



Номинация «Ресурсосберегающее земледелие»

Учебно-исследовательская работа
**Искусственное лесовосстановление:
традиции и инновации**

Автор исследования: обучающаяся детского объединения «Дубравушка»
Архипова Анастасия Сергеевна, 11 класс, 17 лет

Педагог-координатор исследования: Вихирева Светлана Владимировна,
педагог дополнительного образования
+79603644164
Vichireva@mail.ru

КОНСУЛЬТАНТЫ:

Чернышев Антон Витальевич, к.б.н., заведующий естественно-научного
отдела ОГБУ ДО «Дворец творчества детей и молодёжи»
Фролова Ольга Валентиновна, старший преподаватель кафедры общей и
биологической химии Ульяновского государственного университета
Утина Светлана Геннадьевна, инженер охраны и защиты леса ГКУ
Ульяновской области "Ульяновское лесничество"

Сроки выполнения исследования: ноябрь 2017 г. – декабрь 2018 г.

Естественнонаучный комплекс Областного государственного бюджетного
учреждения дополнительного образования «Дворец творчества детей и
молодёжи»
432026, г. Ульяновск, улица Октябрьская, 42
8 (8422) 45-38-39
junnatka@mail.ru

Ульяновск, 2019

Содержание

1. Введение	3
2. Основная часть	
Глава 1. Обзор литературы по проблеме исследования	5
Глава 2. Методика проведенных исследований.....	7
2.1. Исследование почвы	8
2.2. Эксперимент по созданию капсульных сорбентов пролонгированного действия	9
2.3. Влияние полученных капсульных сорбентов на рост и развитие лесных культур.....	10
3. Результаты исследования	10
4. Заключение	18
5. Список литературы.....	19

1. Введение

Актуальность. Лесные ресурсы – неотъемлемый, один из самых важных стратегических аспектов благополучия и богатства народа нашей страны. Данный природный ресурс является возобновляемым, но процесс естественного лесовосстановления длительный, неуправляемый, подвержен воздействию множества негативных факторов.

Площадь земель лесного фонда Ульяновской области - 1026,3 тыс. га, что составляет всего лишь 27% её территории. Тем не менее, десятый год подряд наш регион успешно выполняет переданные на региональный уровень полномочия в сфере лесных отношений, ежегодно увеличивая доходность использования лесов. Только за восемь месяцев 2017 года в бюджетную систему Российской Федерации от использования ульяновских лесов поступил 161 миллион рублей, из которых 76 миллионов - в областной бюджет. Это позволяет региону занимать первое место в ПФО по размеру платежей с гектара лесной площади.

Таким образом, решение вопросов сбережения и приумножения лесных богатств Ульяновской области на сегодняшний день как никогда актуально и требует применения таких технологий, которые позволили бы повысить эффективность лесовосстановительных мероприятий с затратой меньшего количества ресурсов.

Проблема. Многие из современных проблем лесного хозяйства Ульяновской области связаны с восстановительными работами на территориях, подвергшихся стихийным или антропогенным воздействиям (вырубкам, пожарам).

С начала пожароопасного сезона (2017) в Ульяновской области зарегистрировано 48 лесных пожаров на общей площади 178,61 га, это в 2,5 раза больше, чем в 2016 году, по площади - выше в 11,9 раза. Ущерб лесной растительности составил 183,8 тыс. руб.

Кроме того, уничтожение лесов в последствии приводит к вымыванию питательных веществ из почвы, потери увлажненности, усилению эрозии, опустыниванию.

Также в интенсивном лесном хозяйстве нередко возникает вопрос об истощении питательных ресурсов почвы. А природные минеральные ресурсы недр, в отличие от лесных, считаются невозобновляемыми.

Существующие решения. Как известно, существует два направления лесовосстановительных работ:

- искусственное (посадка или посев леса);
- естественное (без вмешательства человека и с помощью человека - содействие естественному возобновлению).

Естественное лесовосстановление – процесс длительный, к примеру, восстановление темнохвойного леса происходит примерно за 100 лет. Искусственное восстановление уничтоженной растительности также связано с определенными трудностями: чтобы вырастить сеянцы для посадки, необходимо от трех до пяти лет. Существуют сложности, связанные с

высадкой подготовленного посадочного материала, его жизнеспособностью. В течение нескольких лет проводится агротехнический, а затем лесоводческий уход за лесными культурами в зависимости от скорости их роста.

Почвенный покров области составляют по большей части достаточно бедные питательными веществами лесные (серые лесные, подзолистые) и степные (оподзоленные и выщелоченные, долинные, обыкновенные и тучные чернозёмы) почвы.

Следовательно, даже самые инновационные технологи упираются в вопрос обогащения почвы питательными веществами.

Таким образом, для эффективного лесовосстановления и обогащения земель на территории Ульяновской области требуется разработать методики, которые минимизировали бы ущерб выше обозначенных недостатков.

Цель исследования: Предложить и апробировать эффективную методику обогащения почв питательными веществами с использованием капсульных сорбентов.

Задачи исследования:

1. Рассмотреть основные понятия в области лесовосстановления.
2. Изучить имеющийся опыт и выделить региональные особенности лесовосстановительных мероприятий на территории Ульяновской области.
3. Изучить эффективные методики определения свойств почв, их противозерозионной стойкости.
4. Разработать методику обогащения почв питательными веществами.
5. Разработать алгоритм и провести эксперимент по изготовлению высокоэффективного минерализованного капсульного сорбента в лабораторных условиях.
6. Разработать рекомендации по использованию капсульного сорбента в лесном хозяйстве.

Предмет: стимулятор роста (биостимулятор), основанный на капсульном сорбенте и комплексе минеральных удобрений, фитогормонов.

Объект: процесс изготовления капсульных стимуляторов роста и развития лесной растительности природного происхождения с эффектом пролонгированного действия в лабораторных условиях.

Гипотеза. Использование капсульных биостимуляторов и удобрений пролонгированного действия способствует эффективному обогащению почвы необходимыми питательными веществами без нанесения ущерба её экосистемам.

Глава 1. Обзор литературы по проблеме исследования Особенности почвенного покрова Ульяновской области

Ульяновская область располагается в лесостепной зоне, в почвенном отношении это переходная зона от подзолистых почв таежно-лесной зоны к чернозёмным почвам степной зоны. Основным фон составляют лесные (серые лесные, подзолистые) и степные (черноземы) почвы.

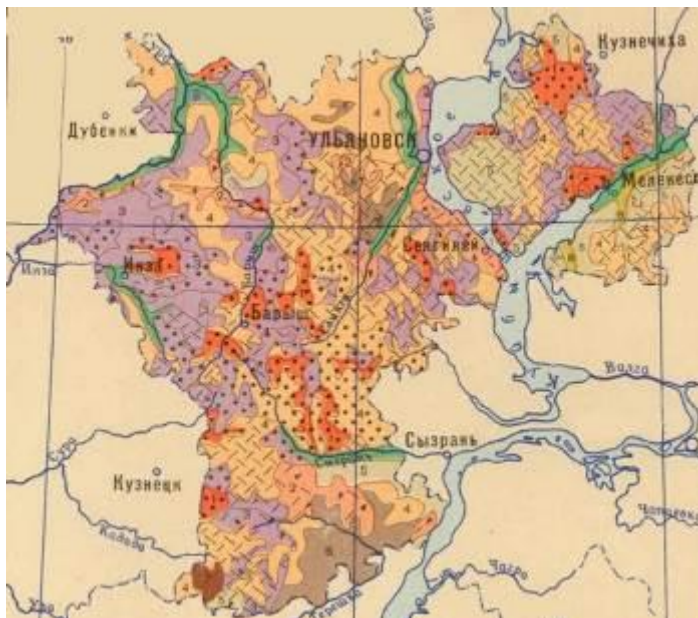


Рис. 1. Почвенная карта Ульяновской области

В структуре почвенного покрова чернозёмы занимают 70%, больше всего их на востоке Предволжья, в Заволжье, в центральной части области, к югу от Большого Черемшана, вдоль Волги. На втором месте по распространению – серые лесные почвы (23% территории), которые имеются почти везде.

Лесные ресурсы Ульяновской области

Площадь земель лесного фонда Ульяновской области - 1026,3 тыс. га, что составляет 27% её территории.



Рис. 2. Распределение земельного фонда Ульяновской области по категориям земель

Для сравнения: в структуре землепользования Московской области преобладают земли лесного фонда (40%); площадь земель лесного фонда Тверской области составляет 4832,6 тыс. га (57,4 % от общей площади).



Рис. 3. Запасы древесины на землях лесного фонда области по преобладающим породам

Особенности лесовосстановительных мероприятий на территории Ульяновской области

Основная причина гибели лесов – лесные пожары. По данным Главного управления МЧС России по Ульяновской области в период пожароопасного сезона 2017 года на территории Ульяновской области ликвидировано:

- 48 лесных пожаров, на общей площади 178,61 га. Ущерб лесной растительности составил 183,8 тыс. руб.

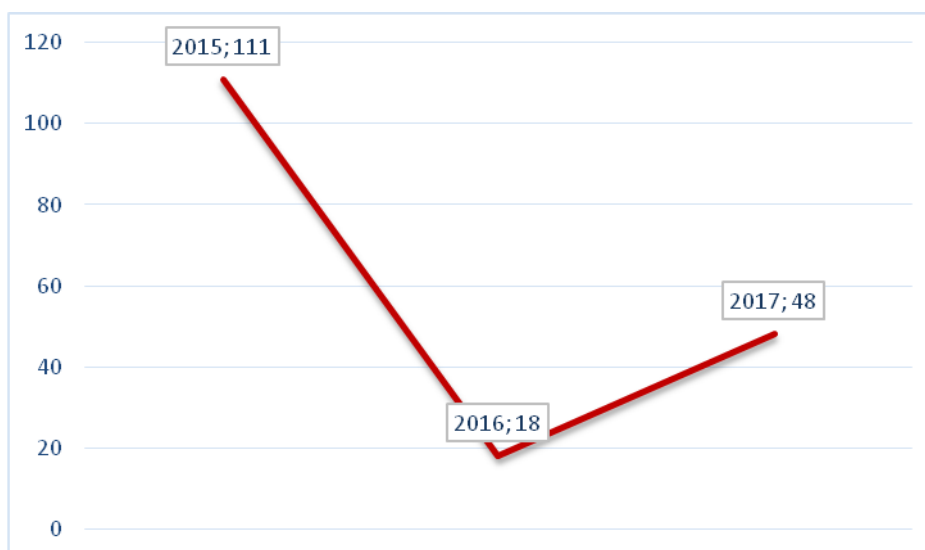


Рис. 4. Мониторинг лесных пожаров на территории Ульяновской области

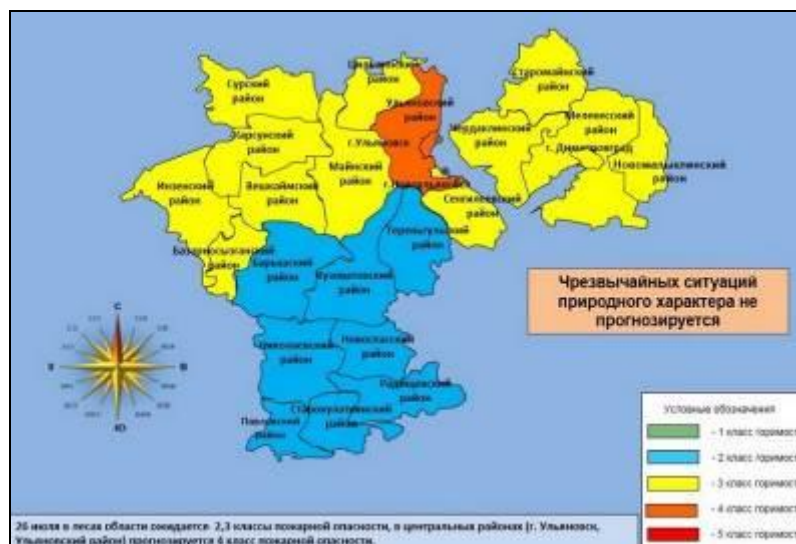


Рис. 5. Прогноз возникновения и развития ЧС, связанных с природными пожарами на территории Ульяновской области

В 2017 году на землях лесного фонда Ульяновской области лесовосстановление выполнено на площади 2080,2 га при запланированном объёме 1700 га, в том числе искусственное лесовосстановление выполнено на площади 1612,6 га при запланированном объёме 1500 га, естественное лесовосстановление (содействие естественному лесовосстановлению) проведено на площади 467,4 га при плане 200 га.

Анализируя вышеизложенное, я задалась вопросом, как повысить эффективность лесовосстановительных мероприятий, отвечающих требованиям экологичности, безопасности, ресурсосбережения, экономичности, простоты производства и применения.

Глава 2. Методика проведенных исследований

2.1. Исследование почвы

Следует помнить, что избыток минеральных веществ может иметь негативные последствия: передозировка какого-либо вещества в почве (особенно нитратов) может привести к гибели растения, большинство минеральных удобрений характеризуется физиологической кислотностью, поэтому их применение в избыточных количествах приводит к подкислению почв. Следовательно, для определения оптимальной дозы внесения необходимо провести комплексный анализ почвы.

Методика 1. Отбор проб почвы на анализ

Одним из самых распространенных способов сбора грунта для последующего анализа является «метод конверта». По краям участка земли намечают четыре точки и пятую в центре, откуда с помощью совка, шпателя или даже обычной ложки отбирают отдельные пробы. Упаковывают полученный материал в полиэтиленовые (или бумажные) мешочки.

Методика 2. Изготовление почвенной вытяжки

Для получения водной вытяжки образец почвы измельчают, пропускают через сито с ячейками диаметром 1 мм, добавляют воду в массовом соотношении 1 часть почвы на 5 частей бидистиллированной (очищенной от любых примесей, дегазированной и деионизированной) воды с рН 6.6-6,8 и температурой 20°C.

Навеска помещается в сухую колбу объемом 500-750 мл, добавляется вода. Колба с образцом почвы и водой плотно закрывается пробкой и встряхивается в течение двух-трех минут. Далее полученный раствор фильтруется через бумажный складчатый фильтр. Перед фильтрованием раствор с почвой хорошо взбалтывают, чтобы мелкие частицы почвы закрыли самые крупные поры фильтра и фильтрат получился более прозрачным. Примерно 10 мл начального фильтрата выбрасывается, так как он содержит примеси с фильтра. Фильтрация остальной части первичного фильтрата повторяют несколько раз.

Методика 3. Визуально-колориметрическое определение ортофосфатов

1. Отберите в мерную склянку 10 мл анализируемой воды (пробы), предварительно ополоснув склянку два-три раза анализируемой водой.

2. Добавьте к пробе пипеткой-капельницей 1 мл смешанного реактива, перемешайте, а затем другой пипеткой-капельницей (через 2 мин.) 3 капли раствора аскорбиновой кислоты. Склянку закройте пробкой и встряхните для перемешивания раствора. Смешанный раствор содержит серную кислоту. Соблюдайте осторожность при выполнении данной операции.

3. Оставьте пробу на 15 минут для полного протекания реакции.

4. Проведите визуальное колориметрирование пробы. Для этого колориметрическую склянку поставьте на белое поле контрольной шкалы и, освещая склянку рассеянным белым светом достаточной интенсивности, наблюдайте окраску раствора сверху-вниз. Определите ближайшее по окрасу поле контрольной шкалы, соответствующее ему значение концентрации ортофосфатов в миллиграммах на литр.

При определении высоких концентраций ортофосфатов более 7,0 мг на литр учтите степень разбавления пробы дистиллированной водой. Для этого полученное по шкале значение концентрации умножьте на кратность разбавления.

- В градуированную пробирку для приготовления смешанного реактива добавьте с использованием пипеток полимерных 5,3 мл раствора серной кислоты, 2,0 мл раствора молибдата аммония, 2,0 мл раствора аскорбиновой кислоты 1,0 раствор сурьмяно-виннокислого калия, 12 капель раствора для связывания нитратов. Содержимое пробирки перемешайте. Смешанный реактив готовят непосредственно перед использованием. раствор, храните в той же пробирке, герметично закрытой пробкой.

Методика 4. Методика измерений массовой концентрации нитрит-ионов фотометрическим методом на основе тест-комплекта «Нитриты»

Метод основан на способности нитритов диазотировать сульфаниловую кислоту и на образовании красно-фиолетового красителя диазосоединения с 1-нафтиламином. Интенсивность окраски, пропорциональная содержанию нитритов, измеряют на фотокалориметре при длине волны 520 нм.

К 50 см исследуемой пробы прибавляют 2 см раствора реактива Грисса, перемешивают. Через 40 мин (или через 10 мин при помещении пробы в водяную баню при температуре 50-60 °С) фотометрируют при длине волны 520 нм. Определяют ближайшее по окрасу поле контрольной шкалы, соответствующее ему значение концентрации нитрит-ионов в миллиграммах на литр.

2.2. Эксперимент по созданию капсульных удобрений пролонгированного действия

Путем поиска решения поставленной изобретательской задачи я определила, что всем поставленным условиям соответствует метод заключения удобрений в капсулы пролонгированного действия, изготовленные из природного сырья. Поскольку капсулы являются природным сорбентом, удерживающим полезные вещества внутри себя, удобрения не вымываются сразу и способны питать растения в течение длительного времени.

В качестве материала капсулы я выбрала донный ил, или сапропель, поскольку такая оболочка абсолютна безвредна для растений, и сама может служить удобрением. Благодаря постепенному растворению удобрений внутри капсулы исключается возможность их передозировки и опасность

сжигания корней растений. При этом действующее вещество равномерно растворяется и впитывается корнями растения.

Суть эксперимента. Для получения экологически чистого продукта я использовала способ, при котором путем обогащения минеральными солями гранул формируются капсулы, обладающие высокими прочностными свойствами.

Для создания пористого каркаса капсул за основу берётся донный ил, имеющий второе название «сапропель», который помещается в высокотемпературную камеру для обжигания при 800-900 °С. В результате этого получаем продукт – гранулы с подходящим диаметром и величиной (примерно 2-2,5 см) и пористостью – 3-4 м²/г. На втором этапе пористые гранулированные полусферы путём 4-кратного повторяющегося цикла пропитывают 80-90%-ным водным раствором минеральных удобрений на время от 5 до 10 минут с последующей сушкой.

2.3. Влияние полученных капсульных сорбентов на рост и развитие лесных культур

На последнем этапе я решила изучить эффективность полученных капсульных сорбентов. Для этого с помощью методики биотестирования сравнила всхожесть семян, а также рост и развитие нескольких лесных культур с полученным удобрением и без него. Эксперименты были заложены согласно условиям стандартных методик.

3. Результаты исследования

Исследование почвы

В качестве образцов для исследования я взяла:

- образец почвы №1 (с клумбы);
- образец почвы №2 (с вырубки);
- образец почвы №3 (универсальный биогрунт для контроля).

Эксперимент 1. Отбор проб почвы на анализ



Рис. 6. Сбора грунта «методом конверта»

Эксперимент 2. Изготовление почвенной вытяжки

Рис. 7-9. Получение почвенной вытяжки



Рис. 7. Навеска образца почвы на аналитических весах

Рис. 8. Перемешивание взвеси почвы на магнитной мешалке

Рис. 9. Фильтрация через складчатый бумажный фильтр

Эксперимент 3. Определение ортофосфатов

Исследование я проводила в химической лаборатории Ульяновского государственного университета.



Рис. 10. Определение концентрации ортофосфатов по контрольной шкале
Через 30 дней эксперимент повторили. Результаты занесли в таблицу.

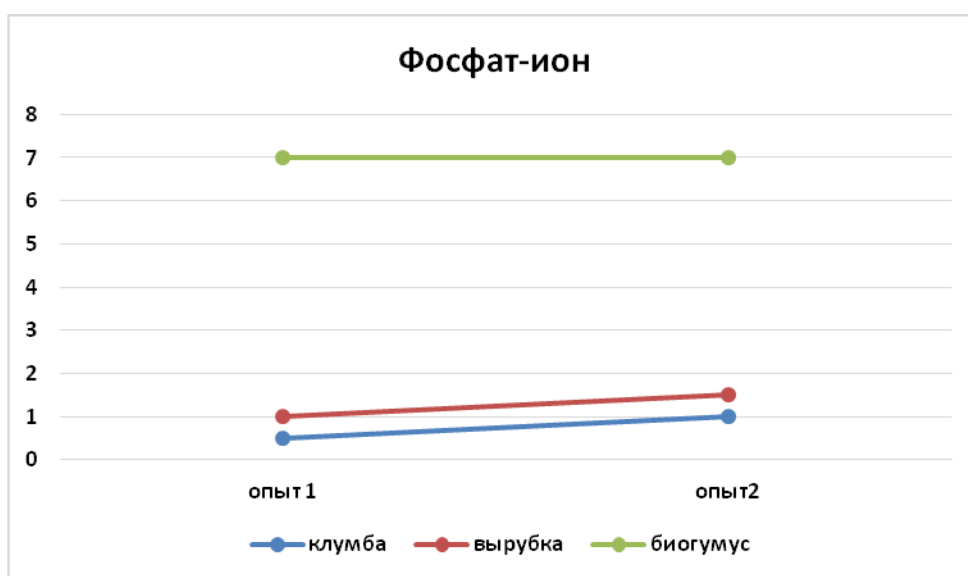


Рис. 11. Содержание ортофосфатов в исследуемых образцах

Вывод: Изменение показателей содержания ортофосфатов в исследуемых образцах почвы №1 и №2 свидетельствует о поступлении минеральных веществ из капсульных сорбентов в почву.

Эксперимент 4. Определение нитрит-ионов

Исследование я проводила в химической лаборатории Ульяновского государственного университета.

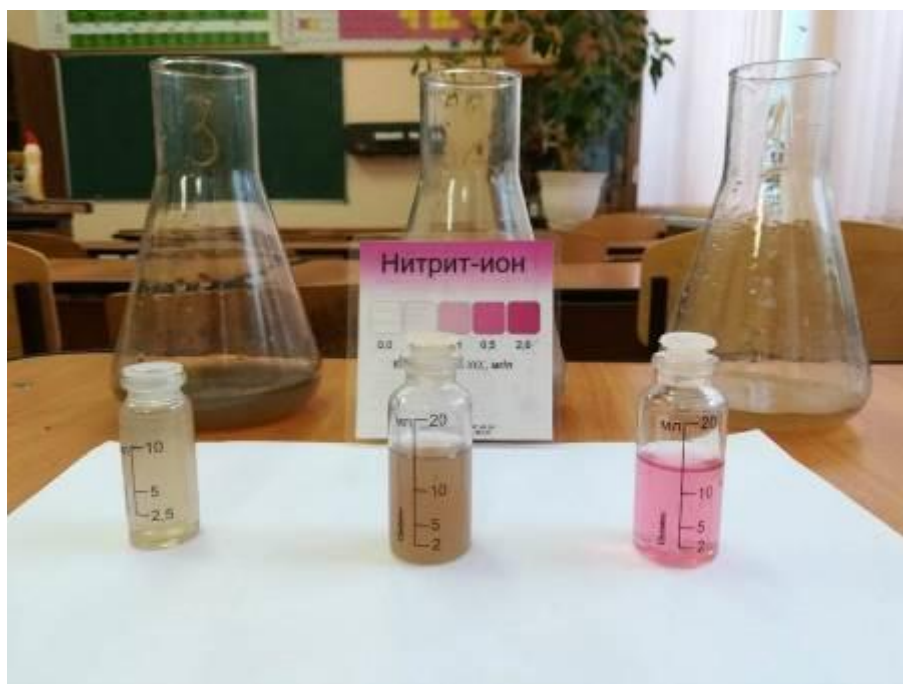


Рис. 12. Определение концентрации нитрит-ионов по контрольной шкале

Через 30 дней эксперимент повторили. Результаты занесли в таблицу.

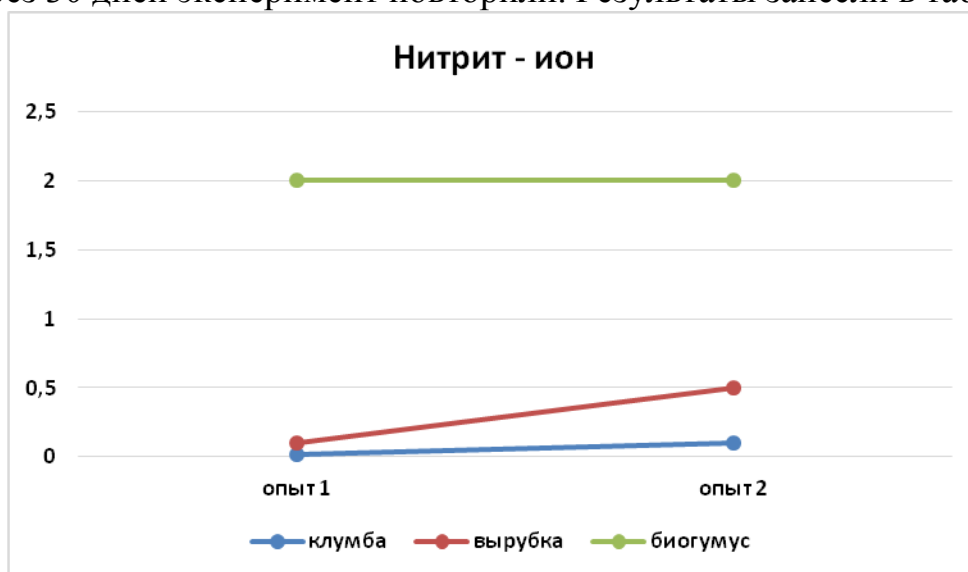


Рис. 13. Содержание нитрит-ионов в исследуемых образцах

Вывод: Изменение показателей содержания нитрит-ионов в исследуемых образцах почвы №1 и №2 свидетельствует о поступлении минеральных веществ из капсульных сорбентов в почву.

Эксперимент по созданию капсульных удобрений пролонгированного действия

В качестве оптимальной формы для капсульных сорбентов мною была выбрана полусфера, так как она является наиболее устойчивой и универсальной для всех видов корневых систем.



Рис. 14. Форма капсул – полусфера

Донный ил я раскладывала по формочкам и давала ему высохнуть в течение 30-40 минут. Затем полученные полусферы сжигались в муфельной печи типа СНОЛ при 900 °С, при контроле термопарой.

В итоге были получены пористые гранулы светлого цвета диаметром 25-30 мм, разрушающиеся при лёгком давлении пальцев рук.



Рис. 15. Запекание капсул в муфельной печи при 900 °С

На следующем этапе производилась пропитка полученных гранул растворами минеральных удобрений. Во время первого этапа пропитки гранулы массой 100 г в сетчатом контейнере помещаются от 2 до 10 минут в водный раствор 80%-го азотного удобрения $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (аммофос). Концентрация раствора в ходе эксперимента колеблется в размере 70-100% от предела насыщения. Затем пропитанные гранулы перемещались в сушильный шкаф и выдерживаются в нём 15 минут при температуре 120°C до удаления влаги.



Рис. 16. Пропитка полученных гранул растворами минеральных удобрений

После этого производится замер массы и повторение цикла «пропитки-сушки» с другим минеральным удобрением карбамидом $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (мочевинной). Карбамид также был растворен в 80%-м водном растворе. Время пропитки составляло 5-10 минут. После данной процедуры контейнер снова перенесла в камеру сушиться уже при 100-150 °С.

После очередного замера массы пропитывала гранулы 80%-м водном раствором фосфорного удобрения $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (суперфосфата) и снова отправляла их в сушку. На последнем этапе гранулы пропитывались 80%-м водном раствором нитрата калия KNO_3 (калиевой селитрой), и цикл сушки снова повторялся.



Рис. 17. Готовые высушенные гранулы с удобрением

Данный цикл повторялся 4 раза до получения прочных, насыщенных минеральными солями капсул, способных разрушиться лишь при воздействии на них специальных приспособлений. В процессе первых двух циклов скорость роста массы капсул наиболее высока. После четвертого цикла увеличение массы (сниженное до 4-5%) происходит за счёт кристаллизации соли на внешней поверхности капсулы, следовательно, процесс «пропитка-сушка» нецелесообразно проводить более 4 раз. Время пропитки составляет не более 5–10 минут, дальнейшее вымачивание нерезультативно. Масса гранул после всего цикла увеличилась на 65%.

Таблица 1. Прирост массы капсул в процессе их пропитки минеральными солями

Цикл пропитки	1 цикл	2 цикл	3 цикл	4 цикл
Масса гранул, г	100,00	137,44	153,29	160,37

Проведённые эксперименты подтвердили факт того, что продолжительность пропитки должна составлять 5-10 минут. Уменьшение продолжительности не позволяет полностью насытить капсулы удобрением. Увеличение – не увеличивает массу и приводит к росту продолжительности процесса.



Рис. 18. Прирост массы капсул в процессе их пропитки минеральными солями

Я сделала вывод, что использование раствора минеральных солей с меньшим уровнем насыщения приведёт к значительному увеличению количества повторения алгоритма «пропитка-сушка», а, следовательно, к увеличению длительности всего процесса.

Следует отметить, что при использовании в капсулах различных видов биостимуляторов требует внесения некоторых корректив в технологию их изготовления. В отличие от гетероауксина, характеризующимся температурой плавления 168-170 °С, в производстве стимулятора радиформа используются экстракты бурых водорослей группы *Alga* семейства *Fucaceae*, следовательно, насыщенные им капсулы целесообразно подвергать сушке, а не запеканию.

Влияние полученных капсульных удобрений на рост и развитие лесных культур

В качестве тест-объектов (или тест-организмов) для биотестирования нами были выбраны такие лесные культуры, как сосна обыкновенная и можжевельник.

1) В ходе эксперимента по 10-30 семян выбранных культур были пророщены.



Рис.19. Пророщенные семена

Всхожесть составила 100%.

2) Пророщенные семена высаживались в три ёмкости с заранее подготовленным грунтом.

Проба №1. В первой ёмкости содержался обычный грунт, набранный на школьной клумбе с добавлением полученных нами капсульных удобрений пролонгированного действия.

Проба №2. Во второй ёмкости содержался этот же грунт, но без добавления удобрений.

Проба №3. В третьей ёмкости содержался специальный универсальный биогрунт для контрольных замеров.

Энергию прорастания определили по формуле:

$$B = \frac{a}{b} \cdot 100\%.$$

Энергия прорастания семян в группе полученного нами капсульного удобрения пролонгированного действия почти не отставала от семян, выращиваемых на универсальном биогрунте и намного опередила пробу №2.



Рис.20. Проба №1



Рис.21. Проба №2

Эксперимент с саженцами можжевельника подтвердил результаты, полученные при проращивании семян сосны обыкновенной. Саженцы пробы №1 (с удобрением) не отставали в развитии от саженцев, помещенных в биогрунт. Саженцы пробы №2 показали не только отставание в росте, но и усыхание хвои.



Рис.22. Эксперимент с саженцами можжевельника

Эксперимент с саженцами ели обыкновенной также подтвердил ранее полученные результаты. Сорбентные капсулы, насыщенные биостимулятором, были помещены в торфяные горшочки с заложенными семенами ели. Саженцы пробы №1 (без биостимулятора) значительно отставали в развитии от саженцев, помещенных в грунт с биостимулятором.



Рис.23. Эксперимент с саженцами ели обыкновенной.

Таким образом, было доказано ростостимулирующее и антистрессовое действие полученного нами капсульного удобрения пролонгированного действия.

Оптимальной дозой внесения капсульных удобрений в почву может быть одна капсула на литр земли.

Выводы: Результаты эксперимента показали, что внесение полученных капсульных сорбентов положительно влияет на всхожесть семян лесных культур.

4. Заключение

Полученные результаты доказывают эффективность применения капсульных удобрений пролонгированного действия в лесном хозяйстве.

Это позволяет снизить финансовые затраты на выращивание сеянцев древесных пород в питомнике, с дальнейшей их высадкой в лесных массивах.

В зависимости от характера наполнителя данный продукт можно применять не только при искусственном и естественном (с участием человека) лесовосстановлении, но и при лесоразведении.

5. Список использованных источников

1. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений: Семя. – Л.: Наука, - С.1990. – 204.
2. Атрохин В.Г. Лесоводство и дендрология. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 152 с.
3. Атрохин В.Г., Солодухин Е.Д. Лесная хрестоматия. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 399 с.
4. Географическое краеведение: Учебное пособие для VI-IX классов общеобразовательных учреждений /Под общ. ред. Н.В. Лобиной. – Ульяновск: УИПКПРО, «Корпорация технологий продвижения», 2010. – 240 с.
5. Зорина М.С., Кабанов С.П. Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов // Методики интродукционных исследований в Казахстане. / Сб.науч.тр. - Алма-Ата: Наука, 1976. - С. 75-85.
6. Илюшина И.И. Школьное лесничество. – М.: Просвещение, 1986. – 95 с.
7. Инвентаризация лесных культур <http://lesa-rossii.ru/uchod-za-lesom/inventarizatsiya-lesnich-kultur>
8. Истощение лесных ресурсов <http://www.lesnyk.ru/raz-3.html>
9. Итоги лесовосстановительных мероприятий 2017 года на землях лесного фонда Ульяновской области <http://ru-ecology.info/term/4661/>
- 10.Иванова Т.А., Керечанина Е.Д. Использование сапропеля в земледелии. //Сб.н.тр. «Инновационные технологии развития сельскохозяйственного производства». Великие Луки: ВГСХА. 2006. С. 41-43.
- 11.Иванова Т.А., Керечанина Е.Д. Минерализация сапропелей в полевых условиях. //Земледелие. 2009. №1. С. 24-25.
- 12.Керечашша Е.Д., Иванова Т.А. Экологические аспекты использования сапропелей. //Сб.н.тр. «10-ая Международная экологическая конференция». «Экология России и отдельных территорий». Новосибирск. 2005. С. 44-46.
- 13.Колобов Е.Н. Содействие естественному возобновлению леса. М., 1980.
- 14.Лесная энциклопедия: В 2-х т., т.2/Гл.ред. Воробьев Г.И.; Ред.кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. - М.: Сов. энциклопедия, 1986.-631 с., ил.
- 15.Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ.
- 16.Лесовосстановление <https://geographyofrussia.com/lesovosstanovlenie/>
- 17.[Мелехов И.С. Лесоведение.](#) – М.: Лесная промышленность, 1982. – 152 с.
- 18.Методика определения качества семян. ГОСТ 12038-84. - М., 1984. - 15 с.

19. Минерализация почвы при возобновлении леса
http://zinref.ru/000_uchebniki/02750_leso_proizvodstvo/004_00_LESOVODSTV_O_ispolzovanie_lesov_korovin_uchebnik__2010/023.htm

20. Основные положения и направления лесокультурного производства
<http://www.lesnyk.ru/raz-3.html>

21. Особенности изготовления композиционных гранул из торфа и сапропеля // Там же. - С. 85-90. (соавтор С.Н Гамаюнов).

22. Пожарная опасность лесов - Лесная энциклопедия
<http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s02/e0002190/index.shtml>

23. Платонов В. В., Проскуряков В. А., Галкина И. С., Шавырина О. А., Зуев П. Д. Сапропель. Химический состав, свойства, пути рационального использования: Доклады Междунар. экологии, конгресса «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности». - С-Пб.- 14-16 июня.- 2000.- Т.1.- С. 291-293.

24. Правила рубок главного пользования в лесах Западной Сибири, М., 1994.

25. Проблемы использования лесных ресурсов http://wood-prom.ru/analitika/14085_problemy-ispolzovaniya-lesnykh-resursov

26. Прогноз возникновения природных пожаров
<http://73.mchs.gov.ru/operationalpage/dailyforecast/item/5614373/>

27. Способы и технологии внесения удобрений
<http://kalxoz.ru/str/5ydobr1.htm>

28. Стимуляторы роста
<https://uagro.info/rastenievodstvo/agrotekhnologii/radifarm.html>

29. Стрижев А.Н. Открытая книга леса. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 134 с.

30. Тихонов Н.Ф. Словарь терминов и понятий работника леса, Новосибирск, 2004.

31. Физические процессы структурообразования при сушке коллоидных и капиллярно-пористых тел // Физико-химические основы пищевых и химических производств / Тез. докл. Всероссийской научно- практической конференции. - Воронеж, 1996. - С. 138. (соавторы А.Е. Афанасьев, С.Н. Гамаюнов).

32. Хохлова О.Б., Хохлов Б.Н. Сапропель и проблемы экологии // Тезисы докладов "Проблемы экологии в сельском хозяйстве". Часть 1. - Пенза, 1993. -С.60-62.

33. Ярошенко А.Ю. Как вырастить лес: Методическое пособие. – М.: Гринпис России, 2004 – 40 с.