

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

ЧЕРКАС
Ольга Михайловна

**ВЛИЯНИЕ НЕЛЕТАЛЬНОГО СОЛЕВОГО СТРЕССА НА РОСТ И
АРХИТЕКТУРУ КОРНЕЙ АСЕПТИЧЕСКИ ВЫРАЩЕННЫХ
ПРОРОСТКОВ *ARABIDOPSIS THALIANA* L. HEYNH**

Аннотация дипломной работы

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

Допущена к защите
« ____ » _____ 2020 г.

Зав. кафедрой клеточной биологии
и биоинженерии растений
доктор биологических наук, доцент В. В. Демидчик

Минск, 2020

Оглавление

Перечень условных обозначений	3
Реферат	4
Введение	7
ГЛАВА 1 Обзор литературы	9
1.1 Природное и техногенное засоление почв	9
1.2 Хлоридное, сульфатное, карбонатное засоление	14
1.3 Физиологические реакции растений в ответ на засоление	15
1.4 Кратковременный и длительный солевой стресс	18
1.5 Солевой стресс и солетолерантность	19
1.6 Влияние солевого стресса на рост и развитие проростков <i>Arabidopsis thaliana</i> L. Heynh	25
1.7 Солетолерантность проростков <i>Arabidopsis thaliana</i>	32
ГЛАВА 2 Материалы и методы исследования	35
2.1 Объект исследования	35
2.2 Методика получения асептической культуры	35
2.3 Ростовые тесты	37
2.4 Микроскопия и измерение длины клеток	38
2.5 Метод статистической обработки данных	39
ГЛАВА 3 Результаты исследования	40
3.1 Ростовая реакция первичных корней <i>Arabidopsis thaliana</i> WS-0 в условиях мягкого солевого стресса	41
3.2 Влияние хлорида натрия на архитектуру корневой системы <i>Arabidopsis thaliana</i> .	46
3.3 Техника замены среды. NaCl-индуцированный адаптивный ответ асептических проростков	50
3.4 Модуляция архитектуры корня в основе ростового ответа <i>Arabidopsis thaliana</i> на солевой стресс	54
Заключение	57
Список литературных источников	58

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 63 с., 12 рис., 2 табл., 63 источников.

Перечень ключевых слов: *A. thaliana*, первичные корни, хлорид натрия, ростовые реакции, архитектура корня.

Объект исследования: корни проростков асептической культуры *Arabidopsis thaliana* L. Heynh.

Цель: изучить влияние нелетального солевого стресса на рост и архитектуру корней асептически выращенных проростков.

Предмет исследования: ростовой адаптивный ответ первичных корней *Arabidopsis thaliana* L. Heynh на засоление.

Методы исследования: ростовые тесты (без замены и с заменой среды).

В результате проведенных практических работ, исследована ростовая реакция, дана оценка изменений в архитектуре первичных корней *A. thaliana*, индуцированных дополнением МС-среды 20-150 ммоль NaCl. Показано, что асептическая 8-суточная культура относительно нормально чувствует себя до 50 ммоль NaCl. Концентрация 20 ммоль NaCl оказывает стимулирующее влияние на рост первичных корней, независимо от применяемой техники выращивания. Солевая нагрузка до 40 ммоль приводит к увеличению числа латеральных корней, их общей длины. Прирост прорастания первичного асептического корня на 7-е сутки с концентрацией 30-40 ммоль превосходит контрольный показатель лишь в первом случае. Применение техники замены среды влияет на эффективность концентрации. В последнем случае избыток натрия (30 ммоль) вызывал начальное подавление роста корней. Повышение концентрации в среде до 90 и 150 ммоль приводило к подавлению ростовых процессов к 3 суткам, отмечали сокращение длины корней в 2,6 раза по сравнению с контролем и подавление скорости прорастания наземной части.

Исследование клеточной основы ростостимулирующих эффектов 20-30 ммоль соли, показало, что хлорид натрия модифицирует рост корневых волосков в длину, влияет на диаметр корня в зонах роста и всасывания, конечную длину зрелых клеток. Низкие концентрации соли (> 50 ммоль) стимулируют увеличение размеров кортекса. В корнях, подверженных воздействию 150 ммоль соли, длина зрелых клеток уменьшалась по сравнению с контрольными и в соответствии с укорочением зоны роста. Эта уменьшенная длина клеток была ближе к кончику корня. Ширина зрелых клеток возросла. Снижение производства зрелых клеток было обусловлено меньшим количеством делящихся клеток, то есть все же уменьшением размера меристемы. Изменения претерпели число и длина корневых волосков.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца 63 с., 12 мал., 2 табл., 63 крыніц.

Пералік ключавых слоў: *A. thaliana*, першасныя карані, хларыд натрыю, роставыя рэакцыі, Архітэктурнае караня.

Аб'ект даследавання: карані праросткаў асептычны культуры *Arabidopsis thaliana* L. Heynh.

Мэта: вывучыць ўплыў несмяротнага солевага стрэсу на рост і архітэктурнае каранёў асептычнасці вырашчаных праросткаў.

Прадмет даследавання: роставыя адаптыўны адказ першасных каранёў *Arabidopsis thaliana* L. Heynh на засаленне.

Метады даследавання: роставыя тэсты (без замены і з заменай асяроддзя).

У выніку праведзеных практычных работ, даследавана роставая рэакцыя, дадзена ацэнка змяненняў у архітэктурна першасных каранёў *A. thaliana*, індукаваных дадаткам МС-асяроддзя 20-150 ммоль NaCl. Паказана, што асептычны 8-сутачная культура адносна нармальна адчувае сябе да 50 ммоль NaCl. Канцэнтрацыя 20 ммоль NaCl аказвае стымулюючае ўплыў на рост першасных каранёў, незалежна ад ужывальнай тэхнікі вырошчвання. Селевая нагрузка да 40 ммоль прыводзіць да павелічэння колькасці латэральных каранёў, іх агульнай даўжыні. Прырост прарастання першаснага асептычнага караня на 7-е суткі з канцэнтрацыяй 30-40 ммоль пераўзыходзіць кантрольны паказчык толькі ў першым выпадку. Прымяненне тэхнікі замены асяроддзя ўплывае на эфектыўнасць канцэнтрацыі. У апошнім выпадку лішак натрыю (30 ммоль) выклікаў пачатковае падаўленне росту каранёў. Павышэнне канцэнтрацыі ў асяроддзі да 90 і 150 ммоль прыводзіла да падаўлення роставых працэсаў да 3 сутак, адзначалі скарачэнне даўжыні каранёў у 2,6 разы ў параўнанні з кантролем і падаўленне хуткасці прарастання наземнай часткі.

Даследаванне клеткавай асновы ростостимулюючых эфектаў 20-30 ммоль солі, паказала, што хларыд натрыю мадыфікуе рост каранёвых валасінак у даўжыню, уплывае на дыяметр караня ў зонах росту і ўсмоктвання, канчатковую даўжыню спелых клетак. Нізкія канцэнтрацыі солі (> 50 ммоль) стымулююць павелічэнне памераў кортекса. У каранях, схільных ўздзеянню 150 ммоль солі, даўжыня спелых клетак памяншалася ў параўнанні з кантрольнымі і ў адпаведнасці з ўкарачэннем зоны росту. Гэтая паменшаная даўжыня клетак была бліжэй да кончыка караня. Шырыня спелых клетак ўзраста. Зніжэнне вытворчасці спелых клетак было абумоўлена меншай колькасцю якія дзеляцца клетак, гэтак значыць усё ж памяншэннем памеру мерыстэмы. Змены зведалі колькасць і даўжыня каранёвых валасінак.

ABSTRACT

Thesis 63 p., 12 fig., 2 tab., 63 sources.

Key words: *A. thaliana*, primary roots, sodium chloride, growth reactions, root architecture. Object of study: Roots of seedlings of aseptic culture of *Arabidopsis thaliana* L. Heynh.

Purpose: The purpose of the research is to study the effect of non-lethal salt stress on the growth and root architecture of aseptically grown seedlings.

Subject of study: The subject of study is adaptive growth response of the primary roots of *Arabidopsis thaliana* L. Heynh to salinization.

Research methods: Growth tests (without replacement and with medium replacement).

As a result of the practical work, the growth reaction was studied, and changes in the architecture of the primary roots of *A. thaliana* induced by the addition of the MS medium of 20-150 mmol NaCl were evaluated. It was shown that an aseptic 8-day old culture feels relatively normal up to 50 mmol of NaCl. The concentration of 20 mmol NaCl has a stimulating effect on the growth of primary roots, regardless of the growing technique used. Salt load up to 40 mmol leads to an increase in the number of lateral roots and their total length. The growth of germination of the primary aseptic root on the 7th day with a concentration of 30-40 mmol exceeds the control indicator only in the first case. The use of medium replacement techniques affects concentration efficiency. In the latter case, an excess of sodium (30 mmol) caused an initial suppression of root growth. An increase in the concentration in the medium to 90 and 150 mmol led to the suppression of growth processes by 3 days. A decrease in root length by 2.6 times was noted in comparison with the control, and a suppression of the rate of germination of the ground part.

The study of the cellular basis of the growth-promoting effects of 20-30 mmol of salt showed that sodium chloride modifies root hair growth in length, affects the root diameter in the growth and absorption zones, and the final length of mature cells. Low salt concentrations (> 50 mmol) stimulate an increase in cortex size. In the roots that were exposed to 150 mmol of salt, the length of mature cells decreased compared to the control and in accordance with the shortening of the growth zone. This reduced cell length was closer to the root tip. The width of mature cells has increased. The decrease in the production of mature cells was due to a smaller number of dividing cells, that is, still a decrease in the size of the meristem. Changes have been registered in the number and length of root hairs.