

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

Гиль
Антон Михайлович

**РАЗРАБОТКА ФЕНОМНОЙ ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА
КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ *TRITICUM AESTIVUM* L. ПОД
ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГИПОКСИИ И ИЗБЫТКА Ni^{2+}**

Аннотация магистерской диссертации

специальность 1-31 80 11 «Биохимия»

Научный руководитель:
член.-корр. НАН Беларуси, д.б.н.,
профессор В.В. Демидчик

Допущена к защите

«__» _____ 2022 г.

Зав. кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений
кандидат биологических наук, доцент И.И. Смолич

Минск, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общая характеристика работы	3
Перечень условных обозначений	6
Введение	7
Глава 1 Обзор литературы	9
1.1 Феномика растений	9
1.1.1 Объекты и методы феномики растений	10
1.1.2 Корневая феномика	14
1.1.3 Применение гидропоники для фенотипирования корневой системы	16
1.2 Определение и современная концепция стресса у растений	20
1.2.1 Гипоксия как стресс-фактор	25
1.2.2 Стресс, вызываемый тяжёлыми металлами	31
Глава 2 Материалы и методы	36
2.1 Объект исследования	36
2.2 Разработка феномной установки	36
2.3 Методика проведения ростовых тестов	41
2.4 Феномный анализ растений	43
2.5 Статистическая обработка данных	43
Глава 3 Результаты и обсуждение	45
Заключение	59
Список использованных источников	61

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Магистерская диссертация 67 с., 17 рис., 2 табл, 85 источников.

Ключевые слова: феномика, гидропонное культивирование, стресс, избыток Ni^{2+} , гипоксия, фенотипирование, корневая феномика.

Цель работы: разработать феномную систему для исследования воздействия гипоксии и избытка тяжелых металлов (на примере Ni^{2+}) на морфометрические параметры корневой системы *Triticum aestivum* L.

Объект исследования: корневая система *Triticum aestivum* L.

Предмет исследования: ростовые реакции корней *Triticum aestivum* L. на стресс, вызываемый отдельным и сочетанным воздействием гипоксии и избытка ионов Ni^{2+} (0,01, 0,3, 0,5 и 1 мМ NiCl_2).

Методы исследования: гидропонное культивирование, ростовые тесты, полуавтоматическое фенотипирование, световая микроскопия.

В результате проведенного исследования был разработан дизайн феномной системы для анализа морфометрических параметров корневой системы *Triticum aestivum* L. при воздействии стресс факторов (на примере гипоксии и избытка Ni^{2+}). Созданный прототип феномной установки обеспечивает возможность культивирования пшеницы и исследования влияния различных обработок на морфометрические параметры корневой системы объекта. Дизайн установки качественно визуализирует корневую систему, что позволяет применять технологии высокопроизводительного фенотипирования для анализа объекта. С использованием разработанной установки были установлены эффекты Ni^{2+} и гипоксии на морфометрические параметры корневой системы *Triticum aestivum* L. Максимальная интенсивность воздействия избытка Ni^{2+} выразалось в ингибировании роста корней на 43%, увеличению зоны роста растяжением в 2 раза и увеличении диаметра корня в зоне роста растяжением на 16%. Условия гипоксии ингибировали рост корней на 16%. Также было показано, что при совместном действии гипоксии и избытка Ni^{2+} ингибирующий рост эффект Ni^{2+} усиливался на 15%

АГУЛЬНАЯ ХАРАКТАРЫСТЫКА РАБОТЫ

Магістарская дысертацыя 67 с., 17 мал., 2 табл, 85 крыніц.

Ключавыя словы: феноміка, гідрапоннае культываванне, стрэс, гіпаксія, лішак Ni^{2+} , гіпаксія, фенатыпіраванне, каранёвая феноміка.

Мэта даследвання: распрацаваць феномную сістэму для даследвання ўплыву гіпаксіі і лішка цяжкіх металаў (на ўзор Ni^{2+}) на марфаметрычныя параметры каранёвай сістэмы *Triticum aestivum* L.

Аб'ект даследвання: каранёвая сістэма *Triticum aestivum* L.

Прадмет даследвання: раставыя рэакцыі каранёў *Triticum aestivum* L. на стрэс, выкліканы асобным і спалучаным уплывам гіпаксіі і лішка іёнаў Ni^{2+} (0,01, 0,3, 0,5 і 1 мМ NiCl_2).

Метады даследавання: гідрапоннае культываванне, раставыя тэсты, паўаўтаматычнае фенатыпіраванне, светлавая мікраскапія.

У выніку праведзенага даследвання быў распрацаваны дызайн феномнай сістэмы для аналізу марфаметрычных параметраў каранёвай сістэмы *Triticum aestivum* L. пры ўздзеянні стрэс-фактараў (на ўзоры гіпаксіі і лішку Ni^{2+}). Створаны прататып феномнай устаноўкі забяспечвае магчымаць культывавання пшаніцы і даследвання ўплыву розных апрацовак на марфаметрычныя параметры каранёвай сістэмы аб'екту. Дызайн устаноўкі якасна візуалізуе каранёвую сістэму, што дазваляе прымяняць тэхналогіі высокапрадуктыўнага фенатыпіравання для аналізу аб'екта. З выкарыстаннем распрацаванай устаноўкі былі выяўленыя эфекты Ni^{2+} і гіпаксіі на каранёвую сістэму *Triticum aestivum* L. Максімальная інтэнсіўнасць уздзеяння лішка Ni^{2+} выяўлялася ў інгібіраванні росту каранёў на 43%, павялічэнню зоны росту расцяжэннем у 2 разы і павялічванні дыяметра караня ў зоне росту расцяжэннем на 16%. Таксама было паказана, што пры сумесным уздзеянні гіпаксіі і лішка Ni^{2+} эфект інгібіравання росту Ni^{2+} узмацняўся на 15%

GENERAL DESCRIPTION OF WORK

Master's work 67 p., 17 fig., 2 tab., 85 references.

Key words: phenomics, hydroponic culture, stress, excess Ni^{2+} , hypoxia, phenotyping, root phenomics.

Research aim: to create a phenotyping setup to study the effect of hypoxia and heavy metal stress (Ni^{2+}) on morphometric parameters of *Triticum aestivum* L. root system.

Research object: *Triticum aestivum* L. root system.

Research subject: root growth alteration of *Triticum aestivum* L. under individual and combined hypoxia and Ni^{2+} (0,01, 0,3, 0,5 and 1 mM NiCl_2) stress.

Research methods: hydroponic culture, growth tests, phenotyping, light microscopy.

As a result of current research, the design of phenotyping setup for morphometric *Triticum aestivum* L. root system parameters study under stress conditions (hypoxia and Ni^{2+}) was created. The phenotyping setup prototype provides an opportunity to cultivate wheat and study various treatments effects on object's morphometric parameters. The setup design allows high-quality object's root system visualization to apply high-throughput phenotyping methods. With the created phenotyping setup, the Ni^{2+} and hypoxia effects on *Triticum aestivum* L. root system were studied. Excess Ni^{2+} in its maximum intensity reduced root growth by 43%, doubled root elongation zone length and increased root elongation zone diameter by 16%. It was also estimated that hypoxia improved Ni^{2+} inhibitory effect by 15% when combined.