

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

ГЕРМАН Алина Денисовна

**ИЗМЕНЕНИЕ РОСТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ И
ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ КЛЕТОК КОРНЯ ВЫСШИХ
РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НИКЕЛЕВОГО СТРЕССА**

Аннотация к дипломной работе

Научный руководитель:
Старший преподаватель
Мацкевич В.С.

Допущена к защите

«__» _____ 2025 г.

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

Минск, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Перечень условных обозначений, символов и терминов	3
Реферат	4
Введение.....	7
Глава 1 Обзор литературы.....	9
1.1 Общая характеристика никеля: физико-химические свойства, распространенность в природе	9
1.2 Физиологическая роль никеля у высших растений	10
1.3 Токсические эффекты никеля на организм растений.....	11
Глава 2 Материалы и методы исследования	14
2.1 Объекты исследования	14
2.2 Выращивание ячменя и гороха рулонным методом....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Ростовые тесты	16
2.4 Определение жизнеспособности клеток корней с использованием <i>Evans Blue</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5 Статистический анализ.....	19
Глава 3 Результаты и их обсуждение.....	21
3.1 Влияние никеля и никель-гистидиновых комплексов на ростовые параметры <i>Hordeum vulgare</i>	21
3.2 Эффекты никеля и никель-гистидина на рост <i>Pisum sativum</i>	25
3.3 Изменение жизнеспособности корней высших растений в ответ на никелевый стресс	29
Заключение	33
Список использованных источников	35

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 38 с., 15 рис., 43 источника.

ЯЧМЕНЬ, ГОРОХ, НИКЕЛЬ, ГИСТИДИН, РОСТОВЫЕ ТЕСТЫ, НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ, ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ КЛЕТОК

В качестве объектов исследования в настоящей работе использовались проростки *Hordeum vulgare* L. и *Pisum sativum* L.

Цель работы – протестировать влияние никеля и никель-гистидиновых комплексов на рост и жизнеспособность клеток корней сельскохозяйственных растений на примере *Hordeum vulgare* L. и *Pisum sativum* L.

В работе применялись следующие методики: ростовые тесты с использованием техники выращивания растений рулонным методом, анализ жизнеспособности клеток корней при помощи эпифлуоресцентной микроскопии и красителя *Evans Blue*.

В результате, было выяснено, что Ni^{2+} оказывает ингибирующий эффект на прирост длины осевых органов важнейших сельскохозяйственных культур *H. vulgare* и *P. sativum*. В случае ячменя достоверное ($p < 0,001$) снижение скорости роста корней и побегов наблюдается, начиная с 10 мкмоль/л Ni^{2+} . У гороха достоверное ингибирование прироста побегов начинается с 10 мкмоль/л Ni^{2+} , в то время как торможение роста корней регистрируется при 300 мкмоль/л. Повышенные уровни никеля в среде снижают накопление биомассы растений, однако, данный параметр менее чувствителен. Достоверный ингибирующий эффект наблюдается, начиная с 30 мкмоль/л Ni^{2+} и 300 мкмоль/л Ni^{2+} , в случае прироста биомассы корней и надземной части ячменя соответственно. Снижение биомассы гороха регистрируется при 300 мкмоль/л Ni^{2+} как для корней, так и надземной части. В целом, корни растений демонстрируют большую чувствительность к никелю, чем побеги. Это может быть обусловлено тем, что они первыми сталкиваются со стрессом. Обработка растений повышенными концентрациями никеля (0,3–10 ммоль/л) снижает общую жизнеспособность клеток корня изученных культур, особенно хорошо токсические эффекты заметны в зоне деления. Корни ячменя проявили большую чувствительность к никелю, чем корни гороха, что может быть связано с более высокой активностью никельсодержащего фермента уреазы у семейства *Fabaceae*. Добавление Гис оказывает протекторный эффект на рост и жизнеспособность клеток ячменя и гороха при никелевом стрессе. Полученные результаты могут быть использованы при селекции стрессоустойчивых сортов сельскохозяйственных растений, а также при разработке методов повышения жизнеспособности и продуктивности растений в условиях тяжелометаллического стресса.

РЭФЕРАТ

Дыпломная работа 38 с., 15 мал., 43 крыніцы.

ЯЧМЕНЬ, ГАРОХ, НІКЕЛЬ, ГІСТЫДЫН, РАСТАВЫЯ ТЭСТЫ, НАКАПЛЕННЕ БІЯМАСЫ, ЖЫЦЦЯЗДОЛЬНАСЦЬ КЛЕТАК

У якасці аб'ектаў даследавання ў дадзенай рабоце выкарыстоўваліся праросткі *Hordeum vulgare* L. і *Pisum sativum* L.

Мэта работы – пратэсціраваць уплыў нікеля і нікель-гістыдынавых комплексаў на рост і жыццяздольнасць клетак каранёў сельскагаспадарчых раслін на прыкладзе *Hordeum vulgare* L. і *Pisum sativum* L.

У рабоце прымяняліся наступныя метадыкі: раставыя тэсты з выкарыстаннем тэхнікі вырошчвання раслін рулонным метадам, аналіз жыццяздольнасці клетак каранёў пры дапамозе эпифлуарэсцэнтнай мікраскапіі і фарбавальніка *Evans Blue*.

У выніку, было высветлена, што нікель інгібіруе прырост даўжыні восевых органаў найважнейшых сельскагаспадарчых культур *H. vulgare* і *P. sativum*. У выпадку ячменю пэўнае ($p < 0,001$) зніжэнне хуткасці росту каранёў і парасткаў назіраецца, пачынаючы з 10 мкмоль/л Ni^{2+} . У гароху пэўнае інгібіравання прыросту парасткаў пачынаецца з 10 мкмоль/л Ni^{2+} , у той час як тармажэнне росту каранёў рэгіструецца пры 300 мкмоль/л. Падвышаныя ўзроўні нікеля ў асяроддзі змяншаюць назапашванне біямасы раслін, аднак, дадзены параметр меней адчувальны. Дакладны інгібірубчы эффект назіраецца, пачынаючы з 30 мкмоль/л Ni^{2+} і 300 мкмоль/л Ni^{2+} у выпадку прыросту біямасы каранёў і надземнай часткі ячменю адпаведна. Зніжэнне біямасы гароху рэгіструецца пры 300 мкмоль/л Ni^{2+} як для каранёў, так і надземнай часткі. У цэлым, карані раслін дэманструюць большую адчувальнасць да нікеля, чым парасткі. Гэта можа быць абумоўлена тым, што яны першымі сутыкаюцца са стрэсам. Апрацоўка раслін падвышанымі канцэнтрацыямі нікеля (0,3–10 ммоль/л) змяншае агульную жыццяздольнасць клетак караня вывучаных культур, асабліва добра таксічныя эфекты прыкметныя ў зоне дзялення. Карані ячменю выявілі большую адчувальнасць да нікеля, чым карані гароху, што можа быць абумоўлена больш высокай актыўнасцю нікельзмяшчальнага фермента ўрэазы ў сямейства *Fabaceae*. Даданне H_2S аказвае пратэктарны эффект на рост і жыццяздольнасць клетак ячменю і гароху пры нікелевым стрэсе. Атрыманыя вынікі могуць быць выкарыстаны пры селекцыі стрэсаўстойлівых гатункаў сельскагаспадарчых раслін, а таксама пры распрацоўцы метадаў павышэння жыццяздольнасці і прадуктыўнасці раслін ва ўмовах цяжкаметалічнага стрэсу.

ABSTRACT

Diploma project 38 p., 15 fig., 43 references.

BARLEY, PEA, NICKEL, HISTIDINE, GROWTH TESTS, ACCUMULATION OF BIOMASS, CELL VIABILITY

The seedlings of *Hordeum vulgare* L. and *Pisum sativum* L. were used as the objects of this study.

The aim of this work is to test the effect of nickel and nickel-histidine complexes on the growth and viability of root cells of agricultural plants using *Hordeum vulgare* L. and *Pisum sativum* L. as an example.

The following methods were applied in the study: growth tests using the paper-roll plant growing technique, analysis of root cell viability using epifluorescence microscopy and *Evans Blue* dye.

As a result, it was found, that Ni^{2+} has an inhibitory effect on the length gain of axial organs of the most important agricultural crops *H. vulgare* and *P. sativum*. In the case of barley, a significant ($p < 0.001$) decrease in the rate of root and shoot growth is observed starting from $10 \mu\text{mol/L Ni}^{2+}$. In peas, significant inhibition of shoot growth begins with $10 \mu\text{mol/L Ni}^{2+}$, while inhibition of root growth is recorded at $300 \mu\text{mol/L}$. Elevated levels of nickel in the medium reduce the accumulation of plant biomass, however, this parameter is less sensitive. A reliable inhibitory effect is observed starting from $30 \mu\text{mol/L Ni}^{2+}$ and $300 \mu\text{mol/L Ni}^{2+}$ in the case of an increase in the biomass of roots and the above-ground part of barley, respectively. A decrease in pea biomass is recorded at $300 \mu\text{mol/L Ni}^{2+}$ for both roots and the above-ground part. In general, plant roots demonstrate greater sensitivity to nickel than shoots. This may be due to the fact that they are the first to experience stress. Treatment of plants with elevated nickel concentrations ($0.3\text{--}10 \text{ mmol/L}$) reduces the overall viability of root cells in the studied crops, with toxic effects being especially noticeable in the division zone. Barley roots showed greater sensitivity to nickel than pea roots, which may be due to the higher activity of the nickel-containing enzyme urease in the *Fabaceae* family. The addition of His has a protective effect on the growth and cell viability of barley and pea under nickel stress. The results obtained can be used in breeding stress-resistant varieties of agricultural plants, as well as in developing methods for increasing viability and productivity of plants under heavy metal stress.