

ВІДГУК

**офіційного опонента на дисертаційну роботу Тарабана Дмитра
Анатолійовича «Сигнальні і протекторні ефекти мелатоніну у рослин за
дії абіотичних стресорів», подану на здобуття наукового ступеня доктора
філософії за спеціальністю 091 – біологія**

Актуальність теми. В умовах мінливих кліматичних факторів і погодних катаклізмів, які постійно супроводжують агровиробництво і стали майже нормою в XXI сторіччі, проблема інтенсифікації продуктивності зернових культур набула особливої актуальності. Пошук речовин-протекторів для подолання негативних наслідків дії несприятливих факторів довкілля, розкриття механізмів адаптації рослин до стресів за їхньої дії стало стратегією сучасної біологічної науки. Одним із перспективних регуляторів росту є рослинний нейротрансмітер мелатонін, всебічне дослідження якого розпочалося відносно нещодавно. Попри те, що була продемонстрована можливість застосування цієї речовини для управління стресостійкістю, а отже і продуктивністю сільськогосподарських культур, механізми впливу мелатоніну на ріст злаків залишаються практично не відомими. Це спонукало Д.А. Тарабана спрямувати свої дослідницькі зусилля на вивчення сигнальних і протекторних ефектів мелатоніну у рослин за дії абіотичних стресорів. Робота поєднує як теоретичні, так і практичні аспекти, її актуальність і важливість не викликає сумніву

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. В основу роботи покладено результати, отримані автором при виконанні наукових досліджень за однією бюджетною темою та двома науково-дослідними проєктами у Державному біотехнологічному університеті та Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України.

Мета, завдання і методи досліджень. Автор чітко сформулював мету дослідження, яка полягала у з'ясуванні ролі сигнальних посередників (активних форм кисню й іонів кальцію) у реалізації стрес-протекторної дії мелатоніну на злакові культури та у встановленні особливостей функціонування антиоксидантної системи й окремих стресових метаболітів

за його дії на ранніх стадіях проростання зернівок. Було визначено конкретні завдання для досягнення поставленої мети. Для виконання роботи було застосовано адекватні методи дослідження, зокрема проведено низку біохімічних аналізів, таких як визначення генерації активних форм кисню, продуктів пероксидного окиснення ліпідів, активності антиоксидантних ферментів і амілази, вмісту вторинних метаболітів, проліну, розчинних вуглеводів тощо у рослинних тканинах. Слід відзначити використання сучасних математико-статистичних підходів (дисперсійний і кореляційний аналіз), які підкреслюють достовірність отриманих даних.

Наукова новизна одержаних результатів. Враховуючи те, що дослідження мелатоніну у рослин розпочалося лише в останні десятиріччя, можна стверджувати, що більшість проведених експериментів була виконана вперше, принаймні для культурних злаків. Дисертантом отримано нові відомості щодо впливу праймування мелатоніном насіння пшениці, жита і тритикале на проростання і накопичення біомаси за умов абіотичних стресів. Вперше показана здатність цієї речовини підвищувати схожість застарілих зернівок.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено теоретичні засади використання праймування насіння злакових агрокультур мелатоніном для управління стресостійкістю ювенільних рослин в умовах теплового шоку, модельної посухи та засолення. Виявлено спосіб стимуляції проростання зернівок злаків з низькими посівними якостями за допомогою праймінгу розчином мелатоніну. Отримані відомості представляють як теоретичний інтерес для розширення уявлень щодо регуляції росту і розвитку рослин за стресових умов, так і практичну значущість, оскільки можуть бути використані при розробці біотехнологій у рослинництві з використанням регуляторів росту.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Автором опрацьовано методики проведення лабораторних досліджень, необхідних біохімічних аналізів. Отримані дані оброблено

статистично, їхня достовірність не викликає сумнівів. Сформульовані висновки цілком відповідають змісту роботи й одержаним результатам.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертація Д.А. Тарабана складається із вступу, огляду літератури, опису матеріалів і методів дослідження, трьох експериментальних розділів з обговоренням отриманих результатів, висновків, списку використаної літератури (208 найменувань). Дисертацію викладено на 168 сторінках комп'ютерного друкованого тексту, проілюстровано 29 рисунками і 4 таблицями.

У **вступі** викладено актуальність проблеми, зв'язок роботи з науковими програмами, мету і завдання дослідження, його об'єкт, предмет та методи, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, апробацію результатів дослідження та публікації.

Розділ 1 є оглядом літературних джерел відповідно до теми дослідження. Автор представив сучасні відомості з робіт вітчизняних та закордонних дослідників щодо загальної характеристики мелатоніну, особливостей його рецепції в клітині та участі в клітинному сигналінгу, розглянув динаміку ендогенного мелатоніну за дії різних стрес-факторів та його вплив на адаптивні реакції, а також проростання насіння різних рослин. Огляд справляє позитивне враження і свідчить про те, що Д.А. Тарабан у достатній мірі проаналізував всі сторони проблеми, якій присвячена його дисертаційна робота. *Разом з цим, викликає деякий подив те, що фраза «У рослин мелатонін був ідентифікований 1995 року, причому відразу трьома незалежними групами дослідників» підкріплена посиланням (Dubbels et al., 1995; Hattori et al., 1995; Yang et al., 2022), останнє з яких не відноситься до 1995 року (стор. 30). Крім того, огляд містить дві англомовні схеми на рис. 1 і рис. 2, в підписах до яких відсутнє посилання на авторів. Якщо авторство цих схем належить Д.А. Тарабану, то ці схеми мали б бути складені державною мовою. До того ж нумерація цих рисунків не відповідає нумерації*

розділу. Зустрічаються невдалі вирази, наприклад «гормональний баланс фітогормонів» (стор. 53-54), ендогенний вміст (неодноразово).

Розділ 2 присвячено опису матеріалів і методів дослідження, зокрема описано сорти дослідних рослин та умови проведення лабораторних експериментів, специфіку приготування розчину мелатоніну, особливості створення стресових умов різного характеру, методи визначення морфологічних та біохімічних показників, а також методику статистичної обробки результатів. Обрана методична база відповідає тим завданням, які були поставлені для досягнення мети дослідження.

У розділі 3 «**Феноменологія впливу мелатоніну на стійкість рослинних об'єктів до високих температур і модельної посухи**» описано результати дослідження впливу мелатоніну на морфометричні показники й оводненість рослин пшениці і жита за умов теплових стресів різної потужності, а також осмотичного стресу, що імітував посуху. Визначено оптимальну концентрацію, за якої мелатонін підвищував виживаність проростків пшениці після ушкоджувального прогріву. Встановлено протекторний ефект мелатоніну на проростках пшениці й жита при тепловому стресі у поєднанні з помірною повітряною посухою. Спостерігалися захисні ефекти мелатоніну під час осмотичного стресу, створеного за допомогою ПЕГ, які особливо виразно проявлялися у проростків чутливого до посухи сорту пшениці.

Розділ 4 «Механізми індукування мелатоніном тепло- і осмостійкості проростків злаків». Д.А. Тарабан, застосовуючи вплив антиоксидантів і хелаторів кальцію, а також інгібіторний аналіз, отримав докази щодо залучення активних форм кисню та іонів кальцію в реалізацію стрес-протекторної дії мелатоніну та його метаболітів на виживаність проростків пшениці після ушкоджувального прогріву.

Праймування насіння мелатоніном усувало ознаки окиснювального стресу за впливу високої температури: знижувалися показники генерації супероксидного радикала, вмісту пероксиду водню і малонового діальдегіду

у пагонах проростків. Воно також впливало на активність каталази і пероксидази, але по-різному у пшениці і жита. Крім того, спостерігалось підвищення вмісту розчинних вуглеводів, але не змінювався рівень проліну. В умовах осмотичного стресу обробка мелатоніном позитивно впливала на накопичення біомаси проростками пшениці, пом'якшуючи окиснювальні ушкодження і стабілізуючи активність ключових ферментів антиоксидантної системи (супероксиддисмутази та гваяколпероксидази), а також кількість цукрів, антоціанів та флавоноїдів. Дисертант зробив висновок, що стрес-протекторна дія мелатоніну пов'язана з нормалізацією функціонування антиоксидантної та осмопротекторної систем за умов посухи і вона певною мірою залежить від сортових особливостей адаптивних стратегій.

Є зауваження до рисунків цього розділу: у підпису до рис. 4.3 немає пояснень, щодо номерів стовпчиків 1, 2, 3; у підпису до рис. 4.7 вказано назву ферменту «пероксидаза», тоді як в тексті йдеться про гваяколпероксидазу. На стор. 95-96 є невідповідність посилання на номери рисунків у тексті і реальні номери рисунків. На стор. 98 згадується таблиця без номера, якої в цьому підрозділі немає.

У розділі 5 «Вплив мелатоніну на проростання зернівок злаків за нормальних і стресових умов» представлено інформацію щодо підвищення праймуванням мелатоніном схожості насіння пшениці, жита і тритикале, в тому числі застарілого насіння зі зниженою енергією проростання. Обробка мелатоніном пом'якшувала негативний вплив осмотичного та сольового стресів, підтримувала активність амілази й каталази, а також вміст розчинних вуглеводів, зменшувала прояви окиснювального стресу.

Зауваження до всієї роботи: враховуючи той факт, що мелатонін й фітогормони класу ауксинів мають спільного попередника в своєму шляху біосинтезу (триптофан), бажано було б враховувати можливість взаємодії цих двох регуляторів росту під час обговорення результатів та побудові гіпотез дослідження.

Завершується дисертаційна робота викладенням загальних **висновків**, які експериментально та теоретично обґрунтовані і відповідають меті та завданням дослідження, а достовірність не викликає сумніву. Висновки сформульовано чітко і лаконічно, преамбула до висновків є коротким узагальненням змісту дисертації.

Матеріали роботи висвітлено у 14 публікаціях та апробовані у доповідях на наукових конференціях різного рівня. Зокрема, дисертант є співавтором 1 розділу у монографії, 6 наукових статей у фахових виданнях (4 – індексовані у Scopus), 7 публікацій у матеріалах наукових форумів.

Загальний висновок. Дисертаційна робота «Сигнальні і протекторні ефекти мелатоніну у рослин за дії абіотичних стресорів» є актуальним й обґрунтованим завершеним науковим дослідженням, яке характеризується новизною, високим науковим рівнем отриманих результатів, значною практичною цінністю і відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12 січня 2022 р. № 44 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 3 травня 2024 р. № 507) та вимогам до оформлення дисертації, затвердженим наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», а її автор – **Тарабан Дмитро Анатолійович** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – біологія.

Провідний науковий співробітник відділу фітогормонології
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України,
д.б.н., с.н.с.

Н.П. Веденичова

19 травня 2025 року

