

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

АЛЕКСЕЕВА
Мария Игоревна

ИОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫХОДА ИОНОВ КАЛИЯ ИЗ КОРНЕЙ
ПРОРОСТКОВ ГОРОХА ПРИ АЛЮМИНИЕВОМ СТРЕССЕ

Аннотация
к дипломной работе

Научный руководитель:
кандидат биологических наук,
доцент А.И. Соколик

Допущена к защите
«__» _____ 2022 г.

Зав. кафедрой клеточной биологией и биоинженерией растений
кандидат биологических наук, доцент И.И. Смолич

Минск, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Перечень условных обозначений	3
Введение	7
Глава 1. Аналитический обзор литературы	9
1.1 Влияние стрессовых факторов на растения	9
1.2 Роль алюминия в жизнедеятельности растений	12
1.2.1 Химические формы алюминия в растворе в зависимости от pH	13
1.2.2 Токсическое действие алюминия на клеточные структуры	14
1.2.3 Симптомы алюминиевого стресса у растений	17
1.2.4 Механизмы толерантности к Al у растений	18
1.3 Значение калия в жизнедеятельности растений	20
1.3.1 Функции K^+ в растениях	21
1.3.2 Роль калия и его выхода из клетки в стресс-реакции растений ..	22
1.3.3 Пути выхода калия из клетки	24
1.4 Блокаторы ионных каналов	27
1.4.1 ТЭА ⁺	28
1.4.2 Ba ²⁺	28
1.4.3 Gd ³⁺	29
1.5 Селективная ионометрия	29
Глава 2. Объект и методы исследования	32
2.1 Объект исследования	32
2.2 Методы исследования	33
2.3 Схема проведения опытов	34
Глава 3. Результаты и их обсуждение	41
Заключение	48
Список использованных источников	49

РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит 53 страницы, 15 рисунок, 4 формулы, 59 источников литературы.

Ключевые слова: ГОРОХ ПОЛЕВОЙ (*PISUM SATIVUM* L.), АЛЮМИНИЕВЫЙ СТРЕСС, КОРНИ ПРОРОСТКОВ, ВЫХОД КАЛИЯ, ИОНОСЕЛЕКТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОД.

Цель работы: произвести регистрацию интенсивности выхода ионов калия из корней проростков гороха с использованием калий-чувствительного электрода при действии алюминиевого стресса.

Актуальность работы обусловлена необходимостью выявления эффективных способов повышения устойчивости растения в условиях алюминиевого стресса.

Объект исследования: проростки гороха полевого (*Pisum sativum* L.), выращенные в водной культуре рулонным методом.

Методы исследования: ионометрический метод измерения концентрации ионов калия, выдерживание корней гороха в растворах с $AlCl_3$ и H_3BO_3 разной концентрации, анализ выхода потоков калия из корней под действием негативного фактора и блокаторов ионных каналов.

Полученные результаты: добавление в среду Al^{3+} при pH 4,5 вызывает практически линейный рост скорости выхода ионов из клеток корней проростков гороха полевого.

Культивирование гороха на фоне 2,5 мкмоль/л бора существенно изменяет эту зависимость, вызывая достоверное, на 40 %, снижение скорости выхода калия, индуцированного алюминием, при наибольшей из исследованных концентраций в среде 1,2 ммоль/л. Повышение концентрации бора до 15 мкмоль/л не изменяло качественно эту картину. Дальнейшее повышение уровня бора до 50 мкмоль/л вызывало достоверное снижение выхода калия при всех концентрациях алюминия, соответственно на 30-40 %.

С использованием классических блокаторов катионных каналов — тетраэтиламмония, бария, гадолиния — показано, что индуцированный алюминием выход ионов калия из клеток корня проростков гороха обусловлен активацией как избирательных к калию, так и неселективных катионных каналов.

РЭФЕРАТ

Дыпломная работа змяшчае 53 старонкі, 15 малюнкаў, 4 формулы, 59 крыніц літаратуры.

Ключавыя словы: ГАРОХ ПАЛЯВЫ (*PISUM SATIVUM* L.), АЛЮМІНІЕВЫ СТРЕС, КАРАНІ ПРАРОСТКАЎ, ВЫХАД КАЛІЮ, ІЁ'НАСЕЛЕКТЫЎНЫ ЭЛЕКТРОД.

Мэта работы: вырабіць рэгістрацыю інтэнсіўнасці выхаду іёнаў калія з каранёў праросткаў гароху з выкарыстаннем калій-адчувальнага электрода пры дзеянні алюмініевага стрэсу.

Актуальнасць работы абумоўлена неабходнасцю выяўлення эфектыўных спосабаў павышэння ўстойлівасці расліны ва ўмовах алюмініевага стрэсу.

Аб'ект даследавання: праросткі гароху палявога (*Pisum sativum* L.), вырашаныя ў воднай культуры рулонным метадам.

Метады даследавання: іёнамятрыйны метады вымярэння канцэнтрацыі іёнаў калія, вытрымліванне каранёў гароху ў растворах з AlCl_3 і H_3BO_3 рознай канцэнтрацыі, аналіз выхаду патокаў калія з каранёў пад дзеяннем негатыўнага фактару і блакатаваў іённых каналаў.

Атрыманыя вынікі: даданне ў сяродзе Al^{3+} пры pH 4,5 выклікае практычна лінейны рост хуткасці выхаду іёнаў з клетак каранёў праросткаў гароху палявога.

Культываванне гароху на фоне 2,5 мкмоль/л бору істотна змяняе гэтую залежнасць, выклікаючы дакладнае, на 40 %, зніжэнне хуткасці выхаду калія, індукаванага алюмініем, пры найбольшай з даследаваных канцэнтрацый ў асяроддзі 1,2 ммоль/л. Павышэнне канцэнтрацыі бору да 15 мкмоль/л не змяняла якасна гэтую карціну. Далейшае павышэнне ўзроўню бору да 50 мкмоль/л выклікала пэўнае зніжэнне выхаду калія пры ўсіх канцэнтрацыях алюмінія, адпаведна на 30-40 %.

З выкарыстаннем класічных блакатаваў катыённых каналаў – тетраэтыламонія, барыю, гадалінію – паказана, што індукаваны алюмініем выхад іёнаў калія з клетак караня праросткаў гароху абумоўлены актывацыяй як выбарчых да калію, так і неселектыўных катыённых каналаў.

ABSTRACT

The graduate work contains 53 pages, 15 figures, 4 formulas, 59 sources of literature.

Keywords: FIELD PEA (*PISUM SATIVUM* L.), ALUMINIUM STRESS, ROOTS OF SEEDLINGS, POTASSIUM EFFLUX, ION-SELECTIVE ELECTRODE.

The purpose of the work: to register the intensity of potassium ion release from the roots of pea seedlings using a potassium-sensitive electrode under the effect of aluminum stress.

The relevance of the work is due to the need to identify effective ways to increase plant resistance under aluminum stress.

Object of research: pea seedlings (*Pisum sativum* L.), grown in water culture by the roll method.

Research methods: ionometric method for measuring the concentration of potassium ions, keeping pea roots in solutions with AlCl_3 and H_3BO_3 of different concentrations, analysis of the output of potassium streams from the roots under the influence of a negative factor and ion channel blockers.

The results: the addition of Al^{3+} to the medium at pH 4.5 causes an almost linear increase in the rate of ion release from the cells of the roots of field pea seedlings.

Cultivation of peas against a background of 2.5 mmol/l of boron significantly changes this dependence, causing a significant 40% decrease in the rate of potassium output induced by aluminum at the highest of the studied concentrations in the medium, 1.2 mmol/l. Raising the boron concentration to 15 mmol/l did not change this pattern qualitatively. A further increase in level of boron to 50 mmol/l caused a significant decrease in potassium efflux at all aluminum concentrations, respectively, by 30-40%.

Using classical blockers of cation channels – tetraethylammonium, barium, gadolinium – it was shown that the release of potassium ions induced by aluminum from the root cells of pea seedlings is due to the activation of both potassium selective and nonselective cation channels.