

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

ВАЧИНСКАЯ Алина Владимировна

**ОЦЕНКА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОРОСТКОВ
HORDEUM VULGARE ПРИ СОВМЕЩНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
FUSARIUM CULMORUM И ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Аннотация к дипломной работе

Научный руководитель:
кандидат биологических наук,
доцент Н.Л. Пшибытко

Допущена к защите

«__» _____ 2025 г.

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

Минск, 2025

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 59 с., 17 рис., 86 источника.

Ключевые слова: *Hordeum vulgare*, тепловой стресс, *Fusarium culmorum*, ФС2, пластохиноновый пул, АФК, РАМ-флуориметрия, ВЭЖХ

Цель работы: анализ световых реакций фотосинтеза растений *Hordeum vulgare* при воздействии повышенной температуры и заражении *Fusarium culmorum* с использованием метода РАМ-флуориметрии.

Методы исследования: РАМ-флуориметрия, имидж флуоресценции, высокоэффективная жидкостная хроматография, спектрофотометрия.

Полученные результаты: Установлено, что фотосинтетический аппарат проростков *Hordeum vulgare* L., включая фотосистему 2 и пул пластохиноновых молекул, адаптируется к периодическому воздействию повышенной температуры (40°C 3 ч ежедневно) на 3 сутки обработки. При заражении растений несовершенным грибом *Fusarium culmorum* повышенное свечение хлорофилловых молекул наблюдается лишь в очагах поражения трахеомикозного увядания, где в дальнейшем происходит некроз тканей, и фотосинтетическая активность остальной листовой пластинки не изменяется. Выявлено, что периодическое нагревание (40°C 3 ч ежедневно) ускоряет развитие *Fusarium culmorum in vitro*, включая формирование мицелия и спороношение. Совместное воздействие стрессовых факторов (повышенной температуры и заражение *Fusarium culmorum*) ускоряет развитие трахеомикозного увядания в проростках ячменя, а также подавляет их фотосинтетическую активность, что выражается в снижении эффективного квантового выхода фотохимических реакций ФС2 в *Hordeum vulgare* L. на третьи сутки ежедневной обработки, подавлении нефотохимического тушения флуоресценции Хл за счет его светоиндуцированного компонента и повышении нерегулируемого нефотохимического тушения после однократной обработки. Воздействие повышенной температуры и заражение *Fusarium culmorum* приводит к снижению фотоактивного пула пластохинонов и повышению уровня его восстановленности. Данные изменения коррелируют с активацией светоиндуцированной генерации АФК в первых листьях проростков ячменя, подвергшихся нагреванию и атаке *Fusarium culmorum*. Полученные данные существенно расширяют представление о синергизме действия стрессовых факторов абиотической и биотической природы, и могут быть использованы в селекции ячменя при выведении сортов, устойчивых к возделыванию в агроклиматических зонах с рисками, связанными глобальным потеплением и эпифитотийным распространением патогенов.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца 59 с., 17 мал., 86 крыніц.

Ключавыя словы: *Hordeum vulgare*, цеплавы стрэс, *Fusarium culmorum*, ФС2, пластоахінонавы пул, АФК, РАМ-флуараметрыя, ВЭЖХ

Мэта работы: аналіз святловых рэакцый фотасінтэзу раслін *Hordeum vulgare* пры ўздзеянні павышанай тэмпературы і заражэнні *Fusarium culmorum* з выкарыстаннем метаду РАМ-флуараметрыі.

Метады даследавання: РАМ-флуараметрыя, імідж-флуарэсцэнцыя, высокаэфектыўная вадкасная храматаграфія (ВЭВХ), спектрафатаметрыя.

Атрыманая вынікі: Устаноўлена, што фотасінтэтычны апарат парасткаў *Hordeum vulgare* L., уключаючы фотасістэму 2 і пул пластоахінонавых малекул, адаптуецца да перыядычнага ўздзеяння павышанай тэмпературы (40°C 3 гадзіны штодня) на 3-я суткі апрацоўкі. Пры заражэнні раслін *Hordeum vulgare* L. недасканалым грыбком *Fusarium culmorum* павышанае з'яўненне хларафілавых малекул назіраецца толькі ў ачагах паражэння трахеамікотычнага завядання, дзе далей адбываецца некроз тканак, ды фотасінтэтычная актыўнасць астатняй ліставой пласціны не змяняецца. Выяўлена, што перыядычнае ўздзеянне тэмпературы (40°C 3 гадзіны штодня) паскарае развіццё *Fusarium culmorum* in vitro, уключаючы фарміраванне міцэлію і спаранашэнне. Сумеснае ўздзеянне стрэсавых фактараў (павышанай тэмпературы і заражэнне *Fusarium culmorum*) паскарае развіццё трахеамікотычнага завядання ў парастках *Hordeum vulgare* L., а таксама падаўляе іх фотасінтэтычную актыўнасць, што выяўляецца ў зніжэнні эфектыўнага квантавага выхаду фотахімічных рэакцый ФС2 у *Hordeum vulgare* L. на трэція суткі штодзённай апрацоўкі, падаўленні нефотахімічнага тушэння флуарэсцэнцыі Хл за кошт яго святлоіндукаванага кампанента і павышэнні нерэгуляванага нефотахімічнага тушэння пасля аднаразовай апрацоўкі. Уздзеянне павышанай тэмпературы і заражэнне *Fusarium culmorum* прыводзіць да зніжэння фотаактыўнага пула пластоахінонаў і павышэння ўзроўню іх адноўленасці. Гэтыя змены карэлююць з актывацыяй святлоіндукаванай генерацыі АФК у першых лістах парасткаў ячменю, падвергнутых награванню і атацы *Fusarium culmorum*. Атрыманая дадзеная істотна пашыраюць уяўленне аб сінэргіі дзеяння стрэсавых фактараў абіятычнай і біятычнай прыроды і могуць быць выкарыстаны ў селекцыі ячменю пры вывадзе сартоў, устойлівых да вырошчвання ў агракліматычных зонах з рызыкамі, звязанымі з глабальным пацяпленнем і эпіфітатычным распаўсюджаннем патагенаў.

ABSTRACT

The diploma work 59 pages, 17 figures, 86 references.

Keywords: *Hordeum vulgare*, heat stress, *Fusarium culmorum*, PSII, plastoquinone pool, ROS, PAM fluorometry, HPLC

The purpose of the research: to analyze the light reactions of photosynthesis in *Hordeum vulgare* plants under elevated temperature and infection with *Fusarium culmorum* using the PAM fluorometry method.

Methods of research: PAM fluorometry, fluorescence imaging, high-performance liquid chromatography (HPLC), spectrophotometry.

The results of the work: It was found that the photosynthetic apparatus of *Hordeum vulgare* L. seedlings, including photosystem II and the plastoquinone pool, adapts to periodic exposure to elevated temperatures (40°C for 3 hours daily) by the third day of treatment. In case of infection of *Hordeum vulgare* L. plants with the imperfect fungus *Fusarium culmorum*, increased chlorophyll fluorescence is observed only in the foci of tracheomycotic wilt, where tissue necrosis subsequently occurs, while the photosynthetic activity of the rest of the leaf blade remains unchanged. Periodic heating (40°C for 3 hours daily) was found to accelerate the development of *Fusarium culmorum* in vitro, including mycelium formation and sporulation. Combined exposure to stress factors (elevated temperature and infection with *Fusarium culmorum*) accelerates the development of tracheomycotic wilt in *Hordeum vulgare* L. seedlings and suppresses their photosynthetic activity. This is manifested in the reduced effective quantum yield of PSII photochemical reactions in *Hordeum vulgare* L. on the third day of treatment, suppression of non-photochemical quenching of Chl fluorescence due to its light-induced component, and increased non-regulated non-photochemical quenching after a single exposure. Exposure to elevated temperature and *Fusarium culmorum* infection leads to a decrease in the photoactive plastoquinone pool and an increase in its reduction level. These changes correlate with the activation of light-induced ROS generation in the first leaves of barley seedlings subjected to heating and fungal attack. The obtained data significantly expand the understanding of the synergistic action of abiotic and biotic stress factors and can be used in barley breeding to develop varieties resistant to cultivation in agroclimatic zones facing risks associated with global warming and epiphytotic pathogen outbreaks.