

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

КРАСОВСКИЙ Максим Александрович

**ЭФФЕКТ ИОНОВ МЕДИ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И
УРОВЕНЬ КАЛИЯ В КОРНЯХ *ARABIDOPSIS THALIANA***

Аннотация к дипломной работе

Научный руководитель:
ст. преподаватель
В.В. Самохина

Допущен к защите

«__» _____ 2025 г.

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

Минск, 2025

РЕФЕРАТ

Дипломная работа составляет 56 страниц, 17 рисунков, 88 источников.

МЕДЬ, КАЛИЙ, ИОННЫЕ КАНАЛЫ, РОСТОВЫЕ ТЕСТЫ, ПЛАМЕННАЯ ФОТОМЕТРИЯ, АРАБИДОПСИС.

В работе использовались корни проростков *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. экотипа Wassilevskija (WS-0, «Wild Type»), линия *gork1-1* (отсутствует ген, кодирующий наружу-выпрямляющий K^+ -канал), *gork1-1* с возвращенным калиевым каналом WT GORK (Compl.*gork1-1*) и *gork1-1* с заменой аминокислоты цистеин на серин по 151 положению в АФК- чувствительном сайте канала GORK (GORK-C151S).

Предмет исследования: содержание ионов калия в клетках корня и ростовые процессы *Arabidopsis thaliana*.

Цель работы: установление влияния ионов меди на ростовые процессы и содержание калия в корнях высших растений.

Методы исследования: культивирование проростков арабидопсиса в вертикальной культуре на гелевой среде; техника ростового теста с заменой среды и ростовые тесты на прорастание; пламенная фотометрия.

Полученные результаты и их новизна: низкие и средние концентрации ионов меди в питательной среде приводят к угнетению ростовых процессов и потери ионов калия клетками корня *Arabidopsis thaliana* дикого типа (WS-0) и линии Compl. *gork1-1*, тогда как высокие концентрации хлорида меди препятствовали прорастанию семян арабидопсиса и дальнейшему росту проростков в рамках тестов с заменой среды. Нокаутная линия *gork1-1* и GORK-C151S были менее подвержены негативному влиянию высоких концентраций ионов меди ввиду нарушений в работе и\или отсутствия наружу выпрямляющих калиевых каналов GORK, что затрудняло выход данного иона из клетки, тем самым повышая устойчивость растения к стрессу, вызванному загрязнением среды ионами меди.

В работе продемонстрировано, что использование нокаутных линий по каналу GORK помогает выяснить функциональные характеристики и физиологические функции этих каналов при действии абиотического стресса, в частности, хлорида меди. Также результаты данной работы могут быть использованы для дальнейшей селекционной работы в направлении создания устойчивых к стрессу сортов растений и генерации новых трансгенных линий.

РЭФЕРАТ

Дыпломная работа складае 56 старонак, 17 малюнкаў, 88 крыніц.

МЕДЗЬ, КАЛІЙ, ІЁННЫЯ КАНАЛЫ, РАСТАВЫЯ ТЭСТЫ, ПАЛЫМЯНАЯ ФОТАМЕТРЫЯ, АРАБІДАПСІС.

У рабоце выкарыстоўваліся карані праросткаў *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. экатыпа Wassilevskija (WS-0, "Wild Type"), лінія *gork1-1* (адсутнічае ген, які кадуе вонкі-выпростаючы K^+ -канал), *gork1-1* з вернутым каліевым каналам WT GORK (Compl.*gork1-1*) і *gork1-1* з заменай амінакіслаты цыстэін на серын па 151 пазіцыі ў АФК-адчувальным сайце канала GORK (GORK-C151S).

Прадмет даследавання: змест іёнаў калія ў клетках кораня і раставыя працэсы *Arabidopsis thaliana*.

Мэта работы: устанаўленне ўплыву іёнаў медзі на раставыя працэсы і ўтрыманне калію ў каранях вышэйшых раслін.

Метады даследавання: культываванне праросткаў арабідопсісу ў вертыкальнай культуры на гелевым асяроддзі; тэхніка раставага тэсту з заменай асяроддзя і раставыя тэсты на прарастанне; палымаяная фотаметрыя.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: нізкія і сярэднія канцэнтрацыі іёнаў медзі ў пажыўным асяроддзі прыводзяць да прыгнёту раставых працэсаў і страты іёнаў калія клеткамі кораня *Arabidopsis thaliana* дзікага тыпу (WS-0) і лініі Compl. *gork1-1*, тады як высокія канцэнтрацыі хларыду медзі перашкаджалі прарастанню насення арабідопсісу і далейшаму росту праросткаў у межах тэстаў з заменай асяроддзя. Накаўтная лінія *gork1-1* і GORK-C151S былі меней схільныя негатыўнаму ўплыву высокіх канцэнтрацый іёнаў медзі з прычыны парушэнняў у працы і/або адсутнасці вонкі выпростаючых каліевых каналаў GORK, што абцяжарвала выхад дадзенага іёна з клеткі, тым самым павялічваючы ўстойлівасць да медзі.

У рабоце прадэманстравана, што выкарыстанне накаўтных ліній па канале GORK дапамагае высветліць функцыянальныя характарыстыкі і фізіялагічныя функцыі гэтых каналаў пры дзеянні абіятычнага стрэсу, у прыватнасці, хларыду медзі. Таксама вынікі гэтай работы могуць быць накіраваны для далейшай селекцыйнай работы ў напрамку стварэння ўстойлівых да стрэсу сартоў раслін і генерацыі новых трансгенных ліній.

ABSTRACT

The thesis consists of 56 pages, 17 figures, and 88 references.

COPPER, POTASSIUM, ION CHANNELS, GROWTH TESTS, FLAME PHOTOMETRY, ARABIDOPSIS.

In this work, the roots of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. seedlings of the Wassilevskija ecotype (WS-0, “Wild Type”) were used, as well as the *gork1-1* strain (lacking the gene encoding the outward-rectifying K⁺ channel), *gork1-1* with the restored WT GORK potassium channel (Compl.*gork1-1*), and *gork1-1* with the replacement of the cysteine amino acid with serine at position 151 in the ROS-sensitive site of the GORK channel (GORK-C151S).

The subject of the study: potassium ion content in root cells and growth processes of *Arabidopsis thaliana*.

The aim of the work is to establish the influence of copper ions on growth processes and potassium content in the roots of higher plants.

Research methods: cultivation of *Arabidopsis* seedlings in vertical culture on a gel medium; growth test technique with medium exchange and germination tests; flame photometry.

Results and their novelty: low and medium concentrations of copper ions in the nutrient medium lead to the suppression of growth processes and the loss of potassium ions by the root cells of *Arabidopsis thaliana* wild type (WS-0) and the Compl. *gork1-1*, while high concentrations of copper chloride inhibited *Arabidopsis* seed germination and further seedling growth in medium exchange tests. The knockout line *gork1-1* and GORK-C151S were less susceptible to the negative effects of high concentrations of copper ions due to disturbances in the functioning and/or absence of outward rectifying GORK potassium channels, which hindered the release of this ion from the cell, thereby increasing the plant's resistance to stress caused by environmental contamination with copper ions.

The study demonstrates that the use of knockout lines for the GORK channel helps to elucidate the functional characteristics and physiological functions of these channels under abiotic stress, in particular copper chloride. The results of this work can also be used for further breeding work aimed at creating stress-resistant plant varieties and generating new transgenic lines.