

«ЗАТВЕРДЖУЮ»:
Директор Інституту ботаніки
ім. М.Г. Холодного НАН України
чл.-кор. НАН України С.Л. Мосякін



«дн» червня 2021 р.

ВИТЯГ
з протоколу № 4
розширеного засідання відділу мембранології і фітохімії
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
від 31 травня 2021 р.

Присутні: д.б.н., професор Золотарьова О.К., д.б.н., професор, чл.-кор. НАН України Кордюм Є.Л., д.б.н. Білявська Н.О., д.б.н. Веденичова Н.П., д.б.н. Козеко Л.Є., д.б.н., професор Колупаєв Ю.Є., к.б.н. Мокросноп В.М., к.б.н. Поліщук О.В., к.б.н. Федюк О.М., к.б.н. Михайленко Н.Ф., аспірантка Горелова О.І.

Слухали: доповідь аспірантки кафедри ботаніки і фізіології рослин Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва Горелової Олени Іванівни «Антиоксидантна і осмопротекторна системи злаків при адаптації до гіпотермії» – апробація дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – Біологія.

Тема дисертації «Антиоксидантна і осмопротекторна системи злаків при адаптації до гіпотермії» затверджена за засіданні вченої ради факультету захисту рослин Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва «18» жовтня 2017 р. (протокол № 3).

УХВАЛИЛИ:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне і практичне значення результатів дисертаційної роботи Горелової Олени Іванівни «Антиоксидантна і осмопротекторна системи злаків при адаптації до гіпотермії».

Висновок

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи

аспірантки кафедри ботаніки і фізіології рослин Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва

Горелової Олени Іванівни

«Антиоксидантна і осмопротекторна системи злаків при адаптації до гіпотермії», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань Біологія за спеціальністю 091 – Біологія

1. Актуальність теми. Температурні чинники стають причиною значних втрат урожаю сільськогосподарських культур. Зокрема, в Україні загибель посівів озимих зернових в окремі роки може сягати 35%. Зважаючи на це, з'ясування стратегій, які дозволяють організмам адаптуватися, видових і сортових особливостей функціонування основних стрес-протекторних систем за дії несприятливих температур, а також пошук способів підвищення стійкості екзогенними чинниками (зокрема, дією сигнальних сполук та фітогормонів) є актуальним завданням експериментальної біології рослин.

Останніми роками як одну з причин низькотемпературних пошкоджень рослин розглядають окиснювальний стрес. Антиоксидантна система, що контролює вміст активних форм кисню, є важливою протекторною системою, необхідною для виживання рослин за дії низьких температур. Особливістю функціонування антиоксидантної системи рослин за дії низьких температур є накопичення рослинами низькомолекулярних сполук, що поряд з антиоксидантним проявляють осмопротекторний, мембранопротекторний і шаперонний ефекти (пролін, цукри, вторинні метаболіти та ін.). Ці сполуки можуть перебувати у складній функціональній взаємодії з ферментативними антиоксидантами. Проте особливості такої взаємодії за умов холодової адаптації різних видів досліджені поки що дуже слабо. Зважаючи на це, актуальним є порівняльне комплексне дослідження стану антиоксидантної і осмопротекторної систем різних видів озимих зернових злаків за фізіологічно нормальних умов і дії загартувальних і ушкоджувальних низьких температур.

Останнім часом значна увага приділяється пошуку ефективних способів індукування стійкості рослин дією сигнальних молекул або їх донорів. Як перспективні індуктори стійкості нині розглядаються донори сигнальних молекул – газотрансмітерів – оксиду азоту (NO) і сірководню (H_2S), а також стресовий фітогормон саліцилова кислота. Однак їх вплив на морозостійкість рослин і перебіг процесу холодового загартування вивчався

лише в поодиноких дослідженнях, що не передбачали порівняння реакцій різних видів рослин на ці чинники.. Таким чином, дисертаційна робота О.І. Горелової, що присвячена з'ясуванню ролі компонентів антиоксидантної та осмопротекторної систем у жита, пшениці і тритикале в їх адаптації до низьких температур та дослідженню індукування морозостійкості дією донорів газотрансмітерів (NO і H₂S) і саліцилової кислоти, є актуальною як у науково-теоретичному, так і в практичному відношенні.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалася в рамках проєкту «Роль сигнальних посередників і сполук з гормональною активністю у формуванні адаптивних реакцій рослин на абіотичні стресори» (2017-2019 рр., номер державної реєстрації 0117U002427), що фінансувався за рахунок коштів державного бюджету відповідно до тематичного плану наукових досліджень ХНАУ ім. В.В. Докучаєва та науково-дослідної теми кафедри ботаніки і фізіології рослин Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва «Механізми індукування компонентів стрес-протекторної системи рослин» (2016-2020 рр., номер державної реєстрації 0117U002514).

3. Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше проведено комплексне порівняльне дослідження антиоксидантної системи озимих жита, пшениці і тритикале у фізіологічно нормальних умовах і за холодового загартування. Показано, що в антиоксидантний захист жита більший внесок роблять високі рівні активності гваяколпероксидази та вміст проліну і антоціанів, а тритикале – підвищений вміст флавоноїдів і цукрів. У той же час у пшениці після холодової адаптації істотно змінюється активність антиоксидантних ферментів – супероксиддисмутази (СОД) і каталази.

Вперше досліджено особливості функціонування стрес-протекторних систем проростків сортів тритикале з різною морозостійкістю (високоморозостійкі, неморозостійкі, дворучки).

Вперше запропоновано використовувати для оцінки антиоксидантної системи злаків інтегральний нормований показник, що розраховується на основі нормованих величин активності антиоксидантних ферментів і вмісту низькомолекулярних захисних сполук. Доведено наявність високої кореляції між інтегральними показниками антиоксидантної активності і морозостійкістю як загартованих проростків, так і дорослих озимих злаків у фазі кушіння.

Вперше встановлено позитивний вплив донора сірководню NaHS на стійкість проростків зернових злаків – озимих пшениці і жита – до дії

від'ємних температур і показано значення індукції окремих антиоксидантних ферментів, фенілаланінамонійліази, накопичення проліну і флавоноїдних сполук у реалізації стрес-протекторної дії екзогенного сірководню.

Показано підвищення морозостійкості озимих злаків внаслідок праймування насіння донором оксиду азоту нітропрусидом натрію, саліциловою кислотою та їх комбінацією. Встановлено, що посилення протекторних ефектів саліцилової кислоти за комбінування її дії з донором NO супроводжується значним підвищенням активності СОД і вмісту цукрів у проростках злаків.

4. Теоретичне та практичне значення одержаних результатів. Дані щодо відмінностей у функціонуванні стрес-протекторних систем пшениці, жита та їх міжродового гібрида тритикале при адаптації до холоду мають значення для розуміння фундаментальних механізмів адаптації рослин з різною таксономічною належністю. Визначення інтегральних показників стану антиоксидантної системи та розрахунок кореляцій між цими показниками і морозостійкістю сортів озимих злаків можуть використовуватися для розробки нових методів оцінки матеріалу при селекції на морозостійкість. Ефект індукування стрес-протекторних систем злаків шляхом праймування донорами газотрансмітерів і саліциловою кислотою може стати основою для створення нових технологій підвищення стійкості рослин до гіпотермії та інших несприятливих чинників.

При виконанні роботи біотичні норми не були порушені.

5. Використання результатів роботи. Результати досліджень використовуються в наукових дослідженнях Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, у навчальному процесі в ХНАУ ім. В.В. Докучаєва і ХНУ ім. В.Н. Каразіна при викладанні загальних і спеціальних курсів. Вони можуть бути використані у навчальному процесі та при проведенні фундаментальних і прикладних досліджень в інших закладах вищої освіти і наукових установах.

6. Особистий внесок здобувача. Робота є самостійним дослідженням здобувача. Дисертантом проведено пошук і аналіз джерел літератури, освоєно відповідні методи, сплановано і проведено основну частину експериментів. Обґрунтування мети і завдань досліджень, інтерпретація та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації здійснювалися за участю наукового керівника. Дослідження морозостійкості злаків проводилося спільно з доктором сільськогосподарських наук Н.І. Рябчун

(Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України). У проведенні окремих експериментів брали участь співробітники кафедри ботаніки і фізіології рослин ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Матеріали, опубліковані у співавторстві, мають пропорційний внесок здобувача. Права співавторів не порушені.

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, рецензенти дійшли висновку, що дисертаційна робота Горелової О.І. є результатом самостійних досліджень і не містить елементів плагіату та запозичень. Використані результати та ідеї інших авторів мають відповідні посилання.

7. Повнота викладення матеріалів дисертації у роботах, опублікованих автором, із зазначенням особистого внеску здобувача. За матеріалами дисертаційного дослідження опубліковано 14 наукових праць, у тому числі 9 статей у фахових виданнях України та інших країн, з них 2 у журналах, що входять до наукометричної бази SCOPUS, а також 5 публікації у матеріалах і тезах конференцій. Матеріали, опубліковані у співавторстві, мають пропорційний внесок здобувача. Права співавторів не порушено.

Статті у наукових виданнях, що індексовані у наукометричній базі даних Scopus:

1. Kolupaev Yu. E., Horielova E. I., Yastreb T. O., Popov Yu. V., & Rybchun N. I. (2018). Phenylalanine ammonia-lyase activity and content of flavonoid compounds in wheat seedlings at the action of hypothermia and hydrogen sulfide donor. *Ukr. Biochem J.*, 90 (6), 12-20. <https://doi.org/10.15407/ubj90.06.012> (Особистий внесок дисертанта: планування та проведення експериментів, обробка результатів).

2. Kolupaev Yu. E., Horielova E. I., Yastreb T. O., & Ryabchun N. I. (2020). State of antioxidant system in triticale seedlings at cold hardening of varieties of different frost resistance. *Cereal Res. Commun.*, 48, 165-171. <https://doi.org/10.1007/s42976-020-00022-3> (Особистий внесок дисертанта: планування та проведення експериментів, обробка результатів).

Статті у наукових фахових виданнях України:

3. Колупаєв Ю. Е., Горелова Е. И., Ястреб Т. О. (2018). Механизмы адаптации растений к гипотермии: роль антиоксидантной системы. *Вісн. Харків. націон. аграрн. ун-ту Сер. Біологія*, 1 (43), 6-33. <https://doi.org/10.35550/vbio2018.01.006> (Особистий внесок дисертанта: участь в пошуку та опрацюванні джерел літератури).

4. Горелова Е. И., Колупаєв Ю. Е., Ястреб Т. О., Швиденко Н. В., Попов Ю. В., Шкляревский М. А, Рябчун Н. И. (2018). Конститутивная и

індуцирована холодовим закалюванням антиоксидантна активність проростков озимих злаков. *Вісн. Харків. націон. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія*, 2 (44), 59-68. <https://doi.org/10.35550/vbio2018.02.059> (Особистий внесок дисертанта: проведення експериментів, обробка результатів підготовка та участь в плануванні експериментів і написанні тесту статті).

5. Горелова Е. И., Швиденко Н. В., Рябчун Н. И., Колупаев Ю. Е. (2018). Вторичный метаболизм проростков *Secale cereale* при действии донора сероводорода и холодового закаливания. *Вісн. Харків. націон. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія*, 3(45), 59 – 68. <https://doi.org/10.35550/vbio2018.03.094> (Особистий внесок дисертанта: проведення експериментів, обробка результатів підготовка та участь в плануванні експериментів і написанні тесту статті).

6. Горелова Е. И., Шкляревский М. А., Рябчун Н. И., Кабашникова Л. Ф., Колупаев Ю. Е. (2020). Комбинированное влияние салициловой кислоты и донора оксида азота на развитие индуцированной закаливанием морозоустойчивости проростков пшеницы. *Вісн. Харків. націон. аграрн. ун-ту Сер. Біологія*, 2 (50), 93-104. <https://doi.org/10.35550/vbio2020.02.093> (Особистий внесок дисертанта: проведення експериментів, обробка результатів підготовка та участь в плануванні експериментів і написанні тесту статті).

7. Горелова О. І., Шкляревський М. А., Колупаев Ю. Є. (2020). Вміст вторинних метаболітів у проростках тритикале різних генотипів за умов холодового загартування. *Фізіологія рослин і генетика*, 52, (5), 401-411. <https://doi.org/10.15407/frg2020.05.401> (Особистий внесок дисертанта: проведення експериментів, обробка результатів підготовка та участь в плануванні експериментів і написанні тесту статті).

8. Горелова О. І., Рябчун Н. І., Шкляревський М. А., Резнік А. М., Колупаев Ю. Є. (2020). Морозостійкість злаків корелює з інтегрованими показниками вмісту низькомолекулярних протекторних сполук і активності антиоксидантних ферментів. *Вісн. Харків. націон. аграрн. ун-ту Сер. Біологія*, 3 (51), 71-86. <https://doi.org/10.35550/vbio2020.03.071> (Особистий внесок дисертанта: проведення експериментів, обробка результатів підготовка та участь в плануванні експериментів і написанні тесту статті).

9. Горелова О. І., Колупаев Ю. Є. (2021). Регуляція холодо- і морозостійкості рослин дією екзогенних газотрансмітерів і фітогормонів. *Вісн. Харків. націон. аграрн. ун-ту Сер. Біологія*, 1 (52), 32-51. <https://doi.org/10.35550/vbio2021.01.032> (Особистий внесок дисертанта: участь в пошуку та опрацюванні джерел літератури, написанні тексту статті).

Матеріали конференцій:

10. Горелова Е. И., Колупаев Ю. Е., Ястреб Т. О., Рябчун Н. И. (2018). Влияние донора сероводорода и холодового закаливания на активность фенилаланинаммонийлиазы и содержание флавоноидов в проростках озимых ржи и пшеницы. *Сучасна біологія рослин: теоретичні та прикладні аспекти: IV Міжнародна наукова конференція (м. Харків, Україна): Тези доповідей.* (С. 44-45). Харків.
11. Горелова О. І., Швиденко М. В., Рябчун Н. І., Колупаев Ю. Є. (2020). Вплив донорів газотрансмітерів на холодове загартування проростків озимих злаків. *Сучасні проблеми генетики, біотехнології і біохімії сільськогосподарських рослин: Міжнародна наукова конференція (м. Одеса, Україна): Тези доповідей* (С. 86-87). Одеса.
12. Горелова О. І., Колупаев Ю. Є., Шкляревский М. А., Рябчун Н. І. (2021). Пролін і стійкість злаків до агентів окиснювального стресу і гіпотермії. *Міжнародна наукова конференція «Стрес і адаптація рослин» (м. Харків, Україна): Матеріали конференції. Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія. Спец. випуск* (С. 104–105).
13. Горелова О.І., Гавва К.М., Рябчун Н.І., Колупаев Ю.Є. Індукування накопичення вторинних метаболітів *Triticum aestivum* і стійкості до зневоднення і кріостресу дією донора H₂S (2021). *Міжнародна наукова конференція «Стрес і адаптація рослин» (м. Харків, Україна): Матеріали конференції. Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія. Спец. випуск.* (С. 102–103).
14. Горелова О. І., Резнік А. М., Рябчун Н. І., Колупаев Ю. Є. (2021). Зв'язок морозостійкості озимих зернових культур зі станом антиоксидантної системи. *Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети: тези доповідей міжнародної наукової конференції (м. Одеса, Україна):* (С. 88–89). Одеса: СГІ–НЦНС.

8. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень. Наукові положення дисертації добре обґрунтовані. Матеріали, що складають основу виконаної роботи, за обсягом отриманих експериментальних даних, методичним рівнем, теоретичними узагальненнями, що впливають з їх аналізу та обговорення, забезпечують високий рівень їх обґрунтованості і достовірності, підтверджують зроблені автором висновки.

9. Відповідність змісту дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту.

Дисертаційна робота Горелової О.І. «Антиоксидантна і осмопротекторна системи злаків при адаптації до гіпотермії» повністю відповідає спеціальності 091 – Біологія, оскільки у ній одержано нові наукові і практично цінні результати, що належать до сучасних напрямів фізіології і біохімії рослин.

2. Констатувати, що дисертаційна робота Горелової О.І. «Антиоксидантна і осмопротекторна системи злаків при адаптації до гіпотермії», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії, за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, наукової і практичною цінністю одержаних результатів, змістом та оформленням відповідає вимогам пп. 9, 10, 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р., № 167, та відповідає напряму наукового дослідження Освітньо-наукової програми Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва зі спеціальності 091 – Біологія.

3. Рекомендувати дисертацію Горелової О.І. «Антиоксидантна і осмопротекторна системи злаків при адаптації до гіпотермії» до захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 091 – Біологія.

Рецензенти:

провідний науковий співробітник
відділу мембранології і фітохімії
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного
НАН України докт. біол. наук



Н.О. Білявська

старший науковий співробітник
відділу мембранології і фітохімії
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного
НАН України канд. біол. наук



О.В. Поліщук

Головуюча на засіданні
зав. відділу мембранології і фітохімії
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного
НАН України, докт. біол. наук, професор



О.К. Золотарьова