

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

НЕДЗЬВЕДЬ Максим Александрович

**ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЙ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ
ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ RGB ИЗОБРАЖЕНИЙ
ЛИСТЬЕВ**

Дипломная работа

Научный руководитель:
Шашко Юрий Константинович,
доктор с.-х. наук, профессор
Научный консультант:
Филиппова Галина Григорьевна,
канд. биол. наук, доцент

Допущена к защите

«___» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений

_____ О.Г. Яковец

кандидат биологических наук, доцент

Минск, 2025

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 58 с., 23 рис., 2 табл., 68 источников.

ФЕНОМИКА, БИОСИНТЕЗ ХЛОРОФИЛЛА, АЗОТНОЕ ПИТАНИЕ, АЗОТНЫЙ СТРЕСС, ЦВЕТ РАСТЕНИЙ, ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ, СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ

В качестве объекта исследования были использованы проростки пшеницы и изображения проростков пшеницы, полученные с помощью RGB и гиперспектральной камер.

Цель работы: оценка нарушений азотного питания проростков пшеницы по изображениям листьев, полученным с помощью RGB и гиперспектральной камер.

Методики исследования: спектрофотометрическое исследование содержания фотосинтетических пигментов, гиперспектральная визуализация проростков пшеницы, обработка и анализ RGB-изображений.

Обнаружено, что анализ изображений с дополнительными информационными каналами позволяет выявлять стрессовые состояния у проростков пшеницы, вызванные дефицитом питательных элементов (в частности, азота), ещё до появления видимых глазом симптомов. Спектральные характеристики демонстрируют значимые изменения в зелёной и синей областях спектра, причём интенсивность отражения в зелёном диапазоне прямо коррелирует с уровнем азотного питания, что обусловлено его ключевой ролью в синтезе хлорофилла.

Анализ гиперспектральных изображений и методы реконструкции спектральных характеристик показали чёткую зависимость между содержанием фотосинтетических пигментов на единицу биомассы и степенью азотного дефицита.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности разработки неинвазивных систем мониторинга физиологического состояния сельскохозяйственных культур на основе RGB и гиперспектральных изображений.

РЭФЕРАТ

Дыпломная работа 58 с., 23 мал., 2 табл., 68 крыніц.

ФЕНОМІКА, БІЯСІНТЭЗ ХЛАРАФІЛУ, АЗОТНАЕ ХАРЧАВАННЕ, АЗОТНЫ СТЭС, КОЛЕР РАСЛІН, ГІПЕРСПЕКТРАЛЬНЫЯ ВЫЯВЫ, СПЕКТРАФОТАМЕТРЫЯ

У якасці аб'екта даследавання былі выкарыстаны выявы праросткаў пшаніцы, атрыманыя з дапамогай каляровай і гіперспектральнай камер.

Мэта працы: ацэнка парушэнняў азотнага харчавання праросткаў пшаніцы па малюнках лісця, атрыманым з дапамогай каляровай і гіперспектральнай камер.

Методыкі даследавання: спектрафотаметрычнае даследаванне зместу фотасінтэтычных пігментаў, гіперспектральная візуалізацыя праросткаў пшаніцы, апрацоўка і аналіз RGB-малюнкаў.

Выяўлена, што аналіз малюнкаў з дадатковымі інфармацыйнымі каналамі дазваляе выяўляць стрэсавыя стану ў праросткаў пшаніцы, выкліканыя дэфіцытам пажыўных элементаў (у прыватнасці, азоту), яшчэ да з'яўлення бачных вокам сімптомаў. Спектральныя характарыстыкі дэманструюць значныя змены ў зялёнай і сіняй абласцях спектру азотнага харчавання, што абумоўлена яго ключавой роляй у сінтэзе хларафіла.

Аналіз гіперспектральных малюнкаў і метады рэканструкцыі спектральных характарыстык паказалі выразную залежнасць паміж зместам фотасінтэтычных пігментаў на адзінку біямасы і ступенню азотнага дэфіцыту.

Атрыманыя вынікі сведчаць аб перспектывнасці распрацоўкі неінвазіўных сістэм маніторынгу фізіялагічнага стану сельскагаспадарчых культур на аснове RGB і гіперспектральных выяў.

SUMMARY

Thesis 58 pages, 23 figures, 2 tables, 68 sources.

PHENOMICS, CHLOROPHYLL BIOSYNTHESIS, NITROGEN NUTRITION, NITROGEN STRESS, PLANT COLOR, HYPERSPECTRAL IMAGING, SPECTROPHOTOMETRY

The object of the study was images of wheat seedlings obtained using color and hyperspectral cameras.

The purpose of this study was to assess nitrogen nutrition disorders in wheat seedlings based on images of leaves obtained using color and hyperspectral cameras.

Research methods: spectrophotometric analysis of photosynthetic pigment content, hyperspectral imaging of wheat seedlings, processing and analysis of RGB images.

It was found that image analysis with additional information channels allows the detection of stress conditions in wheat seedlings caused by a deficiency of nutrients (in particular, nitrogen) even before the appearance of visible symptoms. Spectral characteristics show significant changes in the green and blue regions of the spectrum, with the intensity of reflection in the green range directly correlating with the level of nitrogen nutrition, which is due to its key role in chlorophyll synthesis.

Analysis of hyperspectral images and methods for reconstructing spectral characteristics showed a clear relationship between the content of photosynthetic pigments per unit of biomass and the degree of nitrogen deficiency.

The results obtained indicate the promise of developing non-invasive systems for monitoring the physiological state of agricultural crops based on RGB and hyperspectral images.