ВІДГУК

офіційного рецензента на дисертаційну роботу
Созінової Оксани Ігорівни «Аналіз генів пуроіндолінів у пшениці м'якої та споріднених видів злаків», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – Біологія

Актуальність теми дисертації. Пшениця є основною продовольчою культурою України, а якість зерна пшениці – це глобальна і постійно актуальна проблема в усьому світі. Тому підвищення якості пшеничного зерна, поліпшення його технологічних і хлібопекарських властивостей є одним із важливих наукових завдань.

Пуроіндоліни – низькомолекулярні білки зернівки, багаті на триптофан і цистеїн, мають антигрибкову та антимікробну дію, визначають текстуру ендосперму зерна твердозерних, м'якозерних та екстрам'якозерних сортів пшениці. Втім, склад пуроіндолінових алелів українських екстрам'якозерних сортів пшениці, окремих видів роду *Aegilops*, як донора субгеномів м'якої пшениці, та інших злаків недостатньо вивчений. Дослідження пуроіндолінових генів, визначене метою дисертації Созінової О.І., є актуальним для добору злаків з новими властивостями та їх маркерної селекції, для пошуку нових варіантів білків з антимікробними властивостями у споріднених видів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційну роботу виконано у рамках бюджетних НДР Державної установи «Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України»: «Оцінка сортів та ліній пшениці м'якої Лісостепу України за проламіновими локусами як донорів корисних ознак з використанням молекулярно–генетичних маркерів та науково–методичне забезпечення питань випробувань генетично модифікованих організмів» (№ ДР 0123U100962, 2022–2024 рр.), «Маркерний добір ліній пшениці м'якої для виробництва харчових продуктів стратегічного значення» (№ ДР 0125U001978, 2025–2026 рр.).

Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків. Метою роботи була молекулярна характеристика генів пуроіндолінів у екстрам'якозерних сортів пшениці м'якої та споріднених дикорослих видів та

генів секалоіндолінів у культивованого та дикого жита. Наукові положення і висновки, сформульовані Созіновою Оксаною Ігорівною в результаті досягнення поставленої мети, обґрунтовані завдяки виконанню визначених завдань, застосуванню сучасних методів дослідження та вдалому поєднанню їх з класичними методами селекції, ретельному аналізу та узагальненню отриманих результатів.

Наукова новизна дисертаційного дослідження. Вперше ідентифіковано пуроіндолінові алелі у екстрам'якозерних сортів пшениці м'якої Оксана і Білява за допомогою секвенування і виявлено присутність генів *Pina* та *Pinb Triticum monococcum* разом з мутацією твердозерності *Pinb–D1b*.

Вперше встановлено істотні відмінності в частотах трапляння альтернативних нуклеотидів у певних позиціях генів *Pina* (81, 318, 322 і 384) та *Pinb* (135 і 359) у дикої і культивованої однозернянок.

Вперше виявлено поліморфізм за кількістю ампліконів у *Aegilops biuncialis* з використанням ген-специфічних праймерів до гена пуроіндоліну b: один амплікон завдовжки біля 520 п.н. або два продукти ампліфікації завдовжки біля 520 і 500 п.н.

Вперше секвеновано гени секалоіндолінів *Sina* та *Sinb* дикого жита *Secale sylvestre* і виявлено 5 унікальних несинонімічних замін у гені *Sina*.

Практична цінність отриманих результатів. Виявлений в дослідженні поліморфізм за кількістю ампліконів гена *Pinb* у виду *Aegilops biuncialis* може бути використано як маркер для дослідження різноманітності природних популяцій.

Визначені Single nucleotide polymorphism (SNP) можна використати для розробки праймерів у дослідженнях генів *Pina* виду *Aegilops biuncialis* (UUMM): 230T, 257A, 392A – у виду *Aegilops umbellulata* та 66C, 89C, 268C – у виду *Aegilops comosa*.

Для розробки геном–специфічних праймерів до гена *Pinb* у виду *Aegilops biuncialis* можуть використовуватись SNP, присутні в послідовностях виду *Aegilops umbellulata* з частотою трапляння більше 60 % (22C, 49G, 434C, 169T, 411A, 423A) та SNP 27G – у виду *Aegilops comosa*.

Розроблені маркери Pina1098 та Pinb393 можуть використовуватись для добору генотипів з алелями пуроіндолінових генів типу *Triticum monococcum* для створення екстрам'якозерних сортів.

Лінії пшениці, відібрані за молекулярним маркером екстрам'якозерності Pinb393, передано до Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН України для використання в науково–селекційній роботі.

Отримані дисертанткою результати виконання наукового завдання сприятимуть досягненню цілі сталого розвитку 2. Подолання голоду: розвиток сталого сільського господарства, забезпечення продовольчої безпеки та покращення харчування.

Повнота викладу результатів дисертації в наукових публікацій здобувача. За темою дисертації опубліковано 14 робіт, з них 4 статті у наукових виданнях, зокрема, одна стаття у виданні, що входить до міжнародної бази даних SCOPUS (**Q4**), 1 розділ у монографії, 9 тез доповідей на вітчизняних та міжнародних науково-практичних конференціях. В оприлюднених публікаціях висвітлені результати всіх розділів дисертації.

Структура й обсяг дисертації. Структура дисертації відповідає вимогам МОН України, обсяг – вимогам ДУ «ІХБГ НАН України». Дисертація має анотацію українською та англійською мовами, вступ, 8 розділів, узагальнення результатів дослідження, висновки, список використаних джерел, 6 додатків. Робота викладена на 221 сторінках тексту: обсяг основного тексту дисертації складає 145 сторінок, містить 38 таблиць та 19 рисунків. Список використаних джерел містить 238 найменувань, з яких 9 кирилицею та 229 латиницею. Рукопис представлено державною мовою, науковим стилем викладення матеріалу.

Вступ. Оформлено відповідно до вимог МОН України, акцентує увагу на ключових моментах рукопису.

Розділ 1 «Пуроіндоліни та їх роль у визначені текстури зерна (огляд літератури)». Проаналізовані авторкою першоджерела дозволили визначити неопрацьовані у достатній мірі питання, підтвердити вплив на текстуру зерна саме пуроіндолінів, актуалізувати у подальшому завдання стосовно їх генів, спланувати послідовність їх виконання.

Розділ 2 «Матеріали та Методи дослідження». Детально описано сорти та види, використані у дослідженні; схарактеризовано послідовності генів пуроіндолінів у різних видів пшениць, жита, егілопсів; деталізовані протоколи проведення всіх методів дослідження, програми для розробки праймерів та статистичного аналізу; зазначено використані сервіси та програми, інструментарій штучного інтелекту.

У Розділі 3 «Підбір геноспецифічних праймерів до пуроіндолінових генів» представлені результати оцінки геномної специфічності праймерів для отримання ПЛР продуктів пуроіндолінових генів представників триби Triticeae: родів *Triticum, Aegilops, Secale* та у штучно створеного амфідиплоїда пшениці та жита – тритикале.

Розділ 4 «Аналіз SNP у пуроіндолінових генах деяких диплоїдних представників роду *Aegilops*» присвячено аналізу частот трапляння SNP в кодуючих послідовностях генів *Pina* та *Pinb* диплоїдних видів *Aegilops* секцій *Sitopsis, Cylindropyrum, Comopyrum* та *Aegilops*, представлених в базі NCBI порівняно з референсними послідовностями сорту *T. aestivum* CS.

Результати дослідження секвенованих послідовностей пуроіндолінових генів екстрам'якозерних українських сортів Оксана і Білява здеталізовано у Розділі 5 «Аналіз послідовностей пуроіндолінових генів екстрам'якозерних сортів пшениці Оксана і Білява».

У Розділі 6 «Аналіз SNP у пуроіндолінових генах *T. monococcum* та *T. urartu*» автором проаналізовано 62 послідовності гена пуроіндоліну а *T. monococcum* (AmAm) та 22 послідовності *T. urartu* (AA) з бази даних NCBI, деталізовано всі нуклеотидні заміни, їх частоти трапляння. Визначено, що гени *Pina* та *Pinb* відрізняються за співвідношенням синонімічних та несинонімічних замін, що може використовуватись селекціонерами для поповнення генофонду пшениці м'якої по ознакам м'якозерності та антимікробним властивостям пуроіндолінів. Автором встановлено, що український зразок *T. boeoticum var. baydaricum* UA0300333 мав 7 замін в гені *Pina*, які відповідають алелю *Pina–A^{m}1b*.

Розділ 7 «Розробка праймерів для маркерного добору екстрам'якозерних генотипів пшениці м'якої з пуроіндоліновими алелями типу *T. monococcum*» аналізує розробку маркерів Pina1098 та Pinb393 для детекції алелів пуроіндоліну *a* та *b* в *T. monococcum*. Автор зазначає універсальність для детекції генів *Pinb* диплоїдних пшениць маркеру Pinb393.

У Розділі 8 «Аналіз послідовностей генів секалоіндолінів *S. sylvestre cereale*» представлено результати секвенування послідовностей генів *Sina* та *Sinb* виду *S. sylvestre* та частоти трапляння нуклеотидних поліморфізмів в генах секалоіндолінів *a* та *b S. cereale*. Визначено спільні та унікальні поліморфізми для жита дикого та посівного.

Увесь експериментальний матеріал дослідження проілюстровано з достатньою повнотою відповідними рисунками та таблицями, матеріалом додатків.

В «Узагальненні результатів» автор акцентує увагу на «білих плямах» обраного напрямку дослідження, логіці визначення та виконання завдань, отриманих результатах.

«Висновки», сформульовані за результатами роботи, чіткі та логічні.

Дотримання принципів академічної доброчесності, біоетики. Робота виконана авторкою самостійно, з дотриманням принципів академічної доброчесності. Виявлені співпадіння (приблизно 6 %) стосуються загальноприйнятих фраз або оприлюднених результатів дисертаційного дослідження. Созінова О.І. застосовувала інструментарій штучного інтелекту: мультимодальну модель Gemini (Google), Google Академію Лабораторії, про що зазначила у рукописі. Робота виконана з дотриманням біоетичних принципів (протокол № 8 засідання комісії з питань біоетики ДУ «ІХБГ НАН України» від 19 червня 2026 року).

Зауваження та побажання.

Істотних зауважень до роботи немає. Робота представлена як логічне виконання відповідних завдань для досягнення означеної мети з використанням наукового інструментарію, своєчасним оприлюдненням результатів дослідження у наукових виданнях та відповідною апробацією, практичним внеском отриманих автором матеріалів.

Зауваження технічного характеру як то одрук, невдала стилістика тощо не впливають на цінність дослідження.

В процесі рецензування дисертаційної роботи виникло питання дискусійного характеру:

З огляду на кліматичні зміни, швидку адаптацію збудників хвороб, потреби людства у якісних і різноманітних продовольчих ресурсах, який шлях для отримання нових сортів злакових Ви вважаєте більш ефективним: класичної селекції із відбором гібридів з певними характеристиками чи молекулярно-генетичний як то перенесення потрібних генів до певного синтетичного виду? Аргументуйте свій вибір.

Загалом виконана робота є свідчення опанування Созіновою О.І. компетентностями, необхідними для сучасного науковця, що доцільно поєднує класичні і сучасні методи дослідження, досягає виконання

запланованих завдань, аналізує результати та робить відповідні висновки. Все це характеризує Созінову О.І. як кваліфікованого, зрілого вченого.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Созінової Оксани Ігорівни на тему «Аналіз генів пуроіндолінів у пшениці м'якої та споріднених видів злаків» є завершеним, самостійно виконаним науковим дослідженням, за своїм змістом, науковим рівнем, актуальністю, обсягом виконаних досліджень, науковою новизною та практичним значенням отриманих результатів відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року (зі змінами) та вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», а її авторка, Созінова Оксана Ігорівна, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 «Біологія».

Офіційний рецензент,
старший науковий співробітник відділу
геноміки та молекулярної біотехнології
Державної установи «Інститут харчової
біотехнології та геноміки Національної
академії наук України»
кандидат біологічних наук, доцент Наталія ПАСТУХОВА