023).

Обработка материалов производилась на ПЭВМ типа IBM PC с помощью прикладных программ и с учетом рекомендаций (Василевич, 1969; Митропольский, 1971; Зайцев, 1984).

В процессе исследований разработаны, созданы и прошли проверку на предмет установления оптимальной концентрации 6 видов фиторегуляторов. Исследована всхожесть и энергия прорастания 60,0 тыс. шт. семян космеи дваждыперистой, 2,5 тыс. шт. семян листовых пород и 3,6 тыс. шт. семян ели сибирской. Замерены биометрические показатели у 6 тыс. травянистых растений. Определены высоты, приросты и приживаемость у 0,7 тыс. шт. сеянцев ели сибирской и 1,7 тыс. шт. сосны обыкновенной.

4. Влияние биологически активных добавок на всхожесть, энергию прорастания семян и рост травянистых растений

Из травянистых растений, в качестве тестового вида, для изучения влияния фиторегуляторов разной концентрации была выбрана космея дваждыперистая (*Cosmos bipinnatum* Cav.), широко используемая в озеленении. Для проведения опытов были разработаны и изготовлены следующие фиторегуляторы, содержащие БАВ:

- из проростков яровой пшеницы;
- из проростков яровой пшеницы, законсервированный 0,5% раствором формалина;
- из хвои ели сибирской;
- из проростков яровой пшеницы и хвои ели сибирской (1:1), законсервированный 0,5% раствором формалина;
- из проростков яровой пшеницы и хвои ели сибирской (2:1), законсервированный 0,5% раствором формалина.

Исследования показали, что фиторегуляторы всех указанных видов и концентраций оказывают положительное влияние на всхожесть семян космеи дваждыперистой и скорость их прорастания. Лучшие результаты получены по вариантам опыта, приведенным в табл. 1.

Таблица 1. – Лучшие варианты применения фиторегуляторов для стимулирования прорастания семян космеи дваждыперистой

Вид фиторегулятора	Оптимальная концентрация, %	Период прорастания семян, суток	Всхожесть, %
Раствор из проростков яровой пшеницы	0,01	2-4	99
Раствор из проростков пшеницы с 0,5% формалина	0,01	2-4	99
Раствор из хвои ели сибирской	0,01	3-5	98
Раствор из проростков яровой пшеницы, хвои ели сибирской (1:1) с 0,5% формалина	0,1	2-4	99
Раствор из проростков яровой пшеницы и хвои ели сибирской (2:1) с 0,5% формалина	0,01	3-5	96,5
Контроль	0	2-8	88-90

Материалы табл. 1 наглядно свидетельствуют, что лучшие результаты достигаются при использовании фиторегулятора из проростков яровой пшеницы и

проростков яровой пшеницы с 0,5% раствором формалина в концентрации 0,01%, а также при использовании смеси фиторегуляторов из проростков яровой пшеницы и хвои ели сибирской (1:1) с 0,5% раствором формалина в концентрации 0,1%. Использование указанных фиторегуляторов обеспечивает экономию семян на 9-12%, а также ускоряет их прорастание на четверо суток, что очень важно при выращивании рассады.

Обработка семян космеи дваждыперистой путем замачивания в растворах фиторегуляторов разных концентраций оказывает влияние не только на их всхожесть и энергию прорастания, но и на рост растений и их фитомассу в первые 60 суток после посева. Так, в частности, различия в фитомассе растений космеи дваждыперистой через 60 дней после посева, между контрольным и опытными вариантами статистически достовернее ($t_{0,05} = 2,086$ при $t_{\text{факт.}} = 3,214-5,938$).

В таблице 2 приведены данные о биометрических показателях растений и их фитомассе в лучших вариантах применения фиторегуляторов роста.

Таблица 2. – Дозы фитостимуляторов, обеспечивающие лучшие показатели роста растений космеи

Вид фитостимулятора	Оптимальная концентрация, %	Высота растения, см	Диаметр растения, мм	Средняя масса растения, г	Длина листьев, см	Длина корней, см
1	2	3	4	5	6	7
Спустя 30 дней после посева семян						
Раствор из проростков яровой пшеницы	0,01	21,03±2,00	2,00±0,15	0,88±0,028	3,26±0,20	5,00±0,20
Раствор из проростков яровой пшеницы с 0,5% раствором формалина	0,01	22,00±2,11	2,10±0,15	0,98±0,028	3,30±0,20	5,12±0,30
Раствор из хвои ели сибирской	0,01	20,05±2,02	1,90±0,18	0,87±0,017	3,11±0,21	4,92±0,30
Раствор из проростков яровой пшеницы и хвои ели сибирской (1:1) с 0,5% раствором формалина	0,1	24,02±2,20	2,44±0,25	1,07±0,024	3,50±0,19	5,40±0,33
Раствор из проростков яровой пшеницы и хвои ели сибирской (2:1) с 0,5% раствором формалина	0,01	23,03±2,02	2,31±0,18	1,05±0,017	3,41±0,21	5,32±0,28
Контроль	0	13,06±0,06	1,62±0,01	0,35±0,013	2,52±0,01	4,04±0,03

1	2	3	4	5	6	7
Спустя 60 дней после посева семян						
Раствор из проростков яровой пшеницы	0,01	65,02±2,25	5,63±0,30	3,76±0,19	9,03±0,30	14,07±0,40
Раствор из проростков яровой пшеницы с 0,5% раствором формалина	0,01	66,07±0,01	5,81±0,01	4,19±0,33	9,20±0,01	14,20±0,01
Раствор из хвои ели сибирской	0,01	64,03±2,42	5,31±0,30	3,74±0,15	8,71±0,30	13,72±0,40
Раствор из проростков яровой пшеницы и хвои ели сибирской (1:1) с 0,5% раствором формалина	0,1	68,30±3,00	6,73±0,30	4,62±0,35	9,22±0,35	14,60±0,30
Раствор из проростков яровой пшеницы и хвои ели сибирской (2:1) с 0,5% раствором формалина	0,01	67,08±2,40	5,80±0,30	4,04±0,50	9,25±0,40	14,20±0,40
Контроль	0	53,30±0,20	4,58±0,01	1,50±0,13	7,07±0,20	11,21±0,20

В целом можно отметить, что лучшими показателями роста характеризуются растения космеи дваждыперистой, семена которых были обработаны перед посевом фиторегулятором из проростков яровой пшеницы и хвои ели сибирской (1:1) с 0,5% раствором формалина в концентрации 0,1%. При этом положительное влияние на рост и фитомассу растений космеи дважды перистой оказали другие виды и концентрации фиторегуляторов.

4. Влияние фиторегуляторов на всхожесть семян древесных растений и приживаемость сеянцев при пересадке

В качестве стимуляторов для повышения всхожести семян и энергии их прорастания у тополя душистого, вяза гладкого, дуба черешчатого, клена остролистного и ясеня обыкновенного использовался фиторегулятор на основе побегов ивы в пяти вариантах концентрации: 1,0; 0,1; 0,01; 0,001 и 0,0001%. Выполненные исследования показали, что все указанные концентрации фиторегулятора оказывают положительное влияние на всхожесть семян и скорость их прорастания. Так, в частности, всхожесть семян дуба черешчатого при обработке фиторегулятором в концентрации 0,01% увеличилась до 98% при 84% на контроле, а период прорастания сократился до 27 суток при 30 сутках на контроле (табл. 3).

Лучшими для различных видов лиственных древесных растений оказались концентрации фиторегулятора, приведенные в табл. 4.

Таблица 3. – Всхожесть семян дуба черешчатого после обработки желудей различными концентрациями фиторегулятора из побегов ивы, шт./%

№ варианта	Концентрация фиторегулятора, %	Период с момента посева, сутки							Всего высеянных семян
		24	25	26	27	28	29	30	
1	1,0	<u>27</u>	<u>37</u>	<u>40</u>	<u>44</u>	<u>49</u>	<u>49</u>	<u>49</u>	<u>50</u>
		54	74	80	88	98	98	98	100
2	0,1	<u>25</u>	<u>29</u>	<u>37</u>	<u>40</u>	<u>46</u>	<u>46</u>	<u>46</u>	<u>50</u>
		50	58	74	80	92	92	92	100
3	0,01	<u>30</u>	<u>38</u>	<u>43</u>	<u>49</u>	<u>49</u>	<u>49</u>	<u>49</u>	<u>50</u>
		60	76	86	98	98	98	98	100
4	0,001	<u>27</u>	<u>31</u>	<u>37</u>	<u>44</u>	<u>48</u>	<u>48</u>	<u>48</u>	<u>50</u>
		54	62	74	88	96	96	96	100
5	0,0001	<u>28</u>	<u>35</u>	<u>39</u>	<u>43</u>	<u>45</u>	<u>45</u>	<u>45</u>	<u>50</u>
		56	70	78	86	90	90	90	100
6	Контроль	<u>21</u>	<u>24</u>	<u>29</u>	<u>33</u>	<u>37</u>	<u>40</u>	<u>42</u>	<u>50</u>
		42	48	58	66	74	80	84	100

Таблица 4. – Лучшие концентрации фиторегулятора, созданного из побегов ивы для обработки семян лиственных видов при посеве

Вид растения	Оптимальная концентрация, %	Период прорастания семян, сутки	Всхожесть семян, %
Тополь душистый (<i>Populus suaveolens</i> Fisch.)	<u>0,01</u> *	<u>7-10</u>	<u>98</u>
	0	7-13	86
Вяз гладкий (<i>Ulmus laevis</i> Pall.)	<u>0,01</u>	<u>7-10</u>	<u>98</u>
	0	7-13	88
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	<u>0,01</u>	<u>24-27</u>	<u>98</u>
	0	24-30	84
Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.)	<u>0,01</u>	<u>12-15</u>	<u>98</u>
	0	12-18	88
Ясень обыкновенный (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	<u>0,01</u>	<u>12-15</u>	<u>98</u>
	0	12-18	84

*Числитель – опытный вариант, знаменатель – контроль

Материалы табл. 4 наглядно свидетельствуют, что применение фиторегулятора позволяет на 10-14% сократить расход и на 3-4 суток период прорастания семян указанных древесных видов.

Положительное влияние на всхожесть и энергию прорастания семян ели сибирской оказали фиторегуляторы из проростков картофеля, надземных и подземных частей лопуха большого. Эффективность применения указанных фиторегуляторов в лучших концентрациях приведена в табл. 5.

Как следует из материалов табл. 5, использование фиторегуляторов обеспечивает сокращение расхода семян на 10-11% при выращивании аналогичного количества посадочного материала. При этом на 3-4 суток сокращается период прорастания семян, что особенно важно при выращивании сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС).

Таблица 5 – Лучшие варианты применения фиторегулятора для стимулирования прорастания семян ели сибирской

Вид фиторегулятора	Оптимальная концентрация, %	Период прорастания семян, сутки	Всхожесть семян, %
Из проростков картофеля	0,01	7–10	99
Из надземных частей лопуха большого	0,01	7–10	98
Из подземных частей лопуха большого	0,01	7–9	99
Контроль	0	7–13	88

Для повышения приживаемости сеянцев ели сибирской и сосны обыкновенной нами предлагается обработка их корневых систем при пересадке фитоминеральным гелем, созданным на основе фиторегулятора роста из хвои ели сибирской и бентонитовой глины. Применение фитоминерального геля обеспечивает приживаемость сеянцев ели сибирской от 90 до 100% при 89,3% на контроле и двукратное увеличение прироста в высоту, по сравнению с таковым на контроле у сохранивших жизнеспособность сеянцев.

Приживаемость сеянцев сосны обыкновенной при использовании фитоминерального геля увеличивается до 81,8% при 57% на контроле, а величина прироста в высоту составляет $7,1 \pm 0,17$ см и $6,6 \pm 0,14$ см соответственно.

Заключение

Повышение эффективности лесного хозяйства вызывает необходимость увеличения доли искусственного лесовосстановления, а, следовательно, выращивания качественного посадочного материала. Основным способом размножения хвойных и лиственных пород является семенной. Последнее относится и к рассаде при проведении озеленительных работ. Однако значительная часть видов растений характеризуется периодичностью семеношения, что вызывает трудности в обеспечении районированными семенами. Кроме того, нередко семена находятся в состоянии покоя и их прорастание задерживается даже при создании оптимальных экологических условий.

Повысить всхожесть семян можно приемами предпосевной обработки. Так, в частности, при обработке семян фиторегуляторами роста, содержащими БАВ, происходит активизация биологических процессов, повышается активность фитогормонов, активизируется синтез ДНК и РНК, деятельность ферментов, что приводит к стимуляции деления, роста и дифференциации клеток.

В процессе исследований нами разработаны, получены и апробированы на семенах травянистых и древесных растений фиторегуляторы роста. Последние созданы на основе проростков яровой пшеницы, хвои ели сибирской, побегов ивы, проростков картофеля, надземных и подземных частей лопуха большого. Экспериментально установлено, что фиторегуляторы, созданные на основе проростков яровой пшеницы, хвои ели сибирской и их сочетания позволяют повысить всхожесть травянистых растений, в частности, космеи дваждыперистой (*Cosmos bipinnatum* Cav.). Последнее позволяет сократить расход семян на 10–12%. Кроме того, замачивание семян в растворе фиторегулятора обеспечивает сокращение срока прорастания семян, улучшает рост и устойчивость растений.

Последнее способствует увеличению периода цветения космеи дваждыперистой, что особенно важно при создании объектов озеленения.

Для повышения всхожести семян листовых древесных видов был использован фиторегулятор на основе побегов ивы. Использование указанного фиторегулятора в концентрации 0,01% обеспечило увеличение всхожести семян тополя душистого до 98% при 86% на контроле, вяза гладкого до 98% при 88% на контроле, дуба черешчатого до 98% при 84% на контроле, клена остролистного до 98% при 88% на контроле и ясеня обыкновенного до 98% при 84% на контроле.

Фиторегуляторы на основе проростков картофеля, надземной и подземной частей лопуха большого обеспечили увеличение всхожести семян ели сибирской при концентрации 0,01% до 98-99% при 88% всхожести семян без обработки.

Кроме того, обработка семян древесных растений обеспечивает сокращение срока их прорастания, что особенно важно при выращивании посадочного материала с ЗКС.

Приживаемость сеянцев ели сибирской и сосны обыкновенной можно увеличить путем инкрустации корней фитоминеральным гелем, созданным на основе фиторегулятора из хвои ели сибирской и бентонитовой глины. Помимо увеличения приживаемости до 90-100% при 89,3% в контрольном варианте у ели сибирской и до 81,8% при 57% на контроле у сосны обыкновенной, использование фитоминерального геля обеспечивает увеличение прироста у высаженных на лесокультурную площадь сеянцев в высоту. Последнее позволяет сократить количество агротехнических уходов за лесными культурами и затраты на их дополнение.

Рекомендации производству

1. Для производства фиторегуляторов может использоваться доступное растительное сырье, в частности, проростки яровой пшеницы, хвоя ели сибирской, побеги ивы, проростки картофеля, надземные и подземные части лопуха большого.

2. Технология получения фиторегуляторов характеризуется простотой и может быть реализована на любом лесном питомнике или в селекционно-семеноводческом центре.

3. Применение фиторегуляторов из проростков яровой пшеницы и хвои ели сибирской, а также их сочетаний в концентрации 0,01% позволяет уменьшить расход семян космеи дваждыперистой на 10% и обеспечить увеличение периода цветения данного вида на объектах озеленения.

4. Для увеличения всхожести семян листовых древесных видов оптимальным является применение фиторегулятора роста из побегов ивы в концентрации 0,01%.

5. Для повышения всхожести и ускорения прорастания семян ели сибирской целесообразно практиковать их замачивание перед посевом в растворе фиторегулятора концентрацией 0,01% из проростков картофеля, надземных и подземных частей лопуха большого.

6. Применение фиторегуляторов роста обеспечивает сокращение расхода семян на 10-12% и срока выращивания посадочного материала.

7. Для повышения приживаемости и улучшения роста сеянцев ели сибирской и сосны обыкновенной рекомендуется инкрустация корней при пересадке фитоминеральным гелем, состоящим из фиторегулятора на основе хвои ели сибирской и бентонитовой глины.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования

1. Лутай, С.С. Влияние биологически активных добавок на всхожесть семян / С.С. Лутай // Леса России и хозяйство в них. – 2025. – № 2 (93). – С. 70-77.

2. Лутай, С.С. Влияние фиторегулятора из побегов ивы остролистной (*Salix acutifolia* Willd.) на всхожесть семян деревьев лиственных пород / С.С. Лутай, Л.А. Старыгин, С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – № 7 (157). – URL: <https://research-journal.org/media/articles/19292.pdf> (дата обращения 02.12.2025).

3. Лутай, С.С. Перспективность инкрустации семян органоминеральными композитами / С.С. Лутай, Л.А. Старыгин, М.Ж. Дауленова, И.С. Кочегаров, С.В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. – 2025. – № 3 (94). – С. 4-11.

4. Alipina, K. Research competencies of student's direction "forestry" in the context of field practices / K. Alipina, K. Bakirova, Z. Kabatayeva, Z. Igissinova, S. Lutay // International Journal of Innovative Research and Scientific Studies. – 2025. – Vol. 8, № 2. – P. 583-597.

5. Asangaliyev, E.A. Spatial analysis and mapping of potential wildfires from landsat satellite data / E.A. Asangaliyev, B. Apshikur, S.S. Lutay, Zh.A. Assylkhanova // InterCarto. InterGIS. – Moscow: MSU, Faculty of Geography, 2024. – Vol. 30, Part 1. – P. 476-490.

Объекты интеллектуальной собственности

6. Патент на полезную модель № 2058 Республика Казахстан, МПК А01N 63/00 (2006.01) «Способ получения фитоминерального гидрогеля для повышения приживаемости саженцев хвойных деревьев». Заявка № 2016/0347.2: заявл. 20.06.2016; опубл. 15.03.2017, бюллетень № 5 / Воробьев А.Л., Калачев А.А., Данилов М.С., Лутай С.С., Оканов К.С.; патентообладатель РГ КП «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева».

7. Инновационный патент № 31103 Республика Казахстан, МПК А01С 1/00, А01N 63/00 «Способ стимуляции всхожести семян, роста и развития сельскохозяйственных растений». Заявка № 2014/1745.1: заявл. 25.11.2014; опубл. 16.05.2016, бюллетень № 5 / Воробьев А.Л., Асангалиев Е.А., Лутай С.С.; патентообладатель РГ КП «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева».

8. Патент на полезную модель № 2057 Республика Казахстан, МПК А01N 63/00 (2006.01) «Способ получения стимулятора роста и развития растений-регенераторов». Заявка № 2016/0208.2: заявл. 13.04.2016: опубл. 15.03.2017, бюллетень № 5 / Воробьев А.Л., Данилов М.С., Кузьмина Г.Н., Лутай С.С., Никифорова К.В.; патентообладатель РГ КП «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева».

9. Инновационный патент № 26005 Республика Казахстан, МПК А01N 63/00 (2011.01) «Способ получения фиторегулятора продуктивности растений». Заявка № 2011/1017.1: заявл. 04.10.2011: опубл. 14.09.2012, бюллетень № 9 / Воробьев А.Л., Лутай С.С., Алипина К.Б.; патентообладатель РГ КП «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева».

10. Инновационный патент № 26006 Республика Казахстан, МПК: А01N 63/00 (2011.01) «Способ получения фиторегулятора продуктивности растений». Заявка № 2011/1219.1: заявл. 24.11.2011: опубл. 14.09.2012, бюллетень № 9 / Воробьев А.Л., Лутай С.С., Алипина К.Б.; патентообладатель РГ КП «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева».

В журналах, рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан:

11. Алипина, К.Б. Инновационная биотехнология получения стимулирующего препарата и применение в повышении всхожести семян ели / К.Б. Алипина, Ж.К. Кабатаева, С.С. Лутай, Г.Е. Садыканова, Ж.Т. Игисинова // Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата. Серия сельскохозяйственных наук. – 2023. – № 2 (65). – С 240-248.

12. Лутай, С.С. Применение фитостимуляторов для укоренения стеблевых черенков / С.С. Лутай, А.Л. Воробьев, З.А. Аубакирова, Г.А. Жаирбаева, А.О. Лутай // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. – 2019. – № 1 (83). – С 27-33.

13. Китапбаева, А.А. Применение фитостимуляторов роста природного происхождения для повышения всхожести семян ели сибирской / А.А. Китапбаева, С.С. Лутай, К.Б. Алипина // Вестник государственного университета им. Шакарима города Семей. – 2019. – № 3 (87). – С. 240-245.

14. Лутай, С.С. Применение фиторегуляторов роста природного происхождения для повышения всхожести семян ели сибирской / С.С. Лутай, Г.А. Жаирбаева, А.Л. Воробьев, М.С. Данилов, А.О. Лутай // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. – 2017. – № 3 (77). – С 50-55.

15. Лутай, С.С. Разработка биотехнологии органоминеральных биокомпонентов для инкрустации семян / С.С. Лутай, А.Л. Воробьев, К.Б. Алипина, А.О. Лутай // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. – 2015. – № 2 (68). – С. 111-115

16. Лутай, С.С. Влияние фиторегулятора природного происхождения на всхожесть, динамику роста и развития садово-парковых культур / С.С. Лутай,

А.Л. Воробьев // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. – 2013. – № 1 (59). – С. 72-76.

17. Лутай, С.С. Применение фиторегулятора природного происхождения для выращивания садово-парковых культур / С.С. Лутай, А.Л. Воробьев, А.А. Горячева, М.А. Асылхан // Совместный выпуск: Вестника Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева и журнала Вычислительные технологии Института вычислительных технологий Сибирского отделения РАН. – 2013. – Часть 2. Вычислительные технологии. – С. 58-64.

18. Лутай, С.С. Технология получения фитостимулятора природного происхождения / С.С. Лутай, К.Б. Алипина // Совместный выпуск: Вестника Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева и журнала Вычислительные технологии Института вычислительных технологий Сибирского отделения РАН. – 2013. – Часть 3. Вычислительные технологии. – С. 234-241.

Публикации в других изданиях

19. Кохова, М.В. Определение влияния органического селена на корнеобразование черенков ивы остролистной (*Salix acutifolia*) / М.В. Кохова, А.Л. Воробьев, Е.А. Асангалиев, С.С. Лутай // Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана: Материалы IX Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. – Усть-Каменогорск, 2023. – С. 170-174.

20. Айбекова, А.А. Развитие технологий производства пролонгированного органоминерального удобрения для лесного хозяйства / А.А. Айбекова, Е.А. Асангалиев, А.Л. Воробьев, С.С. Лутай, А.О. Лутай // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения: Сборник научных статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 70-летию Владимира Петровича Бессчетнова, заведующего кафедрой «Лесные культуры» Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, доктора биологических наук, профессора и 30-летию высшего лесного образования в Нижегородской области. – Нижний Новгород, 2022. – С. 245-249.

21. Болатов, Д. Бұталы- ағаштары шикізаттарынан жалпақ жапырақты орман ағаштарының түрлерінің жасанды өсуіне арналған реттегіш заттарды жасау / Д. Болатов, Е.А. Асангалиев, С.С. Лутай // Творчество молодых инновационному развитию Казахстана: Материалы VIII Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых, посвященная 100-летию первых ректоров Серикбаева Д.М. и Сидорова А.К. – Усть-Каменогорск, 2022. – С. 75-77.

22. Лутай, С.С. Использование органоминеральных биокомпозитов для стимуляции роста и развития растений / С.С. Лутай // Лучший Молодой Ученый – 2020: I Международное книжное издание стран Содружества Независимых Государств. – Нур-Султан, 2020. – С 25-29.

23. Лутай, С.С. Разработка экологической биотехнологии производства биокомпозитов / С.С. Лутай, А.Л. Воробьев, М.С. Данилов, З.А. Аубакирова //

Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана: Материалы V Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. – Усть-Каменогорск, 2019. – С. 168-172.

24. Лутай, С.С. Повышение всхожести семян ели сибирской с применением фиторегуляторов роста природного происхождения / С.С. Лутай, А.Л. Воробьев, М.С. Данилов, Г.А. Жаирбаева, З.А. Аубакирова, А.О. Лутай, К.Б. Алипина // Актуальные проблемы устойчивого развития лесного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию высшего лесного образования в Казахстане. – Алматы, 2018. – С. 79-84.

25. Лутай, С.С. Фитоминеральный гидрогель для инкрустации корней саженцев хвойных пород деревьев / С.С. Лутай, А.Л. Воробьев, М.С. Данилов, А.А. Калачев, З.А. Аубакирова, А.О. Лутай, К.Б. Алипина // Актуальные проблемы устойчивого развития лесного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию высшего лесного образования в Казахстане. – Алматы, 2018. – С. 84-89.

26. Оспанов, Д.С. Инкрустация семян древесных пород / Д.С. Оспанов, С.С. Лутай // Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана: Материалы III Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. – Усть-Каменогорск, 2017. – С. 179-183.

27. Лутай, С.С. Повышение всхожести семян хвойных пород деревьев с использованием инновационной методики инкрустации / С.С. Лутай, А.Л. Воробьев, К.Б. Алипина // Актуальные проблемы естествознания: опыт, практика и перспективы развития: Сборник материалов республиканской научно-практической конференции. – Усть-Каменогорск, 2015. – С. 110-116.

28. Лутай, С.С. Increase of germination siberian spruce growth under phyto regulators / С.С. Лутай, К.Б. Алипина, Л.Е. Калиева, М.А. Асылхан, З.А. Аубакирова // Эффективное использование ресурсов и охрана окружающей среды – ключевые вопросы развития горно-металлургического комплекса: Материалы IX международной конференции и Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов: Материалы XII международной научной конференции. – Усть-Каменогорск, 2015. – С. 412-419.

29. Лутай, С.С. Прогрессивная технология получения фиторегулятора роста растений на основе проростков картофеля / С.С. Лутай, А.О. Лутай, Л.Е. Калиева, М.А. Асылхан // Прогрессивные технологии и процессы: Сборник научных статей международной молодежной научно-практической конференции. – Курск, 2014. – Том 1. – С. 348-353.

30. Lutay, S. Development of modern ways of increase of germination, dynamics of growth and progress of landscape gardening cultures / S. Lutay, K. Alipina, L. Kalieva // Materials of International Scientific and Practical Conference «Green economy is the future of humanity». – 2014a. – Part III. – P. 843–856.

31. Лутай, С.С. Регуляторы роста растений в садово-парковом хозяйстве / С.С. Лутай, К.Б. Алипина, А.Л. Воробьев // Творчество молодых – иннова-

ционному развитию Казахстана: Материалы XII республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. – Усть-Каменогорск, 2012. – С 156-157.

32. Лутай, С.С. Способ получения фиторегулятора из хвои ели сибирской / С.С. Лутай, А.Л. Воробьев // Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана: Материалы XII республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. – Усть-Каменогорск, 2012. – С. 154-155.

33. Лутай, С.С. Разработка фиторегулятора роста растений / С.С. Лутай, А.Л. Воробьев // Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана: Материалы XI республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. – Усть-Каменогорск, 2011. – С. 21-22.

34. Воробьев, А.Л. Применение фитостимуляторов для стимулирования всхожести роста и развития садово-парковых культур / А.Л. Воробьев, С.С. Лутай // Двадцать лет развития Казахстана – путь к инновационной экономике: достижения и перспективы: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию Независимости Республики Казахстан. – Усть-Каменогорск, 2011. – С. 84-85.

Отзыв на автореферат просим направить по адресу: 620100 г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37 Уральский государственный лесотехнический университет (ученому секретарю диссертационного совета 24.2.424.02 Магасумовой А.Г.)
E-mail: dissovet.usfeu@mail.ru

Подписано в печать 19.01.26. Объем 1.0 авт.л. Заказ № _____. Тираж 100.

620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».

Сектор оперативной полиграфии РИО