

Федеральное государственное автономное
Образовательное учреждение
Высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт экологии и географии
Кафедра экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ И.Н. Безкоровайная
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Использование биогенных наночастиц ферригидрита для снижения
заражённости семян лиственницы сибирской

05.03.06 – Экология и природопользование

05.03.06.02 - Природопользование

Научный руководитель	_____	профессор, д-р.биол.наук	<u>Е. Я. Мучкина</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Студент	_____		<u>И.П. Самбала</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		<u>П.А. Красноперова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Литературный обзор	5
1.1 Лесные ресурсы Республики Тыва	5
1.2 Фитопатогенные грибы хвойных пород	9
1.3 Средства защиты хвойных от фитопатогенных грибов	12
2 Объекты и методы исследования	16
2.1 Лиственница сибирская	16
2.2 Характеристика гриба <i>Alternaria sp.</i>	19
2.3 Экспериментальная работа	20
3 Результаты и обсуждение	24
Выводы	38
Список использованных источников	40
Приложение А Энергия прорастания и всхожесть семян лиственницы сибирской в присутствии биогенных наночастиц ферригидрита	46
Приложение Б Прорастание конидий <i>Alternaria sp.</i> в присутствии биогенных наночастиц ферригидрита.....	47
Приложение В Длина (мкм) гифов гриба <i>Alternaria sp.</i> в присутствии биогенных наночастиц ферригидрита	48

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей проблемой настоящего времени является сохранение лесных массивов как компонента биосферы, выполняющих ряд экосистемных функций.

На территории Республики Тыва лесные массивы - 10882,9 тыс. га. Первое место по занимаемым площадям и запасов древесины занимает лиственница сибирская. Как и все хвойные породы лиственница сибирская подвержена различным заболеваниям, что проявляется в поражении систем и органов растений, потери семенного материала до 15 %. Ведется поиск различных средств для защиты хвойных растений от воздействия фитопатогенов.

В настоящее время один из востребованных направлений исследований становится применение наноматериалов и нанотехнологий в лесном хозяйстве, сельскохозяйственном производстве, зеленом строительстве. Микроорганизмы хорошо известны в промышленной микробиологии и геохимии благодаря своей способности минерализовать большие удельные количества железа в анаэробных условиях, в частности, аккумулируя и ферригидрит.

Последние десятилетия в окружающей среде зафиксировано значительное разнообразие наночастиц и наноматериалов. Большинство из них имеют техногенные происхождения (промышленный синтез) и повсеместно применяется в различных технологиях. Среди разнообразия наночастиц выделяются металлосодержащие, которые могут оказывать различный эффект на живые организмы. Помимо синтезируемых в процессе производства наноматериалов техногенных наночастиц зарегистрировано биогенные наночастицы, синтез которых происходит в процессе жизнедеятельности ряда микроорганизмов.

Биогенные наночастицы имеют широкий потенциал действия на различные организмы. В связи с чем, целесообразно исследования их

воздействия и на такой фактор влияния на различные функции растений, как фитопатогенные грибы. Фитопатогенные грибы имеют широкое распространение среди декоративных, сельскохозяйственных и лесных культур.

Цель работы – оценка влияния наночастиц биогенного ферригидрита на развитие семян лиственницы сибирской, их инфицированность фитопатогенными грибами и воздействие на рост фитопатогена *Alternaria sp.*

Задачи исследования:

- 1) выявить влияние наночастиц на энергию прорастания и всхожесть семян лиственницы сибирской;
- 2) определить линейные размеры проростков лиственницы сибирской;
- 3) выявить заражённость семян фитопатогенными грибами;
- 4) в экспериментальных условиях изучить прорастание конидий и длину проросших гиф фитопатогенного гриба *Alternaria sp.*

ВЫВОДЫ

Проведение экспериментальных работ по выявлению влияния биогенных наночастиц ферригидрита на развитие семян лиственницы сибирской, степень их пораженности фитопатогенными грибами и развитие фитопатогенного гриба рода *Alternaria sp.* позволили сделать следующие выводы:

1. Установлено, что в целом биогенные наночастицы ферригидрита повышают всхожесть семян лиственницы сибирской при концентрации 0,05; 0,2; 0,5-0,7 % суспензии на достоверном уровне, причем $p > 0,05$. Энергия прорастания семян лиственницы сибирской не имело значимых изменений в присутствии биогенных наночастиц ферригидрита.

2. Длина проростков на лиственнице сибирской за 7 сутки достигало 2,4 см на 15 сутки 6,9 см. Значимый прирост проростков установлен при концентрациях наночастиц 0,6; 0,7; 1,0 % при $p > 0,05$.

3. Выявлено 5 представителей фитопатогенных грибов на семенах лиственницы сибирской: *Aspergillus niger*, *Rhizopus ehrenb*, *Penicillium link*, *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*

4. Выявлено ингибирующее действие биогенных наночастиц ферригидрита на развитие гриба *Alternaria sp.* по степени прорастания конидий при концентрациях 0,05; 0,3; 0,4; 0,7; 0,8 % ($p > 0,05$). Рост гифов достоверно замедляется по сравнению с контролем при концентрации биогенных наночастиц 0,5; 0,7 – 1,0 % ($p > 0,05$).

5. Установлено, что биогенные наночастицы ферригидрита при ряде концентраций оказывают стимулирующее действие на семена и проростки лиственницы сибирской, и способны снижать интенсивность роста одного из выявленных фитопатогенных грибов *Alternaria sp.* Для рекомендации применения биогенных наночастиц необходимо дальнейшее исследование с

учетом концентраций наночастиц, при которых они оказывают активные действия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Асанова, А. А. Фунгистатическая активность техногенных наночастиц / Асанова А. А, Полонский В. И, Мануковский С. В, Хижняк С. В. // Нанобиология. – Красноярск, 2018 - Т. 13. - № 5-6. – С. – 62-66.
2. Балабанов, В. И. Нанотехнологии. Наука будущего / В. И. Балабанов. – Москва : Эксмо, 2009. – 256 с.
3. Баранов, Д. А. Магнитные наночастицы: достижения и проблемы химического синтеза / Д. А. Баранов, С. П. Губин // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. - 2009. - Т. 1. - № 1–2. - С. - 129-147.
4. Баранов, О. Ю. Молекулярно-генетическая диагностика грибных болезней в лесных питомниках / О. Ю. Баранов, В. А. Ярмолович, С. В. Пантелеев, Д. Г. Купреенко // Лесное и охотничье хозяйство. - 2012. - № 6. - С. 21–29.
5. Баранов, М. Е. Экологический эффект биогенных наночастиц ферригидрита при ремедиации нефтезагрязненных почвенных субстратов: дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Баранов Михаил Евгеньевич – Красноярск, 2015. – 125 с.
6. Белошапкина, О. Е. Основные болезни хвойных / Белошапкина, О. Е. // Настоящий хозяин. Москва, 2012. - №4. С 34-39.
7. Берестецкий, О. А. Изучение фитотоксических свойств микроскопических грибов / О. А. Берестецкий // Методы экспериментальной микологии. - Киев : Наукова думка, 1982. - 321-333 с.
8. Бойко, Т.А. Фитопатогенные грибы – контаминанты семян лесных растений / Бойко Т.А., Крылова И.О., Люк К.С. // Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск, 2012. - № 33. - С. 66-69.
9. Бопп, В. Л. Влияние наночастиц биогенного ферригидрита на окоренение одревесневших черенков ивы Лебедура / Бопп В. Л., Мистратова

Н. А., Петраковская Э. А., Гуревич Ю. Л., Теремова М. И., Хлебопрос Р. Г. // Биофизика. Красноярск, 2018. – Т. 63. - № 4. – С. 786-794

10. Бопп, В. Л. Влияние наночастиц биогенного ферригидрита на окоренение и выход товарных саженцев *Philadelphus coronaries L* / Бопп В. Л., Мистратова Н. А., Гуревич Ю. Л., Теремова М. И. // Сложные системы в экстремальных условиях: Материалы XIX Всероссийского симпозиума с международным участием. – Красноярск, 2018. – 45 – 48 с.

11. Васильева, Е. С. Технология получения, структура и свойства ферромагнитных наночастиц на основе железа : автореф. дис. ... канд. техн. Наук : 05.16.01 / Васильева Екатерина Сергеевна. – Санкт-Петербург, 2007. – 20 с.

12. Гордеев, Ю. А. Нанотехнологии в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] / Ю.А Гордеев// Нанотехнологическое общество России – Москва, 2010. - Режим доступа: <http://rusnor.org/pubs/presentations/10398.htm>

13. ГОСТ 13056.1-67. Семена деревьев и кустарников. Отбор образцов. – Введ.1968-07-01.- С. 37.

14. ГОСТ 13056.2-89. Семена деревьев и кустарников. Методы определения чистоты. – Введ.1991-01-01.- С. 3.

15. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. –Введ.16.04.1998. – С. 27.

16. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2016 году»:- Красноярск, 2017.

17. Гродницкая, И. Д. Заболевания *Pinus sylvestris l.* и *Pinus sibirica du tour* в географических культурах и лесных питомниках Красноярского края и Хакасии / Гродницкая И. Д., Кузнецова Г. В. // Хвойные бореальной зоны.- 2012. - XXVII. - № 3 – 4. – С. 55 – 60.

18. Гуревич, Ю. Л. Исследование наночастиц биогенного ферригидрита как препаратов защиты сельскохозяйственных растений и

ускоренного размножения хозяйственно-ценных генотипов / Гуревич Ю.Л. - Красноярск, 2016.

19. Гуревич, Ю. Л. Особенности структуры и биологическая активность биогенного ферригидрита / Гуревич Ю. Л., Баюков О. А., Бондаренко Н. Г., Вшивкова О. А., Макарская Г. В., Романченко А. С., Тарских С. В., Теремова М. И., Хлебопрос Р. Г. // Сложные системы в экстремальных условиях: Материалы XIX Всероссийского симпозиума с международным участием. – Красноярск, 2018. – 61 – 64 с.

20. Доклад о результатах и основных направлениях деятельности филиала за 2018 год. – КЫЗЫЛ, 2019.

21. Дылис, Н. В. Лиственницы Восточной Сибири и Дальнего Востока. Изменчивость и природное разнообразие / Н.В. Дылис. // М.: АН СССР, 1961. – 210 с.

22. Дылис, Н. В. Лиственница / Н. В. Дылис. // М. : Лесная промышленность, 1981. - 96 с.

23. Зарипов, И. Н. Защита семян лиственницы от шютте / И. Н. Зарипов // Защита и карантин растений.– Москва, 2019. – № 12. – 23 – 24 с.

24. Ирошников, А. И. Селекция хвойных пород Сибири / Ирошников А. И. // Институт леса и древесины: Красноярск, 1978. – 190 с.

25. Ищенко, Л. А. Исследование структуры и магнитных свойств наночастиц ферригидрита биогенного происхождения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.16.06 / Ищенко Л. А. – Красноярск, 2013. – 21 с.

26. Кугутина, Н. И. Основные направления использования нанотехнологий в АПК / Кугутина Н.И. // Нанотехнологии в сельском хозяйстве. : проспект - Курск, 2012. – 19 с.

27. Ладыгина, В. П. Получение, структура и магнитные свойства железосодержащих наночастиц, синтезируемых бактериями: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук / В.П. Ладыгина. – Красноярск, 2011. – 22 с.

28. Ланкина, Е. П. Антитоксические свойства биогенных наночастиц гидроксида железа в отношении триабенда-зол-тебуконазоловых фунгицидов /

Ланкина Е.П., Шевелёв Д.И., Хижняк С.В [и др.] // Вестник КрасГАУ. - 2011. - № 11. - С. 129-133.

29. Лесной план Республики Тыва. – Кызыл, 2018.

30. Минкевич, И. И. Фитопатология. Болезни древесных и кустарниковых пород: учеб. пособие / И. И. Минкевич, Т. Б. Торофеева, В. Ф. Ковязин: под общ. ред. И. И. Минкевича. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 127- с.

31. Мучкина, Е. Я. Биогенные наночастицы ферригидрита как стимулятор развития семян и проростков модельного растения (кресс – салат) / Мучкина Е. Я., Гармашова М. К. // Сложные системы в экстремальных условиях: Материалы XIX Всероссийского симпозиума с международным участием. – Красноярск, 2018. – 150 – 152 с.

32. Наставление по защите растений от вредных насекомых и болезней в лесных питомниках / Н. М Ведерников, А. Д. Маслов, И. В. Тропин [и др.] // Государственный комитет СССР по лесному хозяйству. – Москва, 1984. – С. 19.

33. Переведенцева, Л. Г. Микология: грибы и грибоподобные организмы: учеб. пособие / Л.Г. Переведенцева. – Пермь, 2009.

34. Перфильева, А. И. Селенсодержащие нанобиокомпозиты грибного происхождения снижают жизнеспособность и биопленкообразование бактериального фитопатогена / Перфильева А. И., Цивилева О. М., Кофтин О. В., Аниськов А. А., Ибрагимова Д. Н. // Российские нанотехнологии. – Иркутск, 2018. – Т. 13. - № 5 – 6. – С. 54 – 61.

35. Роскошная, А. С. Наночастицы и новые свойства известных материалов [Электронный ресурс] / А.С. Роскошная // Российский электронный наножурнал. – 2013. - Режим доступа: <http://www.nanojournal.ru/>

36. Рябинков, В. А. Экологические проблемы при защите посадочного материала от грибных болезней и пути их решения / В. А. Рябинков // Лесной вестник. – 2006. – №2. – С. 153 – 160.

37. Сенашова, В. А. Фитопатогенные грибы филлосферы хвойных на территории Средней Сибири / В. А. Сенашова, А. А. Анискина, Г. Г. Полякова // Проблемы лесной фитопатологии и микологии : материалы IX Международной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения проф. Н. И. Федорова, [19-24 октября 2015] / Белорусский государственный технологический университет ; [редкол.: И. М. Жарский др.]. - Минск ; Москва ; Петрозаводск : БГТУ, 2015. - С. 187-189.

38. Сенашева, В. А. Фитопатогенные грибы филлосферы хвойных Красноярского края / Сенашева В. А. // Хвойные бореальной зоны.- 2009. - XXVI. - № 1. – С. 105 – 109.

39. Технология получения наночастиц суперпарамагнитного ферригидрита с помощью бактерий / В.П. Ладыгина, К.В. Пуртов, О.А. Баюков [и др.] // Ультрадисперсные порошки, наноструктуры: матлы V Ставеровских чтений. – Красноярск, 2009. – С. 431–433.

40. Тихомиров, В. Н. Лиственничные леса Сибири и Дальнего Востока / Тихомиров В.Н, Коропачинский И.Ю, Фалалеев Э.Н. – М. – Л., 1961. – 352 с.

41. Хижняк, С. В. Биогенные наночастицы на основе железа как нейтрализатор токсичности углеводов / Хижняк С.В, Гуревич Ю.Л., Мучкина Е.Я., Баранов М.Е. // Вестник КрасГАУ. - 2011. - № 9. - С. 157 - 160.

42. Хижняк, С. В Биогенные наночастицы на основе железа как фактор экологической безопасности при производстве сырья для зерноперерабатывающей промышленности / Хижняк С.В, Мучкина Е.Я., Кучкин А.Г. [и др.] // Вестник КрасГАУ. - 2012. - № 5. - С. 420 - 423.


43. Хижняк, С. В. Влияние биогенных наночастиц ферригидрита на эффективность протравливания семян пшеницы / Хижняк С.В., Шевелёв Д.И., Самойлова В.А. // Вестник КрасГАУ. – 2015. - №10. – С. 179-182.

44. Хижняк, С. В. Эффект наночастиц биогенного ферригидрита в детоксикации загрязненного мазутом грунта / Хижняк С. В, Кучкин А. Г., Баранов М. Е. – Красноярск, 2014.
45. Шилкина, Е. А. Результаты днк-диагностики фитопатогенных грибов лесных питомников Красноярского края и Республики Хакасия / Шилкина Е. А., Шеллер М. А., Раздорожная Т. Ю. [и др.] // Сибирский лесной журнал. - 2018. - № 2. - С. 15–27.
46. Josko I., Oleszczuk Patrik., Skwarek E. Toxicity of Combined Mixtures of Nanoparticles to Plants // *Jornal og Hazardous Materials*. – 2017. – V. 331. – P. 200 – 209.
47. Libralato G., Costa Devoti A., Zanizella M., Sabbioni E., Micetic I., Manodori L., Pigozzo A., Manenti S., Groppi F., Volpi Ghirardini A. Phytotoxicity of ionic, micro- and nano-sized iron in three plant species // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2016. - V. 123. – P. 81-88.
48. Melanie A., Wafa A., Jerome R., Roncato M-A., Corrinne C., David W., Armand M., Woicik J., Wiesner M., Jean-Yves B. Relation between the redox state of iron-based nanoparticles and their cytotoxicity towards Escherichia Coli // *Environ. Sci. Technol.* – 2008. - № 42. – P. 6730 – 6735.
49. Nanostructure Science and Technology. A Worldwide Study / Edited by R.W.Siegel, E.Hu, M.C. Roco. - WTEC, Loyola College in Maryland, 1999. - 36 p.
50. Zachara J. M., Kukkadapu R. K., Fredrickson J. K., Gorby Y. A., Smith S. C. Biomineralization of poorlycrystal line Fe (III) oxides by dissimilatory metal reducing bacteria (DMRB) // *Geomicrobiology Journal*. – 2002. – V. 19. – №. 2. – P. 179.

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
Образовательное учреждение
Высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт экологии и географии
Кафедра экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 И.Н. Безкоровайна
подпись инициалы, фамилия



« 16 » 06 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Использование биогенных наночастиц ферригидрита для снижения
заражённости семян лиственницы сибирской

05.03.06 – Экология и природопользование

05.03.06.02 - Природопользование

Научный руководитель	 <u>16.06.2020</u> профессор, д-р.биол.наук	<u>Е. Я. Мучкина</u>
	подпись, дата должность, учебная степень	инициалы, фамилия
Выпускник	<u>Самбала</u> <u>16.06.2020</u>	<u>И.П. Самбала</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 _____	<u>П.А. Красноперова</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Красноярск 2020