

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

Устойчивость элодеи канадской к соединениям тяжелых металлов

05.03.06 – Экология и природопользование
05.03.06.02

Научный руководитель	_____	<u>доцент, канд.биол.наук</u>	<u>Г.А. Сорокина</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Н.В. Моргачёв</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		<u>П.А. Красноперова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Обзор литературы.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Влияние ионов тяжелых металлов на макрофитов.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Воздействие ионов тяжелых металлов на организм человека.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Термоиндуцированные изменения нулевого уровня флуоресценции.....	Error! Bookmark not defined.
2 Объект и методы исследования	Error! Bookmark not defined.
2.1 Биологические особенности элодеи канадской (<i>Elodea Canadensis</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Влияние элодеи канадской на химический состав воды.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Методы исследований.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Регистрация термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Регистрация интенсивности замедленной флуоресценции	Error! Bookmark not defined.
3 Результаты и обсуждение	Error! Bookmark not defined.
3.1 Влияние ионов меди на прирост биомассы элодеи канадской.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Влияние ионов меди на термоиндуцированные изменения нулевого уровня флуоресценции элодеи канадской	Error! Bookmark not defined.
3.3 ОПЗФ	Error! Bookmark not defined.
3.4 ТИНУФ	Error! Bookmark not defined.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	5
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	6

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях выраженного антропогенного воздействия на окружающую среду в сточные воды выбрасывается большое количество отходов (промышленных, бытовых и сельскохозяйственных), содержащих различные соединения тяжелых металлов (ТМ), которые являются токсичными. Поступающие загрязнения из воздуха попадают на почвенный покров, поступают в водную поверхность, где в результате миграции аккумулируются и могут поступать по трофической цепи в различные компоненты биоты. В настоящее время их содержание в окружающей среде зачастую превышает предельно допустимые концентрации.

Безусловно, многие тяжелые металлы в малых концентрациях являются необходимыми для живых организмов микроэлементами, но в большом количестве они являются токсичными [1].

Замедление роста является наиболее общим проявлением токсичности тяжелых металлов для растений, что связано в первую очередь с их прямым действием на деление и растяжение клеток. Фотосинтетический аппарат (ФСА) растений и сам процесс фотосинтеза очень чувствительны к повышению содержания тяжелых металлов в окружающей среде, что проявляется в нарушении многих параметров функционирования ФСА. Снижение интенсивности фотосинтеза у растений, в присутствии тяжелых металлов, связано в первую очередь с их негативным влиянием на фотосинтетические пигменты. В присутствии высоких концентраций целого ряда тяжелых металлов (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn и др.) обнаружено снижение содержания хлорофиллов "а" и "b". При этом на листьях растений наблюдаются хорошо выраженные хлорозы [2]. Главной причиной снижения содержания зеленых пигментов в присутствии тяжелых металлов является подавление биосинтеза хлорофилла, прежде всего это связано с непосредственным действием металлов на активность ферментов биосинтеза.

В свою очередь, нарушение биосинтеза хлорофилла в присутствии Cd, Cu и Zn может быть вызвано вытеснением этими ионами иона Mg^{2+} из молекулы хлорофилла.

На кафедре проводились работы с использованием методов регистрации параметров замедленной флуоресценции (ЗФ) и термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ) элодеи канадской (*Elodea Canadensis*). Метод регистрации ТИНУФ хорошо зарекомендовал себя при биоиндикации в наземных системах с использованием динамики состояния зимнего покоя [3] как при разных уровнях атмосферного загрязнения [4, 5] так и для выявления видовой специфики антропогенного воздействия на растения [6, 7].

Изучение термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции для элодеи канадской ранее не проводилось.

Целью исследований является изучение устойчивости элодеи канадской (*Elodea Canadensis*) к соединениям тяжелых металлов на примере ионов меди, кадмия и цинка.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- 1) определение наиболее благоприятной питательной среды для тест-объекта;
- 2) регистрация динамики кривых термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции элодеи канадской при воздействии разных концентраций ионов тяжелых металлов;
- 3) определение влияния концентрации ионов тяжелых металлов на ОПЗФ и термоустойчивость;
- 4) статистическая обработка и сравнительный анализ собранных данных;

5) фиксация изменения биомассы при воздействии ионов меди

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе эксперимента были сделаны следующие выводы:

1. При внесении ионов меди в раствор с концентрацией 20 и 40 ПДК наблюдалось увеличение прироста биомассы элодеи канадской относительно контроля. Снижение прироста биомассы элодеи канадской при изученных концентрациях не зафиксировано, что свидетельствует о ее устойчивости к ионам меди в растворе.

2. Рост относительной величины низкотемпературного максимума (R1) на кривых ТИНУФ элодеи канадской, относительно контроля, свидетельствует о стимулирующем действии ионов меди на активность хлорофилл-белкового комплекса ФС2 при изученных концентрациях в течение периода наблюдения.

3. Увеличение низкотемпературного пика на кривых ТИНУФ, наблюдается снижение величины соотношения низко- и высокотемпературного максимумов (R2), что говорит о более быстром росте высокотемпературного пика.

4. Отмечена тенденция смещения низкотемпературного максимума в область более высоких температур, что говорит о повышении термоустойчивости элодеи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зотина, Т.А. Оценка токсичности тяжелых металлов для водного растения *elodea canadensis* / Т.Ф. Зотина, Н.А. Гаевский, Е.А. Радионова // Журнал Сибирского федерального университета - Красноярск, 2009 - Т. 2, № 2. - С. 226-236.
2. Нестерова, А.Н. Действие тяжелых металлов на корни растений: поступление свинца, кадмия и цинка в корни, локализация металлов и механизмы устойчивости растений // Биологические науки. 1989 № 9 (309). С. 72–86.
3. Гаевский, Н. А. Способ определения степени глубины покоя древесных растений / Н. А. Гаевский, Г. А. Сорокина, А. В. Гехман., С. А. Фомин., В. М. Гольд А. с. № 1358843 от 15 августа 1987 г.
4. Сорокина, Г.А. Древесные растения как биоиндикаторы уровня загрязнения атмосферы / Г.А. Сорокина, В.П. Лебедева, С.А. Раков, Н.В. Пахарькова // Ульяновский медико-биологический журнал, № 1, 2012 – с. 94-102
5. Пахарькова, Н.В. Влияние загрязнения воздушной среды на зимний покой древесных растений / Н.В. Пахарькова, А.А. Шубин, Г.А. Сорокина // Теоретическая и прикладная экология, №2, 2012 – с. 20–25.
6. Сорокина, Г.А. Биоиндикация атмосферного загрязнения с использованием древесных растений, В.П. Лебедева // Охрана окружающей среды и природопользование – 2011. – №2. – С. 52-56.
7. Influence of air pollution on the seasonal changes in woody plants\ G.A. Sorokina, V.P. Lebedeva, N. V. Pakharkova \ Abstract Book:-5th International EcoSummit Ecological Sustainability: Engineering Change., France, Montpellier P2.079. – 2016
8. Урадов, С.В. Воздействие тяжелых металлов на водоросли - макрофиты авачинской губы // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9. – С. 199.

9. Титов, Ф.А. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам : науч. изд. / А. Ф. Титов, В. В. Таланова, Н. М. Казнина. – Петрозаводск : Карельский науч. центр РАН ин-т биологии, 2011. – С. 132-133.
10. Коротченко, И.С. Тяжелые металлы в поверхностных образованиях Красноярской агломерации / И.С. Коротченко, Е.Я. Мучкина // Современные проблемы науки и образования – 2016 – № 4. С. 142-156.
11. Анищенко, О.В. Оценка антропогенного загрязнения р. Енисей по содержанию металлов основных компонентах экосистемы на участках, расположенных выше и ниже г. Красноярска / О.В. Анищенко, М.И. Гладышева, Е.С. Кравчука [и др.] – Красноярск, 2005. – 92 с.
12. Поглощение ряда тяжелых металлов из водных растворов растениями водного гиацинта (*Eichhornia crassipes (mart.) solms*) / О. М. Минаева, Е. Е. Акимова, К. М. Минаев и др. // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. – 2009. – № 4 (8). – С. 106 – 112.
13. Сорокина, Г.А. Оценка возможности использования пистии телорезовидной (*Pistiastratiotes*) и ряски малой (*Lemnaminor*) для фиторемедиации водной среды / Г.А. Сорокина, Е.В. Злобина, Л.Г. Бондарева, М.А. Субботин // Вестн. КрасГАУ, № 11, 2013 – С.182-186.
14. Логинова, Е.В. Гидроэкология: курс лекций / Е.В. Логинова, П.С. Лопух ; Минск БГУ 2011. – 300 с.
15. Вишнякова, М. Ю. Роль макрофитов в формировании гидрохимического режима водотоков водно-болотных угодий Нижней Волги / М.Ю. Вишнякова, И.В. Мельник // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 7–10.
16. Жмур, Н.С., Орлова Т.Л. Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по измерению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей / Н.С. Жмур, Т.Л. Орлова – Москва : АК- ВАРОС, 2007. – С. 75–76.

17. Вопросы радиационной безопасности / Л.Г. Бондарева, И.Э. Власова, О.А. Могильная, Н.И. Павленко. – Озерск, 2013. № 1. С. 39–43.
18. Барабошкина, Т. А. Биофильные элементы / Т.А. Барабошкина // Российская геологическая энциклопедия – Санкт-Петербург ; 2010. - Т. 1, № 3. - С. 41–43.
19. Розенберг, Г. С. Элементы теоретических конструкций современной экологии / Г.С. Розенберг, Д.П. Мозговой, Д.Б. Гелашвили // Экология. - Самара: Сам. НЦ РАН, 1999. – С. 393–397.
20. Гаевский, Н.А. Сезонные изменения фотосинтетического аппарата древесных и кустарниковых растений / Н.А. Гаевский, Г.А. Сорокина, В.М. Гольд, И.В. Миролюбская // Физиол. раст. – 1991. – Т. 38. № 4 – С. 685–692.
21. Шанзарова, А. С. Биомониторинг состояния окружающей среды / А.С. Шанзарова, А. Т. Ахматова // Вестн. КРСУ. 2015. № 1. С. 162.
22. Downton, W.J.S., Berry J.A. Chlorophyll fluorescence at high temperature // Biochim. et Biophys. Acta. – 1982. – V. 679. – N. 2. – P. 474–486.
23. Мур, Дж. В., Рамамутри С. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка их влияния: пер. с англ. М.: Мир, 1987. С. 117.
24. Герасенко, А.В. Загрязнение воды водоемов г. Гомеля тяжелыми металлами [Текст]: диплом / Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины. Гомель, 2013. С. 13-14.
25. Канатникова, Н.В. Ученые записки Орловского государственного университета / Н.В. Канатникова, В.Р. Кочкарев // Серия: Естественные, технические и медицинские науки. 2008. № 2. С. 10-14.
26. Базарова, Б.Б. География и природные ресурсы / Б.Б. Базарова, Н.М. Пронин – 2006. – № 1. – С. 59-62.
27. Элодея канадская *Elodea canadensis* (Hydrocharitaceae) на Западно-Сибирской равнине / Б.Ф. Свириденко, Т.В. Свириденко, А.Н. Ефремов, О. Е. Токарь, К.С. Евженко // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. – 2013. – №3 С. 23.

28. Свириденко, Б.Ф. Находки *Elodea canadensis* (Hydrocharitaceae) в Северном Казахстане // Ботанический журнал. 1986. – Т. 71, № 12. С. 168.
29. Дексбах, Н.К. Экология среднеуральской и западноуральской элодеи (*Elodea canadensis* Rich.) и элодейные водоемы // Доклады АН СССР. 1947. Т. 55, № 4. С. 359–362.
30. Савельева, Л.С. Очистка сточных вод на биоплато / Л.С. Савельева, А.Н. Эпов // Экология и промышленность России – 2000. – № 8 – С. 26–28.
31. Калайда, М. Л. Биоплато как способ доочистки дренажных вод города и сточных вод промышленных предприятий / М.Л. Калайда, Л.К. Говоркова, С.Д. Загустина, М.Ф. Хамитова // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. – 2009. – №7-8. – С. 34–36.
32. Микрякова, Т.Ф. Накопление тяжелых металлов различными видами высших растений // Тез. докл. 5-й Всерос. конф. по водным растениям «Гидрботаника 2000». Борок, 2000. С 25.
33. Гаевский, Н. А. Использование переменной и замедленной флуоресценции хлорофилла для изучения фотосинтеза растений / Н. А. Гаевский, В. Н. Моргун // Физиол. раст. – 1993 – Т.40. – №4, С. 132–141.
34. Борисова, С. Д. Доочистка сточных вод химического предприятия от неорганических веществ с использованием элодеи и роголистника // Вестник Каз. гос. энер. ун-та. Экология. 2011. С. 19–22.
35. Фарафонов, М. Г. Биоиндикационные свойства хлорофилла в условиях воздействия загрязнителей неопределенного состава / М. Г. Фарафонов // Экология. – 1991 – №2. – С. 76–78.
36. Хажеева, З. И. Влияние элодеи канадской на химический состав воды и донных отложений в дельте Р. Селенги / З. И. Хажеева, Н. М. Пронин; Вестник Бурятского гос. ун-та. Биология. География. – 2007. – №3. – С.13.



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

Устойчивость элодеи канадской к соединениям тяжелых металлов

05.03.06 – Экология и природопользование
05.03.06.02 – природопользование

Научный руководитель	 _____ <u>доцент, канд. биол. наук</u> подпись, дата должность, ученая степень	<u>Г.А. Сорокина</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 _____ <u> </u> подпись, дата	<u>Н.В. Моргачёв</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____ подпись, дата	<u>П.А. Красноперова</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2020