

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

Макаренко
Мария Ярославовна

**Модуляция уровнем фосфата NaCl-индуцированных ростовых
ответов корней *Arabidopsis thaliana* L. Heynh**

Аннотация дипломной работы

Научный руководитель:
кандидат биологических наук,
доцент Е.Н. Крытынская

Допущена к защите
«__» _____ 2020 г.
Зав. кафедрой клеточной биологии
и инженерии растений,
кандидат биологических наук, доцент И.И. Смолич

Минск, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	3
РЕФЕРАТ	4
РЭФЕРАТ	5
ABSTRACT	6
ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1 <i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh– модельный организм в физиологических исследованиях	8
1.2 Экотипический состав <i>A.thaliana</i> . Разные адаптивные способности	11
1.3 Формирование морфофизиологических и фенотипических особенностей <i>A.thaliana</i>	13
1.4 Регуляция роста корня <i>A.thaliana</i>	15
1.5 Влияние засоления на рост и развитие корней	18
1.6 Сочетанное влияние засоления и дефицита фосфора на архитектуру корней <i>A.thaliana</i>	20
ГЛАВА 2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	24
2.1 Объект исследования	24
2.2 Соблюдение норм стерильности культуры	25
2.3 Приготовление питательной среды	26
2.4 Посадка семян на МС-среду	27
2.5 Описательная модель стресс-индуцированных модуляций	27
2.6 Анализ стресс-индуцированной модуляции архитектуры корня	28
2.7 Метод статистической обработки данных	29
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	30
3.1 Модификация параметров роста асептической культуры <i>A. thaliana</i> в присутствии ионов Na	30
3.2 Действие хлорида натрия на архитектонику корневой системы <i>A. thaliana</i>	36
3.3 Регуляция дефицитом P_i солеустойчивости проростков <i>A. thaliana</i>	38
3.4 Архитектоника корневой системы <i>A. thaliana</i>	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	49

РЕФЕРАТ

Дипломная работа составляет 52 страницы, 13 рисунков, 8 таблиц, 40 источников литературы.

Перечень ключевых слов: *A.thaliana*, корни, ионы натрия, рост, развитие, засоление, дефицит монофосфата калия.

Объект исследования: корни проростков асептической культуры *A. thaliana* (L.) Heynh экотипа Col (S35).

Цель: изучение способности K_2HPO_4 в концентрациях 10-100 мкмоль/л модулировать NaCl-индуцированные ростовые ответы корней асептических проростков *Arabidopsis thaliana*.

Предмет исследования: ростовые реакции корней асептических проростков *Arabidopsis thaliana* в ответ на комбинированный стресс, обусловленный засолением и дефицитом монофосфата калия.

Методы исследования: ростовые тесты. Использована методика асептического выращивания Ф. Лайбаха, техника замены среды.

В результате проведенного исследования идентифицирована ростовая реакция асептических проростков *A. thaliana* (S35) в ответ на повышение уровня NaCl (3-81 ммоль/л) в MC-среде. Среди протестированных концентраций только одна (81 ммоль/л) подавляет рост 4-7-суточных корней. Осмотический эффект является первым ответом на засоление (81 ммоль/л NaCl), изменения в архитектонике первичных корней вызваны дефицитом воды в тканях растений.

Изучена способность 10-100 мкмоль/л K_2HPO_4 модулировать ростовую реакцию корней, индуцированную добавлением 81 ммоль/л NaCl в MC-среду. Комбинированный стресс был ощутим корневой системой. Ростостимулирующий эффект отмечен при концентрации 10 мкмоль/л P_i . Длина 7-суточных корней возросла относительно контроля (625 мкмоль/л) в 1,2 раза. Сильный дефицит P (10 мкмоль/л) повышает солеустойчивость асептических проростков *A.thaliana* S35, снижая уровень накопления Na^+ в тканях. Это отражается на архитектонике первичных корней (размерах зоны деления, зоны корневых волосков, длине корневых волосков). Изменения в архитектонике можно объяснить адаптивными стратегиями проростков, направленными на повышение поглотительной способности важного макроэлемента P в условиях засоления.

Работа направлена на изучение механизмов солеустойчивости растений.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца складае 52 старонкі, 13 малюнкаў, 8 табліц, 40 крыніц літаратуры.

Пералік ключавых слоў: *A.thaliana*, карані, іёны натрыю, рост, развіццё, засаленне, дэфіцыт монафасфата калія.

Аб'ект даследавання: карані праросткаў асептычнай культуры *A. thaliana* (L.) Неупн экатыпу Col (S35).

Мэта: вывучэнне здольнасці KH_2PO_4 у канцэнтрацыях 10-100 мкмоль / л мадуляваць NaCl-індукаваныя роставыя адказы каранёў асептычных праросткаў *Arabidopsis thaliana*.

Прадмет даследавання: роставыя рэакцыі каранёў асептычных праросткаў *Arabidopsis thaliana* ў адказ на камбінаваны стрэс, абумоўлены засаленнем і дэфіцытам монафасфата калія.

Метады даследавання: роставыя тэсты. Выкарыстана метадыка асептычнага вырошчвання Ф. Лайбаха, тэхніка замены асяроддзя.

У выніку праведзенага даследавання ідэнтыфікавана роставая рэакцыя асептычных праросткаў *A. thaliana* (S35) у адказ на павышэнне ўзроўню NaCl (3-81 ммоль / л) у MC-асяроддзі. Сярод пратэставаных канцэнтрацый толькі адна (81 ммоль / л) падаўляе рост 4-7-сутачных каранёў. Асматычны эфект з'яўляецца першым адказам на засаленне (81 ммоль / л NaCl), змены ў архітэктоніке першасных каранёў выкліканы дэфіцытам вады ў тканях раслін.

Вывучана здольнасць 10-100 мкмоль / л KH_2PO_4 мадуляваць роставую рэакцыю каранёў, індукаваную даданнем 81 ммоль / л NaCl у MC-асяроддзе. Камбінаваны стрэс быў адчувальны каранёвай сістэмай. Ростастымулюючы эфект адзначаны пры канцэнтрацыі 10 мкмоль / л Pi. Даўжыня 7-сутачных каранёў узрасла адносна кантролю (625 мкмоль / л) у 1,2 разы. Моцны дэфіцыт P (10 мкмоль / л) павышае солеустойлівасць асептычных праросткаў *A.thaliana* S35, зніжаючы ўзровень назапашвання Na^+ у тканях. Гэта адлюстроўваецца на архітэктоніке першасных каранёў (памерах зоны дзялення, зоны каранёвых валасінак, даўжыні каранёвых валасінак). Змены ў архітэктоніке можна растлумачыць адаптыўнымі стратэгіямі праросткаў, накіраванымі на павышэнне паглынальнай здольнасці важнага макраэлемента P ва ўмовах засалення.

Праца накіравана на вывучэнне механізмаў солеустойлівасці раслін.

ABSTRACT

Thesis consists of 52 pages, 13 figures, 8 tables, 40 sources of literature .

List of keywords: *A.thaliana*, roots, sodium ions, growth, development, salinization, potassium monophosphate deficiency.

Object of study: the roots of the seedlings of aseptic culture of *A. thaliana* (L.) Heynh ecotype Col (S35).

Objective: to study the ability of KH_2PO_4 at concentrations of 10-100 micromol / l to modulate NaCl-induced growth responses of roots of aseptic seedlings of *Arabidopsis thaliana*.

Subject of research: growth reactions of the roots of aseptic seedlings of *Arabidopsis thaliana* in response to combined stress caused by salinization and deficiency of potassium monophosphate.

Research methods: growth tests. The methods of aseptic cultivation of F. Laibach and the medium replacement technique were used.

As a result of the study, the growth reaction of aseptic seedlings of *A. thaliana* (S35) was identified in response to an increase in the level of NaCl (3-81 mmol / l) in the MS medium. Among the tested concentrations, only one (81 mmol / l) inhibits the growth of 4-7 day roots. The osmotic effect is the first response to salinization (81 mmol / l NaCl), changes in the architectonics of primary roots are caused by a deficiency of water in plant tissues.

The ability of 10-100 micromol / l KH_2PO_4 to modulate the root growth reaction induced by the addition of 81 mmol / l NaCl to the MS medium was studied. Combined stress was a palpable root system. The growth-promoting effect was noted at a concentration of 10 micromol / l Pi. The length of 7-day roots increased relative to the control (625 micromol / l) at 1.2 times. Severe P deficiency (10 micromol / l) increases the salt tolerance of aseptic seedlings *A. thaliana* S35, reducing the level of Na^+ accumulation in tissues. This is reflected in the architectonics of the primary roots (the size of the division zone, the zone of root hairs, the length of root hairs). Changes in architectonics can be explained by adaptive strategies of seedlings aimed at increasing the absorption capacity of an important macrocell P under salinization conditions.

The work is aimed at studying the mechanisms of salt tolerance of plants.