

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

ХАЛМЕДОВА НУРСОЛТАН

Аннотация к дипломной работе

**ВОЗДЕЙСТВИЕ Zn^{2+} НА РОСТОВЫЕ РЕАКЦИИ КОРНЕЙ
A. THALIANA (L.) НЕУНН ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ pH**

Научный руководитель:
доцент кафедры,
к.б.н. Крытынская Е.Н.

Допущен к защите

«___» _____ 2023 г.

Зав. кафедрой клеточной биологии и инженерии растений,
доктор биологических наук, доцент О.Г. Яковец

Минск, 2023

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 53 страниц, 3 таблицы, 17 рисунков, 51 источников.

ВОЗДЕЙСТВИЕ Zn^{2+} НА РОСТОВЫЕ РЕАКЦИИ КОРНЕЙ *A. THALIANA* (L.) HEYNH ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ pH

Объект исследования: корни 1-7 суточной асептических проростков *A. thaliana* (L.) Heynh природного экотипа Wassilevskija (WS-0). Проростки получали из семян чашечным агаровым методом.

Целью работы: исследование влияния $ZnSO_4$ на ростовые реакции корней *A. thaliana* (L.) Heynh экотипа WS-0 при разной кислотности МС- среды.

Методы исследования: Культивирование асептических растений в условиях in vitro, методика Ф. Лайбаха. Ростовые тесты, метод фенотипирования корневой системы.

Результаты исследований: В работе изучали роль цинка в регуляции длины первичного корня. Исследовали опосредованные экзогенным сульфатом цинка ростовые реакции классического тест-объекта *A. thaliana* с учетом pH питательной МС-среды (30 мкмоль $ZnSO_4$). Как острый дефицит (отсутствие соли), так и умеренный избыток (10 и 30 мкмоль) сульфата цинка в МС-среде вызывали сильное подавление роста первичных корней 1-7 суточных асептических проростков. Концентрационной зависимости эффектов $ZnSO_4$ не было установлено. Повышение концентрации соли в 10 раз инициировало отставание в росте 5-7-суточных корней относительно контроля.

Внешний pH 6,0 модулировал ростовую реакцию корней *A. thaliana*, вызванную дефицитом $ZnSO_4$. При избытке соли отмечали подавление роста корней 7-суточных проростков в 3-4 раза. В случае сильного дефицита $ZnSO_4$ длина корней уменьшается вдвое, тогда как умеренный дефицит $ZnSO_4$ инициировал видимое отставание в росте на протяжении 1-3 суток.

Работа демонстрирует, что существует pH-регулирующая основа для ростовых процессов, зависящих от цинка, и сигналы питательных веществ, и в частности микроэлементов, могут определять баланс роста и иммунных реакций у *A. thaliana* (L.) Heynh.

SUMMARY

Diploma work 53 pages, 3 tables, 17 illustrations, 51 sources of scientific literature which was used.

THE EFFECT OF Zn^{2+} ON THE GROWTH REACTIONS OF *A. THALIANA* (L.) HEYNH ROOTS AT DIFFERENT pH LEVELS

Object of study: roots of 1-7 day-old aseptic seedlings of *A. thaliana* (L.) Heynh of the Wassilevskija (WS-0) natural ecotype. Seedlings were obtained from seeds by the cup agar method.

Aim of work:: to study the effect of $ZnSO_4$ on the growth reactions of the roots of *A. thaliana* (L.) Heynh of the WS-0 ecotype at different acidity of the MS medium.

Research methods: Cultivation of aseptic plants under in vitro conditions, method F. Laibach. Growth tests, a method of phenotyping the root system.

Research results: The role of zinc in the regulation of the length of the primary root was studied. The growth reactions of the classical *A. thaliana* test object mediated by exogenous zinc sulfate were studied taking into account the pH of the nutrient MS medium (30 mmol $ZnSO_4$). Both acute deficiency (lack of salt) and moderate excess (10 and 30 mmol) of zinc sulfate in the MC medium caused a strong suppression of the growth of primary roots of 1-7 daily aseptic seedlings. The concentration dependence of the effects of $ZnSO_4$ has not been established. An increase in the salt concentration by 10 times initiated a lag in the growth of 5-7-day-old roots relative to the control.

The external pH 6.0 modulated the growth reaction of *A. thaliana* roots caused by a deficiency of $ZnSO_4$. With an excess of salt, the suppression of root growth of 7-day-old seedlings was noted by 3-4 times. In the case of a severe deficiency of $ZnSO_4$, the length of the roots is halved, whereas a moderate deficiency of $ZnSO_4$ initiated a visible lag in growth for 1-3 days.

The work demonstrates that there is a pH-regulating basis for zinc-dependent growth processes, and signals of nutrients, and in particular trace elements, can determine the balance of growth and immune responses in *A. thaliana* (L.) Heynh.

ВВЕДЕНИЕ

Zn является тяжелым металлом и одновременно, незаменимым микроэлементом (15-20 мкг/г сухой массы листа) для роста высших растений. Есть сведения, что ионы Zn защищают растительные клетки от окислительного стресса, опосредованного АФК, участвуют в деградации белков и в межбелковых взаимодействиях. Повышенные концентрации цинка, особенно на загрязненных почвах, в промышленных районах, приводят к выраженным симптомам токсичности. Однако отдельные виды растений способны переносить высокие уровни двухвалентного катиона в водном растворе без особого вреда для организма. Некоторые из видов перекачивают, транслоцируют и накапливают Zn в своих побегах.

У *A. thaliana* экотипа Col-0 высокие концентрации Zn отрицательно коррелируют с ростом почвенной культуры, ухудшая тем самым поглощение и перераспределение питательных веществ и нарушая метаболические процессы. Есть сведения, что избыток Zn (свыше 75 мкМ ZnSO_4) напрямую влияет на транспорт ауксина посредством модулирования экспрессии PIN4, AUX1 и LAX3. Дефицит Zn (0 мкМ ZnSO_4) вызывает задержку цветения. Притом одни экотипы *A. thaliana* более чувствительны к дефициту цинка, чем другие. В этой связи интересно посмотреть, как асептические проростки *A. thaliana* экотипа WS-0 могут реагировать на различные концентрации Zn в окружающей среде, чтобы обеспечить адекватное снабжение питательными веществами, избегая его потенциального вреда. А также важно выявить Zn-индуцированные ростовые реакции корней *A. thaliana* WS-0 при разных уровнях pH, учитывая тот факт, что изменения pH питательной среды могут влиять на доступность цинка.

Итак, цель работы – исследование влияния ZnSO_4 на ростовые реакции корней *A. thaliana* (L.) Heynh экотипа WS-0 при разной кислотности МС-среды.

Стояли следующие задачи:

- Освоение методики получения стерильных растений *A. thaliana*;
- Получение стерильных асептических проростков *A. thaliana* WS-0 на МС-средах, различных по содержанию сульфата цинк;
- Оценка ростовых ответов, вызванных различными концентрациями ZnSO_4 , у *A. thaliana* WS-0 на стадии проростков;
- Исследование Zn-индуцированных ростовых реакции первичных корней *A. thaliana* WS-0 при разных уровнях pH питательной среды.