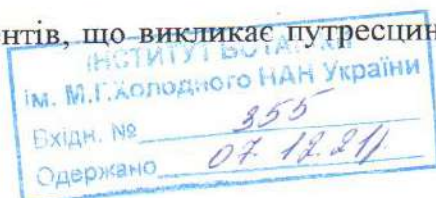


ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Кокорева Олександра Ігоревича «Стрес-протекторний вплив поліамінів на рослини та його функціональний зв'язок з сигнальними посередниками», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 Біологія

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Дисертаційна робота Кокорева Олександра Ігоревича присвячена вивченню ролі основних компонентів сигнальної мережі рослинних клітин, зокрема активних форм кисню (АФК), оксиду азоту, сірководню, іонів кальцію, у реалізації стрес-протекторної дії поліамінів на рослини за стресових умов, зокрема гіпертермії та нестачі вологи. І хоча встановлено, що поліаміни беруть участь в адаптації рослин до стресових чинників шляхом стабілізації білків, нуклеїнових кислот і мембранних структур, а також залучені до клітинного сигналіну в рослинних клітинах, що може бути пов'язано з утворенням АФК і оксиду азоту при їх метаболізмі, та впливають на експресію генів і активність антиоксидантних ферментів, однак повне уявлення про механізми дії поліамінів, їх зв'язок з певними сигнальними молекулами при формуванні відповіді рослин на стресові чинники дотепер не з'ясовано. Враховуючи зазначене, актуальність теми дисертаційної роботи не викликає сумніву, робота відповідає сучасним напрямкам фізіологічних і біохімічних досліджень рослинних організмів, що зазнають дії стресових чинників.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна роботи полягає в тому, що автором вперше було встановлено роль екзогенного путресцину в індукуванні теплостійкості шляхом підвищення вмісту кальцію в клітинах у досліджуваних рослин, активності діаміноксидази, а також сигнальних посередників - оксиду азоту і пероксиду водню. Виявлено, що за дії путресцину в тканинах пшениці підвищується також вміст сірководню. Однак за використання антагоністів сірководню спостерігається усунення ефекту активації антиоксидантних ферментів, що викликає путресцин, а при



комбінуванні впливу цього поліаміну з донором сірководню NaHS спостерігається посилення впливу цих речовин на антиоксидантну систему і теплостійкість у досліджуваних рослин. Встановлено здатність кадаверину підвищувати активності СОД без участі АФК як сигнальних посередників у проростків пшениці.

Отже, у результаті проведеної роботи автором було досліджено вплив екзогенних поліамінів на стійкість рослин до теплового стресу та нестачі вологи, встановлено роль АФК, оксиду азоту, сірководню та іонів кальцію в реалізації захисної дії поліамінів на проростки пшениці за умов теплового стресу, встановлено функціональні зв'язки між оксидом азоту і пероксидом водню при реалізації протекторної дії путресцину і кадаверину та виявлено ефекти екзогенних поліамінів на функціонування продигового апарату рослин. Отримані дані розширюють існуючі знання щодо протекторної дії поліамінів у рослин, що має важливе практичне значення для подальшої розробки підходів з метою підвищення стійкості важливих видів рослин до абіотичних стресів.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень. Основні положення дисертації та її висновки є обґрунтованими та достовірними, базуються на результатах великого обсягу досліджень, проведених з використанням фізіологічних, біохімічних та цитологічних методів. Значний обсяг отриманого в ході виконання дисертації експериментального матеріалу та використання методів статистичного аналізу суттєво зменшує імовірність помилкової інтерпретації даних.

Детальний аналіз значного масиву літературних джерел (250 посилань) з тематики дисертації дозволив Олександрю Кокореву провести обговорення отриманих результатів та запропонувати гіпотетичну схему залучення поліамінів у процеси редокс-, NO- і кальцієвого сигналіngu, а також висунути обґрунтовані висновки щодо стрес-протекторного впливу екзогенних поліамінів на рослини та його функціональний зв'язок з сигнальними посередниками.

Дисертаційне дослідження було виконано в рамках 2-х НДР кафедри ботаніки і фізіології рослин Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, а також гранту за програмою «Grants for Multidisciplinary research teams 2020 of Ministry of Foreign Affairs of the Czech Republic. Direction curator – Czech University of Life Science, Prague» (проекту Czech Republic Development Cooperation «Платформа AgriSciences для розвитку науки у вищих навчальних закладах України»).

Висвітлення результатів у наукових публікаціях. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 17 наукових праць, у тому числі 10 статей у фахових виданнях, з них 2 у журналах, що входять до наукометричної бази Scopus та 7 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Зміст та обсяг публікацій відповідають темі дисертації, відображають основні отримані положення та наукові результати, свідчать про їх новизну.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів (огляд літератури, опис методів досліджень та використаних об'єктів, три експериментальні розділи), висновків та списку використаних джерел. Робота викладена на 176 сторінках, містить 45 рисунків і 1 таблицю.

Вступ написаний відповідно до чинних вимог. У ньому переконливо обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та завдання роботи, а також наведено основні положення наукової новизни і практичного значення отриманих результатів.

На початку **розділу 1** (Огляд літератури) акцентується увага на актуальності і змісті сучасних досліджень механізмів стійкості рослин до гіпертермії і посухи. У наступних підрозділах наводяться відомості про локалізацію, синтез і катаболізм поліамінів, їх залучення у процеси клітинного сигналінгу, а також їх конкретну участь у клітинних механізмах стійкості рослин. Наприкінці огляду відзначаються нерозв'язані питання і обґрунтовується обраний напрям досліджень.

У розділі 2 (методичному) охарактеризовано об'єкти і умови досліджень, дизайн експериментів, описано методи визначення досліджуваних показників і обробки результатів.

У розділі 3 наведено результати досліджень впливу путресцину, кадаверину та сперміну на теплостійкість проростків пшениці і стан їх антиоксидантної системи, окремий підрозділ присвячено аналізу участі сигнальних посередників (АФК, іонів кальцію, оксиду азоту, сірководню) у процесах розвитку стресостійкості рослин за впливу екзогенних діамінів. У цьому розділі сконцентровано найбільш значимі результати, зокрема, щодо взаємодії сигнальних посередників за впливу на рослини путресцину і кадаверину.

У розділі 4 подано результати вивчення впливу екзогенних путресцину і сперміну на стійкість проростків пшениці до зневоднення, спричинюваного дією ПЕГ 6000 (змодельована посуха) та впливу досліджуваних поліамінів на стійкість досліджуваних рослин за умов, наближених до природних – посуха в ґрунтовій культурі. Автор відзначає, що внесок окремих складових протекторного впливу поліамінів на етіюльовані проростки пшениці при осмотичному стресі і рослини за посухи у ґрунтовій культурі має певні відмінності у функціонуванні антиоксидантної та осмопротекторної систем. Результати цього розділу можна розглядати як підґрунтя для практичного застосування поліамінів у рослинництві.

Останній, **5-й, розділ** присвячено дослідженню механізмів регуляції поліамінами продихового апарату рослин, зокрема, участі кальцію і компонентів ліпідного сигналіngu в цих процесах.

Кожен експериментальний розділ завершується детально сформульованими загальними висновками.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. Аналіз тексту дисертації свідчить про відсутність порушення автором вимог академічної доброчесності. Використані ідеї і результати інших авторів мають посилання на відповідне джерело, дотримано вимоги норм

законодавства про авторське право. У роботі не виявлено ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Для всіх публікацій у співавторстві чітко зазначено особистий внесок дисертанта.

Анотація відображає основний зміст дисертаційної роботи. Вона не містить положень чи ідей, що не наведені в основному тексті.

Пропозиції та зауваження. Принципових недоліків у дисертаційній роботі О.І. Кокорева не виявлено. Однак, є деякі питання та зауваження, зокрема:

- Не варто було, на мою думку, виносити в Наукову новизну твердження про те, що автором «Вперше на одному модельному об'єкті (інтактних коренях етіологованих проростків пшениці) проведено комплексне дослідження участі основних компонентів сигнальної мережі рослинних клітин (АФК, оксиду азоту, сірководню, іонів кальцію) у реалізації стрес-протекторної дії поліамінів».
- Автором показано певні відмінності впливу путресцину і кадаверину на генерацію АФК і активність антиоксидантних ферментів у коренях проростків пшениці. Водночас участь NO в реалізації дії діамінів була досліджена лише на прикладі путресцину. Зважаючи на тісні функціональні зв'язки між АФК і NO, цікаво було б хоча б обговорити питання: яким може бути вплив кадаверину на вміст NO і чи задіяний NO як можливий посередник в реалізації фізіологічних ефектів кадаверину?
- Дисертант отримав цікаві результати щодо участі сірководню в реалізації впливу путресцину на теплостійкість проростків пшениці і активність антиоксидантних ферментів, проте сірководень напевно є лише компонентом складної сигнальної мережі, яка опосередковує вплив діаміну, а як він може бути пов'язаний з іншими посередниками, зокрема, тими, що вивчалися у цій роботі, АФК, NO, кальцієм?
- Також цікаво знати, чи задіяний сірководень у реалізації подібних (стрес-протекторних) ефектів інших досліджуваних поліамінів?

Однак, наведені недоліки не знижують загального враження про роботу, і дисертація Кокорева Олександра Ігоревича **«Стрес-протекторний вплив поліамінів на рослини та його функціональний зв'язок з сигнальними посередниками»** є завершеним актуальним самостійним дослідженням, яке виконане на високому методичному рівні, характеризується новизною одержаних експериментальних даних, достовірністю та новизною висновків. За обсягом, науковою новизною, теоретичним і практичним значенням робота відповідає вимогам «Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 06.03.2019 р., а її автор – Кокорев Олександр Ігоревич, безумовно заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 091 «Біологія» (галузь знань – 09 «Біологія»).

Офіційний опонент,
завідувач відділу клітинної біології
і біотехнології
ДУ «Інститут харчової біотехнології
та геноміки НАН України»,
член-кореспондент НАН України,
доктор біологічних наук, професор

А.І. Ємець

Підпис чл.-кор. НАН України А.І. Ємець засвідчую:
Вчений секретар Інституту,
д.б.н., с.н.с.



Я.В. Пірко