

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра клеточной биологии и биоинженерии растений

АЛЕКСЕЕВА Мария Игоревна

**ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ ОБРАБОТОК НА
РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ МОДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ВЫСШИХ
РАСТЕНИЙ**

Магистерская диссертация
специальность 1-31 80 11 Биохимия

Научный руководитель:
Демидчик Вадим Викторович
доктор биологических наук,
профессор, член-корреспондент НАН
Беларуси

Допущена к защите

«__»_____ 2023 г.

и.о. зав. кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений
кандидат биологических наук, доцент О.Г. Яковец

Минск, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Общая характеристика работы	6
Глава 1 Аналитический обзор литературы.....	9
1.1 Типы антигололедных обработок, принципы и проблематика их использования	9
1.2 Воздействие засоления на почву	10
1.3 Воздействие засоления и антигололедных реагентов на высшие растения.....	13
1.3.1 Влияние антигололедных обработок на лиственные и хвойные деревья.....	15
1.3.2 Эффект, вызываемый действием антигололедных реагентов, на кустарники и травы.....	16
1.3.3 Воздействие антигололедных обработок на водно-болотную растительность	17
1.4 Использование солеустойчивых и трансгенных культур	17
Глава 2 Материалы и методы исследования	20
2.1 Объекты исследования	20
2.2 Методы исследования.....	22
2.2.1 Культивирование растений в условиях <i>in vitro</i>	22
2.2.2 Пламенная фотометрия	23
2.3 Схема выполнения опытов.....	25
2.3.1 Проведение ростовых тестов	25
2.3.2 Проведение элементного анализа	28
2.4 Статистический анализ данных.....	29
Глава 3 Результаты и их обсуждение.....	31
3.1 Анализ влияния антигололедных обработок на ростовые параметры модельных видов высших растений.....	31
3.1.1 Воздействие антигололедных агентов на ростовые параметры растений <i>Arabidopsis thaliana</i> в культуре <i>in vitro</i>	31
3.1.2 Влияние отобранных проб снега, содержащих антигололедные обработки, на растения <i>Forsythia intermedia</i> в культуре <i>in vitro</i>	36
3.1.3 Эффект, вызываемый действием образцов с антигололедными обработками в составе, на рост и развитие растений <i>Betula pendula</i> ..	39
3.2 Анализ данных, полученных с помощью метода пламенной фотометрии	42

3.2.1 Определение концентрации K^+ в исследуемых пробах.....	42
3.2.2 Анализ концентрации Na^+ в отобранных на разном расстоянии от трассы образцах.....	44
3.2.3 Оценка содержания Ca^{2+} в отобранных пробах снега	46
Заключение	49
Список использованных источников	51

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Ключевые слова: АНТИГОЛОЛЕДНЫЕ ОБРАБОТКИ, ЗАСОЛЕНИЕ, *FORSYTHIA INTERMEDIA*, *BETULA PENDULA*, *ARABIDOPSIS THALIANA*, ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ, ПЛАМЕННАЯ ФОТОМЕТРИЯ.

Цель работы: анализ воздействия антигололедных обработок на рост и развитие модельных видов высших растений на примере *Arabidopsis thaliana*, *Forsythia intermedia* и *Betula pendula*.

Задачи работы: 1) изучить имеющиеся литературные данные по теме исследования; 2) освоить методику микроклонального размножения модельных видов высших растений в условиях «*in vitro*»; 3) изучить влияние антигололедных обработок на ростовые процессы *Arabidopsis thaliana*, *Forsythia intermedia* и *Betula pendula*; 4) с использованием метода пламенной фотометрии провести элементный анализ исследуемых образцов загрязненного снега.

Объекты исследования: модельные виды высших растений на примере *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.: Wassilevskija (WS-0, «Wild Type»), *Forsythia intermedia* Zabel и *Betula pendula* Roth.

Предмет исследования: реакция высших растений на антигололедные обработки.

Полученные результаты и их новизна. Обработка дорог антигололедными реагентами в зимний период оказывает негативное влияние на окружающую среду, вызывая различные отклонения на физиологическом и биохимическом уровнях. Наибольшее ингибирующее действие проявлялось в отношении форзиции промежуточной, береза повислая и арабидопсис оказались менее чувствительны к засолению. Элементный анализ исследуемых проб показал, что натрий – основной и наиболее активно используемый компонент антигололедных обработок. Его концентрация во всех поставленных экспериментах сильно превысила концентрации K^+ и Ca^{2+} : на самом приближенном к трассе расстоянии (1 м) она составила $344 \text{ мМ} \pm 28 \text{ мМ}$, на дальнем расстоянии от автомагистрали (100 м) – $2,6 \pm 1,9 \text{ мМ}$. На втором месте по содержанию в пробах оказался Ca^{2+} . На третьем месте, а значит его меньше всего содержится в антиобледенительных реагентах, – K^+ , его концентрация в пробе, отобранной на расстоянии 1 м, составляла всего $1,1 \pm 0,11 \text{ мМ}$, на расстоянии 100 м – $5 \pm 2,6 \text{ мМ}$.

Структура магистерской диссертации. Работа изложена на 55 страницах, состоит из разделов «Введение», «Общая характеристика работы», трех глав, разделов «Заключение» и «Список использованных источников» из 55 наименований. Включает 25 рисунков, 2 таблицы и 3 формулы.

АГУЛЬНАЯ ХАРАКТАРЫСТЫКА

Ключавыя словы: АНТЫГАЛАЛЕДНЫЯ АПРАЦОЎКІ, ЗАСАЛЕННЕ, *FORSYTHIA INTERMEDIA*, *BETULA PENDULA*, *ARABIDOPSIS THALIANA*, ЭЛЕМЕНТНЫ АНАЛІЗ, ПЛАМЕННАЯ ФОТАМЕТРЫЯ.

Мэта работы: аналіз уздзеяння антыгалалёдных апрацовак на рост і развіццё мадэльных відаў вышэйшых раслін на прыкладзе *Arabidopsis thaliana*, *Forsythia intermedia* і *Betula pendula*.

Задачы работы: 1) вывучыць наяўныя літаратурныя дадзеныя па тэме даследавання; 2) асвоіць методыку мікракланальнага размнажэння мадэльных відаў вышэйшых раслін ва ўмовах "in vitro"; 3) вывучыць уплыў антыгалалёдных апрацовак на роставыя працэсы *Arabidopsis thaliana*, *Forsythia intermedia* і *Betula pendula*; 4) з выкарыстаннем метаду палымянай фотаметрыі правесці элементны аналіз доследных узораў забруджанага снегу.

Аб'ект даследавання: мадэльныя віды вышэйшых раслін на прыкладзе *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.: Wassilevskija (WS-0, "Wild Type"), *Forsythia intermedia* Zabel і *Betula pendula* Roth.

Прадмет даследавання: рэакцыя вышэйшых раслін на антыгалалёдныя апрацоўкі.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. Апрацоўка дарог антыгалалёднымі рэагентамі ў зімовы перыяд аказвае негатыўны ўплыў на навакольнае асяроддзе, выклікаючы розныя адхіленні на фізіялагічным і біяхімічным узроўнях. Найбольш інгібіруешчае дзеянне выяўлялася ў дачыненні да фарзіцыі прамежкавай, бяроза павіслая і арабідапсіс апынуліся менш адчувальныя да засалення. Элементны аналіз доследных спроб паказаў, што натрый - асноўны і найбольш актыўна выкарыстоўваецца кампанент антыгалалёдных апрацовак. Яго канцэнтрацыя ва ўсіх пастаўленых эксперыментах моцна перавысіла канцэнтрацыі K^+ і Ca^{2+} : на самай набліжанай да трасы адлегласці (1 м) яна складала $344 \text{ мМ} \pm 28 \text{ мМ}$, на далёкай адлегласці ад аўтамагістралі (100 м) $2,6 \pm 1,9 \text{ мМ}$. На другім месцы па ўтрыманні ў пробах апынуўся Ca^{2+} . На трэцім месцы, а значыць яго менш за ўсё змяшчаецца ў антиобледенительных рэагентах, - K^+ , яго канцэнтрацыя ў спробе, адабранай на адлегласці 1 м, складала ўсяго $1,1 \pm 0,11 \text{ мМ}$, на адлегласці 100 м - $5 \pm 2,6 \text{ мМ}$.

Структура магістарскай дысертацыі. Работа выкладзена на 55 старонках, складаецца з раздзелаў “Уводзіны”, “Агульная характарыстыка работы”, трох глаў, раздзелаў “Заклучэнне” і “Спіс выкарыстаных крыніц” з 55 адзінак. Уключае 25 малюнкаў, 2 табліцы і 3 формулы.

GENERAL CHARACTERISTICS

Keywords: ANTI-ICE TREATMENTS, SALINIZATION, *FORSYTHIA INTERMEDIA*, *BETULA PENDULA*, *ARABIDOPSIS THALIANA*, ELEMENTAL ANALYSIS, FLAME PHOTOMETRY.

The Purpose of this research: analysis of the impact of anti-icing treatments on the growth and development of model species of higher plants on the example of *Arabidopsis thaliana*, *Forsythia intermedia* and *Betula pendula*.

The Tasks of the work: 1) to study the available literature data on the research topic; 2) to master the technique of microclonal propagation of model species of higher plants in “*in vitro*” conditions; 3) to study the effect of anti-icing treatments on the growth processes of *Arabidopsis thaliana*, *Forsythia intermedia* and *Betula pendula*; 4) using the method of flame photometry to carry out an elemental analysis of the studied samples of contaminated snow.

The Object of the research: model species of higher plants on the example of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.: Wassilevskija (WS-0, "Wild Type"), *Forsythia intermedia* Zabel and *Betula pendula* Roth.

The Subject of the work: the reaction of higher plants to anti-icing treatments.

The Results Obtained and their Novelty. Treating roads with anti-icing agents in winter has a negative impact on the environment, causing various deviations at the physiological and biochemical levels. The greatest inhibitory effect was manifested in relation to *Arabidopsis thaliana*, *Forsythia intermedia* and *Betula pendula* were less sensitive to salinity. Elemental analysis of the studied samples showed that sodium is the main and most actively used component of anti-icing treatments. Its concentration in all experiments was much higher than the concentrations of K^+ and Ca^{2+} : at the closest distance to the highway (1 m) it was $344 \text{ mM} \pm 28 \text{ mM}$, at a far distance from the highway (100 m) it was $2.6 \pm 1.9 \text{ mM}$. The second place in terms of content in the samples was found to be Ca^{2+} . In third place, which means it is least of all contained in anti-icing reagents, is K^+ , its concentration in a sample taken at a distance of 1 m was only $1.1 \pm 0.11 \text{ mM}$, at a distance of 100 m - $5 \pm 2.6 \text{ } \mu\text{M}$.

The Structure of the thesis. The total volume of the thesis comprises 55 pages, consists of sections "Introduction", "General characteristics of the work", three chapters, sections "Conclusion" and "List of used sources" of 55 titles. Includes 25 figures, 2 tables and 3 formulas.