

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. Безкоровайная

подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Особенности прохождения фенофаз у различных климатипов сосны
обыкновенной в географических культурах

05.03.06 – Экология и природопользование

05.03.06.01 – Экология

Научный руководитель _____ доцент, канд.биол.наук Н. В.Пахарькова

подпись должность, ученая степень инициалы, фамилия

Студент _____ Г. Н. Владимирова

подпись инициалы, фамилия

Нормконтролер _____ П. А. Красноперова

подпись инициалы, фамилия

Красноярск 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Обзор литературы.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Ботаническое описание <i>Pinus sylvestris</i> L.	Error! Bookmark not defined.
1.2 Подвиды <i>Pinus sylvestris</i> L.	Error! Bookmark not defined.
1.3 Флуоресценция	Error! Bookmark not defined.
1.4 Развитие зимнего покоя и морозостойкости.	Error! Bookmark not defined.
1.5 Особенности прохождения вегетации у <i>Pinus sylvestris</i> L.	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
1.6 Засухоустойчивость <i>Pinus sylvestris</i> L.....	Error! Bookmark not defined.
2. Основная часть	Error! Bookmark not defined.
2.1 Описание объектов исследования и района произрастания исследуемых объектов.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Используемые методы исследований	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Методика отбора проб.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Измерение флуоресценции хлорофилла хвои	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Определение пигментного состава хвои	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 Определение водоудерживающей способности хвои	Error! Bookmark not defined.
defined.	
2.2.5 Морфометрический анализ побегов	Error! Bookmark not defined.
3. Результаты исследований	Error! Bookmark not defined.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	6
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	7
ПРИЛОЖЕНИЕ А	13
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ В	15
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	16
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	18

ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	21

ВВЕДЕНИЕ

В Красноярском крае особое место по объемам лесопокрытых площадей занимают хвойные, они охватывают большую часть данных территорий [31]. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) как интразональный вид имеет обширный ареал распространения и является основной лесобразующей породой России (рисунок 1). Она произрастает в различных лесорастительных зонах и поэтому имеет сильно выраженную географическую изменчивость [38].

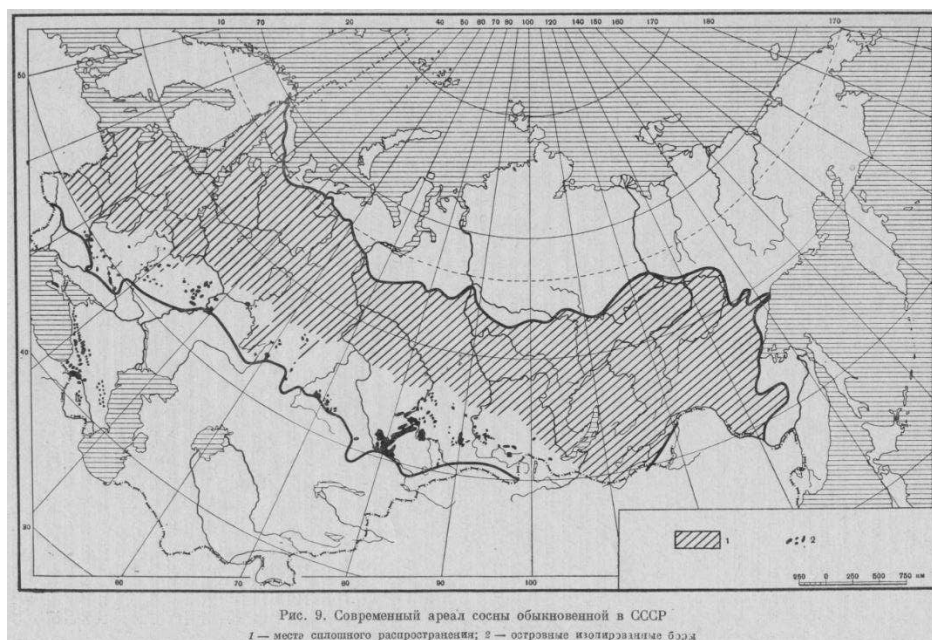


Рисунок 1 - Ареал сосны обыкновенной в СССР

1 - места сплошного произрастания, 2 – островные изолированные боры
(по Правдину, 1964)

В зависимости от условий места обитания и проявлений адаптаций к определенным экологическим факторам, выделяют различные климатипы сосны обыкновенной. Каждый такой климатип имеет свои генетически закрепленные особенности, которые вырабатывались в течении продолжительного времени

воздействия различных факторов внешней среды в местах произрастания данных популяций [22]. В работе исследованы объекты, находящиеся в условия однородного экологического фона. Несмотря на одинаковые условия произрастания, хвоя отдельных климатипов имеет свою глубину покоя, скорость потери влаги и морфологическую особенность.

Отрицательные температуры в зимний период вынуждают древесных растений переходить в состояние зимнего покоя. Но из-за изменения климата и повышения средних осенних температур возможно сокращение глубины покоя растений, что в дальнейшем может привести к повреждению в период зимних оттепелей [32].

Проблема изменения климата особенно остро встает на территории Сибири, где так важна устойчивость к суровым климатическим условиям данного региона [50]. В северных районах России, где наблюдается довольно короткий вегетационный период из-за низких температур и сурового климата, режим выпадения осадков крайне сложен и проявляется с большими контрастами. В летние периоды Приангарье характеризуется засушливыми периодами и порой месячное количество осадков может составить 14-38% от нормы [19]. В периоды аномалий температур и зимние морозы, когда почва ещё замерзла и у растений нет доступа к воде в жидкой фазе, а потребление влаги из почвы до сих пор идет, может произойти осушение, ослабление и даже гибель растения.

Именно показатели фотосинтетического аппарата позволяют выявлять изменения в процессе фотосинтеза и способны определить отклонения от нормы даже на ранних стадиях развития данных изменений в функционировании и росте растения [44]. Поэтому тема анализа внутривидовых различий в адаптации растений к неблагоприятным факторам среды на сегодняшний момент является весьма актуальной [9].

Исследование сосны обыкновенной необходимо для сохранения разнообразия генофонда и его рационального использования [23]. Уже имеется немало работ, посвященных исследованию состояния фотосинтетического

аппарата в годичном цикле. Но данные о функционировании фотосинтетического аппарата рода *Pinus* в бореальной зоне остаются не полными. Особенный научный интерес представляют сезонные изменения пигментного состава хвои и ингибирование фотосинтеза у разных видов растений в разных условиях места произрастания [14].

В связи с этим целью данной работы является изучение прохождения фенофаз у различных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах.

В рамках этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Для оценки состояния фотосинтетического аппарата у различных представителей климатипов *Pinus sylvestris* L. произвести анализ пигментного состава хвои и измерить флуоресценцию хлорофилла хвои с помощью флуориметра Junior-PAM.

2. Для определения скорости потери влаги хвои деревьев различных климатипов сосны обыкновенной высушить хвою каждого изучаемого климатипа при комнатной температуре до воздушно-сухого веса.

3. Определить морфологические особенности деревьев каждого исследуемого климатипа путем измерения охвоенности побегов, длины и массы хвои.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Измерения флуоресценции хлорофилла хвои у представителей исследуемых климатипов *Pinus sylvestris* позволяют сделать вывод, что скорость увеличения фотосинтетической активности у северных климатипов в зимне-весенний период значительно выше, чем у южных. Это связано с тем, что у хвои деревьев северных климатипов уменьшается активность гормонов покоя, а у южных климатипов торможение скорости выхода из состояния покоя в зимний и ранневесенний период сохраняется. Анализ пигментного состава хвои также свидетельствует о потенциальной готовности к фотосинтетической активности хвои Северо-Енисейского и Богучанского климатипов. Хвоя же Абазинского, Балгазинского, Кяхтинского и Минусинского климатипов характеризуется высоким содержанием пигментов, которые способствуют защите от преждевременного и раннего возобновления фотосинтеза.

2. При определении скорости потери влаги было выяснено, что хвоя деревьев, которые географически произрастают в местности с большими перепадами высот, медленнее всего теряет влагу и характеризуется наибольшей засухоустойчивостью. Именно хвоя Абазинского и Балгазинского климатипов бережет влагу в хвое из-за возможности её быстрой потери в результате избыточного испарения при сильном нагреве под действием солнечного света и поэтому в период оттепелей с отсутствием влаги в жидкой фазе, может долгое время поддерживать жизненные функции.

3. При морфометрическом анализе можно увидеть приспособления каждого климатипа к непривычным для них ранее условиям. Дисперсионный анализ показал, что достоверные отличия лишь по длине хвои и охвоенности за первый год. Уменьшение поверхности относительно объема способствует экономии тепла, поэтому наибольшая длина хвои наблюдается у южных климатипов и наиболее ярко выражено у хвои Минусинского климатипа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. CLIMATE-DATA.ORG [Электронный ресурс] : Климат // сайт содержит климатические данные из погодных станций мира. – Режим доступа: <https://ru.climate-data.org>
2. E.H. Murchie¹, T. Lawson. Chlorophyll fluorescence analysis: a guide to good practice and understanding some new applications // Division of Plant and Crop Sciences, School of Biosciences, University of Nottingham, Sutton Bonington LE12 5RD, UK, School of Biological Sciences, University of Essex, Colchester CO4 4SQ, UK. – 2013. - № 64 (13). – С. 3983 – 3998.
3. Molecular control of cold acclimation in trees / Annikki Welling and E. Tapio Palva. // *Physiologia Plantarum*. - 2006. - №127. - С. 167 – 181.
4. Walz [Электронный ресурс] : Основные характеристики Junior-Pam // сайт одного из ведущих мировых производителей высокотехнологичных систем измерения фотосинтеза. – Режим доступа: www.walz.com
5. Автономов, А. Н. Фенология сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L. на склоновых землях экзогенного типа / А. Н. Автономов // Вестник БГАУ. – 2014. - №1. – С. 78-79.
6. Аминева, Е. Ю. Генотипическая изменчивость *Pinus sylvestris* L. по признаку засухоустойчивости / Е.Ю. Аминева , А.П. Гуреев, Т.М. Табацкая, О.С. Машкина, В.Н. Попов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. - №23 (1). – С. 15-23.
7. Андреев, Д. Н. Биологический контроль состояния окружающей среды по флуоресценции хлорофилла хвои сосны обыкновенной / Д. Н. Андреев // Инновации в науке. – 2012. - № 10-1. – С. 30-34.
8. Бажина, Е. В. Морфология побегов и особенности семенной продуктивности макростробилов деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), пораженных биаторелловым раком / Е. В. Бажина, П. И. Аминев // Хвойные бореальной зоны. – 2006. - №2. – С. 197.

9. Бедрицкая, Т. В. Испытания климатипов сосны обыкновенной в Архангельской области / Т. В. Бедрицкая, Е. Н. Наквасина, О. А. Гвоздухина // Лесной Вестник. – 2000. - № 1. – С. 36-38.
10. Бессчетнова, Н. Н. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Т. 21, № 2. – С. 198-206.
11. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Э. Вайнер [и др.]. – Москва, 1988. – 348 с.
12. Василькин, В. М. Характеристика лесоматериалов хвойных пород и рекомендации по их обработке и уходу за изделиями из них с помощью масляных и масляно-восковых пропиток : учебное пособие / В. М. Василькин, Н. В. Василькин. – Саранск : Издательство Мордовского университета, 2017. – 193 с.
13. Гавриленко, В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу : учебное пособие / В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова. – Москва: «Академия», 2003. – 256 с.
14. Головкин, Т. К. Сезонные изменения состояния фотосинтетического аппарата трех бореальных видов хвойных растений / Т. К. Головкин, Я. Н. Яцко, О. В. Дымова // Хвойные бореальной зоны. - 2013. - № 1 – 2. - С. 1-6.
15. Громадин, А. В. Дендрология : учебник для СПО / А. В. Громадин, Д. Л. Матюхин. – Москва : Юрайт, 2019. – 342 с.
16. Забуга, Г. А. Фотосинтетическая продуктивность взрослого дерева сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесостепном Предбайкалье / Г. А. Забуга, В. Ф. Забуга // Вестник КрасГАУ. – 2018. - №4. – С. 216-223.
17. Иванов, А. М. Изучение морфологической изменчивости шишек сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Костромской области / А. М. Иванов // Лесной вестник. – 2011. - №4. – С. 192 – 195.
18. Коропачинский, И. Ю. Древесные растения для озеленения Красноярска / И. Ю. Коропачинский, Р. И. Лоскутов. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2014. – 157 с.

19. Красноярский край. Министерство экологии и рационального природопользования [Электронный ресурс] : Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2018 году // официальный сайт министерства экологии и рационального природопользования Красноярского края. – Режим доступа: <http://www.mpr.krskstate.ru/envir/page5849>
20. Кузьмина, Н. А. Анализ динамики роста климатипов сосны обыкновенной в географических культурах в средней Сибири / Н. А. Кузьмина, С. Р. Кузьмин // Сибирский лесной журнал. – 2017. - №2. – С. 31-39.
21. Кузьмина, Н. А. Дифференциации сосны обыкновенной по росту и выживаемости географических культур Приангарья / Н.А.Кузьмина, С.Р. Кузьмин, Л. И. Милютин // Хвойные бореальные зоны. - 2014. -№2. - С.1-10.
22. Кузьмина, Н. А. Особенности генеративных органов сосны обыкновенной разного происхождения в географических культурах / Н. А. Кузьмина, С. Р. Кузьмин // Хвойные бореальной зоны. – 2007. - №2-3. – С. 225-234.
23. Кузьмина, Н. А. Устойчивость сосны обыкновенной разного происхождения к грибным патогенам в географических культурах Приангарья / Н. А. Кузьмина, С. Р. Кузьмин // Хвойные леса бореальной зоны. – 2007. - №4. – С. 454-461
24. Лантратова, А. С. Деревья и кустарники Карелии : определитель / А. С. Лантратова. – Петрозаводск : Карелия. - 1991. - С. 74.
25. Лаур, Н. В. Происхождение, распространение, систематика и некоторые подходы при селекции *Pinus sylvestris* L. / Н. В. Лаур, А. П. Царев // Лесное хозяйство. – 2012. - № 2. – С. 8-13.
26. Лысенко, В.С. Флуоресценция хлорофилла растений как показатель экологического стресса / В. С. Лысенко, Т. В. Вардуни, В. Г. Соьер, В. П. Краснов : теоретические основы применения метода // Фундаментальные исследования. – 2013. - № 4. – С. 112-120.
27. Наквасина, Е. Н. Дегидратация хвои сосны обыкновенной в географических культурах архангельской области / Е.Н. Наквасина // Лесной журнал. – 2002. - №6. – С. 16-21.

- 28.Новикова, Т. Н. Климатипы сосны обыкновенной в лесосеменных объектах и природных популяциях на юге Сибири / Т. Н. Новикова, Л. И. Милютин, Д. И. Назимова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2010. - № 25. – С. 39-43.
- 29.Опекунова, М. Г. Биоиндикация загрязнений : учебное пособие / М. Г. Опекунова. – Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2016. – 300 с.
30. Павлов, И. Н. Биосферная роль дереворазрушающих грибов *Heterobasidion anposum* S.L. и *Armillaria mellea* S.L. (на примере кедровых лесов Западного Саяна) / И. Н. Павлов // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер.: Естеств. и техн. науки. - 2013. - Т. 18, № 4. - С. 1270 - 1273.
- 31.Пахарькова Н.В. Различия в акклимационных стратегиях сосны обыкновенной и ели сибирской на загрязнение воздушной среды / Н.В. Пахарькова, О.П. Калякина, А.А. Шубин, Ю.С. Григорьев, С.В. Пахарьков, Г.А. Сорокина // Хвойные бореальной зоны. 2010. № 3. С. 231-236.
- 32.Пахарькова, Н. В. Морфофизиологические особенности хвои у разных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах / Н. В. Пахарькова, Н. А. Кузьмина, С. Р. Кузьмин, А. А. Ефремов // Сибирский экологический журнал. – 2014. - №1. – С.107 - 113.
- 33.Плантариум [Электронный ресурс] : *Pinus sylvestris* L. Описание таксона // определитель растений онлайн. - Режим доступа: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/28416.html>
- 34.Правдин, Л. Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость. Внутривидовая систематика и селекция / Л.Ф. Правдин. - М.: Наука, 1964. - 190 с.
- 35.Раевский, Б. В. Селекция и семеноводство сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и сосны скрученной (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud. var. *latifolia* Engelm) на северо-западе таежной зоны России : автореф. дис. ... д-ра сельхоз. наук : 06.03.01 / Раевский Борис Владимирович. – Петрозаводск, 2015. – 43 с.
36. Ребко, С.В. Особенности роста полусибсового потомства экотипов сосны обыкновенной в условиях Беларуси / С.В. Ребко // Научный потенциал студенчества – будущему России: тезисы докладов Междунар. науч. студ. конф.,

- Ставрополь, 18–19 апр. 2008 г.: в 3 т. / Сев.-Кав. гос. технич. ун-т; редкол.: Б.М. Синельников [и др.]. Ставрополь, 2008. - Т. 3. - 180 с.
37. Роговцев, Р. В. Географические культуры сосны обыкновенной в Новосибирской области / Р. В. Роговцев, И. А. Богун // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. – Т. 3, № 2. – С. 295-302.
38. Рогозин, М. В. Селекция сосны обыкновенной для плантационного выращивания: монография / М. В. Рогозин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2013. – 200 с.
39. Рубин, А. Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге / А. Б. Рубин // Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – 2000. – Т. 6, №4. – С. 7-13.
40. Семилет, Т. В. Влияние ЭДТА и тяжелых металлов на фотосинтетическую активность культурных растений / Т. В. Семилет, М. М. Силантьева, А. Ю. Гребенникова // Сборник трудов Всероссийской конференции по математике "МАК-2016". Материалы молодежной прикладной IT школы "Математическое моделирование в экологии, агроэкологии и природопользовании". - 2016. - С. 219–222.
41. Синадский, Ю. В. Сосна. Ее вредители и болезни: монография / Ю. В. Синадский; Москва : Наука, 1983. – 344 с.
42. Снежевская, Е. С. Изменчивость морфологических признаков шишек и семян у *Pinus Sylvestris* L. (Pinacea) / Е. С. Снежевская // Учебные записки ЗабГУ. – 2017. – №12(1). – С. 107-113.
43. Сорокина Г.А. Влияние насекомых-филлофагов и загрязнения атмосферы на фотоассимиляционную функцию городских тополевых насаждений / Г. А. Сорокина, О. В. Тарасова, Ю. С. Григорьев // Вестник КГУ. Ест. науки, 2005. № 5.- С.113-116.
44. Суворова, Г. Г. Максимальная интенсивность фотосинтеза сосны обыкновенной и ели сибирской в Предбайкалье / Г. Г. Суворова, Л. С. Янькова, Л. Д. Копытова, А. К. Филиппова // Сибирский экологический журнал. -2005. - №1. – С. 97-108.

45. Теоретические основы и методы изучения флуоресценции хлорофилла: Учеб. пособие. / Гольд В.М., Гаевский Н.А., Григорьев Ю.С., Попельницкий В.А., Гехман А.В. – Красноярск; изд. КГУ, 1984. – 82 с.
46. Тихонова, И. В. О связи гетерозиготности сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) с половым типом и чувствительностью деревьев к воздействию факторов окружающей среды / И. В. Тихонова // Сибирский экологический журнал. – 2005. - №4. – С. 555-562.
47. Тихонова, Н. А. Индивидуальная изменчивость сосны обыкновенной по признакам засухоустойчивости в лесостепных борах Южной Сибири/ Н. А. Тихонова, И. В. Тихонова // Сибирский лесной журнал. – 2016. - №5. – С. 114-124.
48. Тихонова, Н. А.. Водоудерживающая способность хвои в популяциях основных лесобразующих видов хвойных в лесах таежной зоны Сибири / Н. А. Тихонова, И. В. Тихонова // Лесной журнал. – 2019. - №5. – С. 83-94.
49. Токарева, А. П. Сосна обыкновенная. Значение искусственных посадок для Лискинского района / А. П. Токарева, Л. В. Смородинова // Юный ученый. - 2017. - № 2.2 (11.2). - С. 91-92.
50. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс] : Гидрометинформация. Климат // официальный сайт ФГБУ Среднесибирского УГМС. – Режим доступа: <http://meteo.krasnoyarsk.ru/>
51. Шашкова, Т. Л. Большой практикум. Биологический контроль состояния окружающей среды: учебно-методическое пособие / Т.Л. Шашкова. – Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. – 26-30 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А1 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа без повторностей по величине флуоресценции за март 2019 г. и январь 2019 г. хлорофилла хвои Кяхтинского и Северо-Енисейского климатипов

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Климатипы	2,77	1	2,77	0,52	0,60	161,45
Периоды измерения	280,67	1	280,66	52,93	0,09	161,45
Погрешность	5,30	1	5,30			
Итого	288,73	3				

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б1 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа без повторностей по величине флуоресценции за июль 2019 г.

Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Активность излучения	14224,74	8	1778,09	75,31	1,13E-21	2,18
Климатипы	1474,293	5	294,86	12,49	2,49E-07	2,45
Погрешность	944,4645	40	23,61			
Итого	16643,49	53				

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В1 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа по содержанию каротиноидов хвое исследуемых климатипов

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	2,05	5	0,41	17,66	3,67E-05	3,11
Внутри групп	0,28	12	0,02			
Итого	2,33	17				

Таблица В2 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа по содержанию хлорофиллов хвое исследуемых климатипов

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	54,88	5	10,98	20,34	1,76E-05	3,11
Внутри групп	6,47	12	0,54			
Итого	61,35	17				

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г1 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа по потере влаги хвои Северо-Енисейского и Минусинского климатипов

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	0,014	1	0,014	1,69	0,21	4,49
Внутри групп	0,13	16	0,008			
Итого	0,145	17				

Таблица Г2 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа по потере влаги хвои Богучанского и Кяхтинского климатипов

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	0,005	1	0,005	0,66	0,43	4,49
Внутри групп	0,12	16	0,0075			
Итого	0,125	17				

Таблица Г3 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа по потере влаги хвои Балгазинского и Абазинского климатипов

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	0,005	1	0,005	0,95	0,35	4,49
Внутри групп	0,084	16	0,005			
Итого	0,089	17				

Таблица Г4 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа по потере влаги хвои контрастных климатипов (Балгазинский, Минусинский и Кяхтинский) объединенных групп

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	2755,56	2	1377,78	4,65	0,019643	3,40
Внутри групп	7111,1	24	296,29			
Итого	9866,67	26				

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д1 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа по длине хвои за 1 год жизни

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	13,80	5	2,76	9,39	0,0007	3,11
Внутри групп	3,53	12	0,29			
Итого	17,33	17				

Таблица Д2 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа по длине хвои за 2 год жизни

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	11,98	5	2,39	13,31	0,00015	3,11
Внутри групп	2,16	12	0,18			
Итого	14,14	17				

Таблица Д3 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа по охвоенности за 1 год жизни

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	665,33	5	133,07	6,58	0,00361	3,11
Внутри групп	242,67	12	20,22			
Итого	908	17				

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица Е1 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа по величине флуоресценции за январь 2020 года

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	34,53	5	6,91	6,59	0,003	3,11
Внутри групп	12,58	12	1,05			
Итого	47,11	17				

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

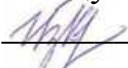
Таблица Ж1 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа без повторностей по содержанию каротиноидов на июль 2019 и январь 2020 года

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Климатипы	0,073	5	0,014	0,58	0,72	5,05
Периоды измерения	3,93	1	3,93	154,90	5,94E-05	6,61
Погрешность	0,13	5	0,03			
Итого	4,13	11				

Таблица Ж2 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа без повторностей по содержанию хлорофиллов на июль 2019 и январь 2020 года



Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Климатипы	1,09	5	0,22	0,97	0,52	5,05
Периоды измерения	28,11	1	28,11	123,27	0,0001	6,61
Погрешность	1,14	5	0,23			
Итого	30,35	11				

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. Безкоровайная
« 16 » июня 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Особенности прохождения фенофаз у различных климатипов сосны
обыкновенной в географических культурах
05.03.06 – Экология и природопользование
05.03.06.01 – Экология

Научный руководитель	 подпись	<u>доцент, канд.биол.наук</u> должность, ученая степень	<u>Н. В.Пахарькова</u> инициалы, фамилия
Студент	 подпись	16.06.20 г.	<u>Г. Н. Владимирова</u> инициалы, фамилия
Нормконтролер	 подпись	16.06.20 г.	<u>П. А. Красноперова</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2020