

До разової спеціалізованої вченої ради ID 16859
Державної установи «Інститут харчової біотехнології та
геноміки» Національної академії наук України
вул. Байди-Вишневецького, 2А, м. Київ, 04123

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора біологічних наук, старшого наукового
співробітника, в.о. завідувача відділу генетичного поліпшення рослин
Інституту фізіології рослин і генетики НАН України
Дубровної Оксани Василівни

на дисертаційну роботу **Созінової Оксани Ігорівни**
“Аналіз генів пуринодолінів у пшениці м’якої та споріднених видів злаків”,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 09 –
Біологія, за спеціальністю 091 – Біологія

Актуальність теми досліджень. Твердість зерна – визначальна характеристика консистенції ендосперму пшениці, яка у провідних країнах-виробниках і експортерах зерна є головною детермінантою, класоутворювальним критерієм якості пшениці як на внутрішньому зерновому ринку, так і в міжнародній торгівлі. На сьогодні м’яка пшениця *Triticum aestivum* L. в Україні представлена практично лише одним технологічним класом – твердозерна червонозерна хлібопекарська пшениця. Всі різноманітні за якістю борошняні продукти виробляються з борошна лише цього класу пшениці, що не відповідає вимогам ні технологій виробництва, ні споживчої якості борошняних харчових продуктів.

В останні десятиліття в Україні почав розвиватися новий напрям селекції м’якої пшениці – створення сортів круп’яного напрямку використання (круп, пластівці). Генетичною основою для створення даних сортів є такі характеристики зерна, як його колір та твердість. Особливо зростає популярність класу білозерних сортів пшениці як твердозерних хлібопекарських, так і м’якозерних бісквітного напрямку використання. Білозерна пшениця, на відміну від червонозерної, має м’який приємний смак

без гіркоти, характерної для червонозерної пшениці. В Україні вже створені перші сорти білозерної екстрам'якозерної пшениці Білява та Біла.

Твердозерність зерна є результатом взаємодії ліпідозв'язувальних білків пуроіндолінів, багатих на цистеїн і триптофан, які взаємодіють із ліпідами на поверхні гранул крохмалю. Також ці білки мають антигрибкову та антимікробну дію, за яку відповідає їх триптофан–багатий домен, через що їх відносять до антимікробних білків. Текстуру ендосперму контролюють кілька зчеплених генів, розміщених на короткому плечі хромосоми 5D у локусі *Hardness*, які кодують три поліпептиди, які утворюють білок фріабілін: пуроіндолін а (ген *Pina-D1*), пуроіндолін b (ген *Pinb-D1*) та Grain Softness Protein (ген *Gsp-1*). Градація технологічно важливої ознаки твердозерності м'якої пшениці значною мірою зумовлена комбінаціями алелів пуроіндолінових генів *Pina-D1* і *Pinb-D1*. Клас м'якозерної пшениці містить алель *Ha* дикого типу, а твердозерної – альтернативний алель *ha*. Алель *Ha* часто наявний у геномі дикорослих злаків, переноситься за віддалених схрещувань у геном культурної пшениці і спричинює відповідні зміни у структурі крохмальних гранул, які відповідають м'якозерній консистенції ендосперму.

Дослідження генів пуроіндолінів (*Pina* та *Pinb*) у м'якої пшениці та споріднених злаків є вкрай актуальним, оскільки вони визначають текстуру ендосперму, якість борошна, хлібопекарські властивості та ефективність переробки зерна. Пошук нових та рідкісних мутантних алелів генів *Pina* та *Pinb* у диких і культурних видів-співродичів роду *Triticum* сприяє розширенню алелофонду злакових культур. Вивчення поліморфізму пуроіндолінових генів є актуальним для створення генотипів пшениці з новими властивостями та їх маркерної селекції і для пошуку нових варіантів білків з антимікробними властивостями у споріднених видів. Пуроіндолінові алелі активно досліджуються у диплоїдних пшениць, диплоїдних видів роду *Aegilops* та інших видів злаків. Водночас недостатньо вивченим є склад пуроіндолінових алелів у генотипах українських екстрам'якозерних сортів пшениці, а також залишаються невивченими секалоіндолінові гени дикого жита *Secale sylvestre* L. У зв'язку з цим, дисертаційна робота Созінової О.І., присвячена вивченню генів пуроіндолінів у пшениці м'якої та споріднених видів злаків, є безумовно актуальною і практично значимою, оскільки такі експериментальні роботи

надають важливий фактичний матеріал як для подальшого розвитку молекулярної генетики рослин, так і для практичного використання у селекційно-генетичних програмах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Роботу виконано у рамках бюджетних НДР Державної установи «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН 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.).

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше ідентифіковано пуроіндолінові алелі у екстрем'якозерних сортів пшениці м'якої Оксана і Білява за допомогою секвенування і виявлено присутність генів *Pina* та *Pinb T. monosocum* 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 *Ae. 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 *S. sylvestre* і виявлено 5 унікальних несинонімічних замін у гені *Sina*.

Теоретичне значення результатів досліджень. Дослідження, проведені автором, вносять суттєвий вклад у розвиток генетики рослин, зокрема спеціальну, молекулярну та трансмісійну генетику злакових культур, надають нові перспективи для вирішення фундаментальних питань досліджень генетичного різноманіття *Triticum aestivum* L. та споріднених видів. Результати, наведені у дисертації, поглиблюють та розширюють уявлення про структурно-функціональну мінливість геномів злакових рослин, зокрема внутрішньовидовий поліморфізм пшениці м'якої та її диких родичів, а також можливі молекулярні механізми цих процесів.

Практичне значення отриманих результатів. Виявлений в дослідженні поліморфізм за кількістю ампліконів гена *Pinb* у виду *Ae. biuncialis* може бути використано як маркер для дослідження різноманітності природних популяцій виду. Визначено SNP, які можна використати для розробки праймерів для дослідження генів *Pina* у виду *Ae. biuncialis* (UUMM): 230T, 257A, 392A у виду *Ae. umbellulata* та 66C, 89C, 268C у виду *Ae. comosa*. Для розробки геном-специфічних праймерів до гена *Pinb* у виду *Ae. biuncialis* можуть бути використаними визначені поліморфізми, які присутні в послідовностях виду *Ae. umbellulata* з частотою трапляння більше 60 % (22C, 49G, 434C, 169T, 411A, 423A) та SNP 27G у виду *Ae. comosa*. Розроблені маркери *Pina*1098 та *Pinb*393 можуть використовуватись для добору генотипів з алелями пуроіндолінових генів типу *T. monosocum* для створення екстрем'якозерних сортів. Лінії пшениці, відібрані за молекулярним маркером екстрем'якозерності *Pinb*393, передано до Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України (ІР НААН) для використання в науково-селекційній роботі.

Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях. Матеріали дисертації відтворені в публікаціях автора і знайшли належне висвітлення на вітчизняних та міжнародних наукових форумах. Зокрема, за матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, з них 4 наукові статті, у тому числі 3 – у фахових наукових виданнях України та 1 у наукових періодичних виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Scopus, 1 розділ у монографії і 9 тез доповідей на наукових конференціях.

Ступінь обґрунтованості та достовірності положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Дисертант проаналізував значний масив даних літератури з дослідження генів пуроіндолінів у пшениці м'якої та споріднених видів злаків; чинники, які впливають на текстуру зерна, способи визначення рівня його твердості; антимікробні властивості та генетичні модифікації пуроіндолінів. Автором доведена важливість вивчення поліморфізму генів пуроіндолінів у фундаментальних дослідженнях і на практиці.

Понад 80 відсотків використаних літературних джерел – публікації останніх років. Це дало змогу обґрунтувати вибір теми наукової роботи та методичних підходів для реалізації поставлених завдань.

Логічне та конкретне планування досліджень дозволило пошукачу

виконати поставлені завдання і одержати значний обсяг експериментального матеріалу. При виконанні роботи дисертантом застосовано сучасні методи досліджень, а саме: полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР); електрофорез ДНК, аналіз секвенованих послідовностей, дизайн праймерів, біоінформатичний та статистичний аналіз. Для підбору літературних джерел, окрім традиційних методів пошуку, також застосовувалися інструменти генеративного штучного інтелекту: мультимодальна модель Gemini (Google), Google Академія Лабораторії.

Наукові результати дисертації отримано на підставі аналізу великого фактичного матеріалу, з використанням сучасних і адекватних поставленим завданням методів досліджень. Достовірність результатів підтверджується відповідною статистичною обробкою. Тому, вважаю, що наукові положення дисертації, її висновки є цілком обґрунтованими, мають значне практичне й теоретичне значення і відповідають високому науковому рівню роботи.

Структура та зміст дисертації, її завершеність та відповідність встановленим вимогам. У дисертаційній роботі чітко визначені ідея досліджень, робоча гіпотеза та логіка постановки експериментів. Вона має класичну структуру та складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, огляду літератури, матеріалів та методів досліджень, результатів та їх обговорення, висновків, списку використаних джерел і шести додатків. Основна частина роботи викладена на 145 сторінках друкованого тексту, проілюстрована 19 рисунками та 38 таблицями. Список використаних джерел складає 238 найменувань. Загальний об'єм рукопису становить 221 сторінок.

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

У **Розділі 1 «Пуриноліни та їх роль у визначенні текстури зерна (огляд літератури)»** дана ботанічна класифікація родини злакових Poaceae та характеристика рослин сучасних та стародавніх видів злакових культур, які є важливим джерелом генів якості зерна та стійкості до різних біотичних та абіотичних факторів довкілля; розглянуто чинники, які впливають на якість зерна, зокрема його твердість, та можливості використання в харчовій промисловості; узагальнено наявну інформацію про текстуру зерна та методи

вимірювання його твердості; висвітлено загальні відомості про пуроіндоліни та їх ідентифікацію у зразків різного походження; описано мутантні алелі у *T. aestivum* та інших злакових культур, зокрема видів роду *Aegilops*, *T. monococcum*, *T. urartu* та посівного жита *S. cereale*, а також антимікробні властивості та генетичні модифікації пуроіндолінів. Викладений у літературному огляді матеріал свідчить про володіння дисертантом інформацією про сучасний стан проблеми, що дозволило їй вибрати адекватні методичні підходи для вирішення основної мети та завдань, які поставлені в роботі.

У розділі «Матеріали та методи досліджень» детально описано умови проведення експериментів: рослинний матеріал, зокрема сорти м'якої пшениці, диплоїдні пшениці, зразки *Ae. biuncialis* та нуклеотидні послідовності генів пуроіндолінів сортів пшениці м'якої, різних видів егілопсів, пшениць однозернянок, секалоіндолінів жита. Також представлено методики молекулярно-біологічного аналізу: виділення ДНК, проведення ПЛР та електрофорезу ДНК, послідовності використаних праймерів до пуроіндолінових генів, хроматограм результатів секвенування, сиквенсів, BLAST аналізу, розробки праймерів, а також пошук літературних джерел та подачу нуклеотидних послідовностей у базу європейського архіву нуклеотидів.

У розділі 3 «Підбір геноспецифічних праймерів до пуроіндолінових генів» представлено результати оцінка геномної специфічності праймерів для отримання ПЛР продуктів пуроіндолінових генів різних представників триби *Triticeae*, що належать до родів *Triticum*, *Aegilops*, *Secale*, та у штучно створеного амфідиплоїда тритикале. Для одержання ампліконів кодуєчих послідовностей генів пуроіндолінів було використано різні пари праймерів з літературних джерел. У результаті проведених досліджень встановлено, що праймер до пуроіндоліну a Pina, розроблений Massa & Morris (2006), виявився специфічним для видів з геномом D, тоді, як праймер Lil2 виявився специфічним до житнього геному R *S. sylvestre*. Також, у *Ae. biuncialis* за допомогою праймерів до гена пуроіндоліну b було ідентифіковано поліморфізм за кількістю ампліконів: або один амплікон завдовжки біля 520 п.н., або два продукти ампліфікації біля 520 і 500 п.н. Частота зразків з двома ампліконами становила 12,5 % у колекції зразків *Ae. biuncialis*, які походять з Кримського півострова, і такі зразки зустрічались у Східній та Південній частинах ареалу

виду. Ймовірно, амплікон завдовжки 500 п.н. відповідає гену *Pinb-M1*, і цей алель може бути подібним до алеля *Pinb-M1-III Ae. comosa*.

У розділі 4 «Аналіз SNP у пуроіндолінових генах деяких диплоїдних представників роду *Aegilops*» дана характеристика різноманітності цих генів, видоспецифічних одонуклеотидних поліморфізмів (SNP), проаналізовано частоту їх трапляння в кодуючих послідовностях генів *Pina* та *Pinb* видів *Aegilops* секцій *Sitopsis*, *Cylindropyrum*, *Comopyrum* та *Aegilops*, представлених в базі NCBI, порівняно з референсними послідовностями сорту *T. aestivum* Chinese Spring. Підрахована кількість синонімічних і несинонімічних замін у нуклеотидних послідовностях диплоїдних видів *Aegilops*. Визначено частоту трапляння SNP в генах *Pina* та *Pinb* *Ae. umbellulata*, *Ae. comosa*, *Ae. caudata* та видів секції *Sitopsis*. Показано, що у більшості видів *Aegilops* серед SNP гена *Pina* переважну частку становили несинонімічні заміни. Серед всіх проаналізованих видів егілопсів було ідентифіковано SNP в позиціях 24 та 268, які з різною частотою зустрічаються у всіх видах. Виявлено, що одна синонімічна заміна (у 154 позиції) та п'ять несинонімічних замін (в 209, 415, 422, 424, 431 позиціях) характерні тільки для представників секції *Sitopsis*. Також у всіх проаналізованих видів із секції *Sitopsis* з більше ніж 80% частотою ідентифіковано поліморфізм в 443 нуклеотиді, який призводить до утворення стоп-кодону в 148 амінокислоті. У *Ae. searsii* було ідентифіковано два SNP, які є унікальними тільки для цього виду і зустрічаються у всіх проаналізованих послідовностях – дві синонімічні заміни (в 162 і 186 позиціях).

Автором виявлено, що кількість синонімічних і несинонімічних замін в послідовностях гена *Pinb* диплоїдних видів *Aegilops* є подібними. Для видів секції *Sitopsis* не виявлено видоспецифічних SNP в гені *Pinb*, що трапляються серед послідовностей з частотою більше 0,6. Водночас у решти досліджених видів *Aegilops* виявлено видоспецифічні поліморфізми з частотою трапляння більше 60 %. Інформація про поліморфізми, які зустрічаються з частотою більше ніж 0,6 буде важливою для розробки геноспецифічних праймерів до видів, які містять проаналізовані геноми.

Пошукачем визначено SNP, які можна використати для розробки праймерів для дослідження генів *Pina* *Ae. biuncialis* (UUMM): 230T, 257A, 392A в *Ae. umbellulata* та 66C, 89C, 268C в *Ae. comosa*. Для розробки геном-специфічних праймерів до гена *Pinb* *Ae. biuncialis* можуть бути корисними

поліморфізми, які присутні в послідовностях *Ae. umbellulata* з частотою трапляння більше 60 % (22C, 49G, 434C, 169T, 411A, 423A) та SNP 27G у *Ae. comosa*.

Значна увага у роботі приділена аналізу секвенованих послідовностей пуроіндолінових генів у екстрем'якозерних сортів пшениці Оксана і Білява, результати дослідження яких представлені в **розділі 5** дисертації. За допомогою секвенування у цих сортів ідентифіковано по два алелі гена пуроіндоліну а, один з яких на 100% відповідав алелю *Pina-D1a* сорту Китайська весна, а інший містив 7 поліморфізмів в кодуєчій частині гена та 1 в некодуєчій частині. Варіант з поліморфізмами *Pina2* мав 100 % співпадіння з послідовностями *T. monosocum* з бази даних NCBI, а саме з алелем *Pina-A^m1b*. У сорту Білява також ідентифіковано два алелі гена пуроіндоліну b. Один, теоретично, відповідав варіанту *Pinb-D1a* сорту Китайська весна, а інший містив 23 поліморфізми. Варіант з всіма 23 поліморфізмами *Pinb2*, мав 99 % співпадіння з послідовностями *T. monosocum*.

У розділі 6 «Аналіз SNP у пуроіндолінових генах *T. monosocum* та *T. urartu*» дисертантом детально описано поліморфізм у пуроіндолінових генах відносно референсних послідовностей сорту Китайська весна, який є притаманним для пшениці-одозернянки. Автором вперше представлено детальний опис всіх нуклеотидних замін, які характерні для цих видів, їхньої частоти трапляння серед усіх наявних послідовностей. У результаті аналізу послідовностей пуроіндолінових генів *T. monosocum* і *T. urartu* з бази даних NCBI загалом ідентифіковано 34 SNP у гені *Pina* і 36 у гені *Pinb*, частина з яких були рідкісними, та охарактеризовано частоту їх трапляння в обох видів. Встановлено відмінності в частотах трапляння альтернативних нуклеотидів у певних позиціях (81, 318, 322 і 384 *Pina* та 135 і 359 *Pinb*) у дикої і культивованої одозернянок. Гени *Pina* та *Pinb* відрізняються за співвідношенням синонімічних та несинонімічних замін. Виявлені зразки диплоїдних пшениць з несинонімічними замінами в пуроіндолінових генах можуть бути джерелом білків з новими властивостями для розширення генофонду пшениці м'якої щодо ознак м'якозерності та антимікробних властивостей. Також, було виявлено, що український зразок *T. boeoticum* var. *baydaricum* UA0300333 має 7 замін в гені *Pina*, які відповідають алелю *Pina-A^m1b*.

У розділі 7 «Розробка праймерів для маркерного добору екстрем'якозерних генотипів пшениці м'якої з пуроіндоліновими алелями типу *T. monosocum*» наведено результати розробки молекулярних маркерів Pina1098 та Pinb393 для ідентифікації пуроіндолінових алелів типу *T. monosocum* у екстрем'якозерних генотипів пшениці. Маркер Pinb393 є універсальним для детекції генів *Pinb* диплоїдних пшениць. Секвенування маркерного амплікону Pinb393 підтвердило наявність у екстрем'якозерних сортів Оксана і Білява алеля, подібного до алеля пуроіндоліну b *T. monosocum*, і засвідчило про наявність мутації твердозерності *Pinb-D1b* у цих сортів. Ці дані свідчать, що ознака екстрем'якозерності у сортів Оксана і Білява визначається присутністю пуроіндолінових алелів, подібних до пшениці-однозернянки, які компенсують ефект мутації твердозерності.

У розділі 8 «Аналіз послідовностей генів секалоіндолінів *S. sylvestre*» представлено результати секвенування послідовностей генів *Sina* та *Sinb* дикого жита і проаналізовано їх сиквенси. Також було розраховано частоту трапляння нуклеотидних поліморфізмів секалоіндоліну a та b жита посівного *S. cereale*. Показано, що до унікальних поліморфізмів, які були ідентифіковані тільки в *S. sylvestre*, відносяться 5 несинонімічних замін (в 46, 65, 284, 289, 424 позиціях) і, в загальному, дике і посівне жито відрізняються 13 SNP. Вперше секвеновано гени секалоіндолінів дикого жита *S. sylvestre*. У послідовності гена секалоіндоліну a ідентифіковано 27 поліморфізмів у зразка *S. sylvestre* та 30 поліморфізмів у послідовностях *S. cereale* відносно сорту Китайська весна. У послідовностях *Sina* дикого і посівного жита виявлено 22 спільні поліморфізми. Також у послідовності секалоіндоліну a *S. sylvestre*, як і в усіх послідовностях *S. cereale*, було ідентифіковано трьохнуклеотидну делецію в 74–76 позиції. У послідовності секалоіндоліну b дикого жита ідентифіковано 31 поліморфізм відносно пуроіндоліну b сорту Китайська весна, а у жита посівного – 34 поліморфізми, у обох видів виявлено 31 спільний поліморфізм. Визначено, що ген *Sinb* *S. sylvestre* відрізняється від *Sinb* *S. cereale* за 3 SNP. Також у гені секалоіндоліну b дикого жита ідентифіковано трьохнуклеотидну вставку GCT, яка характерна для більше половини зразків жита посівного.

У розділі «Узагальнення результатів» стисло і чітко узагальнені результати експериментальної роботи, які підтверджують обґрунтованість робочої гіпотези автора.

Висновки до розділів та за результатами роботи логічно впливають з описаних результатів та відповідають змісту дисертаційної роботи.

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 до дисертації. Стосовно оформлення дисертації: матеріал викладено чітко і логічно, науковою мовою, доцільно проілюстровано рисунками. Суттєвих зауважень до роботи немає, в основному вони носять технічний характер.

1. Текст дисертації містить певну кількість орфографічних та стилістичних помилок, зокрема то гена, то гену; то білка то білку; недостача замість нестача і таке інше. Є повтори цілих абзаців, як наприклад на с.133. Згідно з міжнародними правилами біологічної номенклатури, після скорочень прізвищ авторів обов'язково ставиться крапка, яку автор ставить не завжди (наприклад, роди *Triticum* L. та *Aegilops* L. (с.29).
2. Наявні не зовсім коректні вирази, зокрема автор пише, наприклад «серед всіх визначених генотипів переважає генотип м'якозерності» (с.46), тоді як м'якозерність – це ознака фенотипу, а не сам генотип і краще писати «генотип, який обумовлює м'якозерність»; виявився специфічним для **видів з геному D** (с.80) замість видів з геномом D; електрофореграма **результатів** продуктів ПЛР (рис 3.7); не дивлячись на велику кількість **наукових публікацій пуроіндолінових генів** (с.161).
3. Автор досить хаотично цитує літературні джерела не від більш ранніх до останніх, тому важко визначити часовий проміжок вивчення певних питань. Прізвища вітчизняних авторів краще було б писати не англійською, а українською.
4. У розділі «Матеріали та методи досліджень» матеріал досліджень краще було б розділити окремо на представлені сорти і види рослин та вивчені нуклеотидні послідовності та вказати їх кількість.

5. На деяких рисунках, наприклад рис.3.2 не вказано маркер молекулярної маси. Автор пише М – маркер **довжин** 100 п.н. DNA ladder, хоча це маркер молекулярної маси. П.н. пише то англійською то українською мовою. У деяких таблицях (табл. 3.2) довжини послідовностей гена *Pinb* *Ae. umbellulata* наводить без одиниць виміру (п.н.) При описі табл. 4.5 автор зазначає, що у *Ae. umbellulata*, ідентифіковано **17** SNP, з них **3** заміни є синонімічними і **13** несинонімічними.
6. У таблиці 4.3 наявний зовсім пустий стовпчик без даних. У таблиці 5.2. відсутні результати щодо позиції 496 нуклеотиду в амінокислотній послідовності, амінокислоту у сортів Китайська весна та Білява. Це стосується і таблиці 8.1, де не вказано частоту трапляння одонуклеотидних замін у *S. cereale* у деяких позиціях, зокрема 46,65,284,289.424.
7. Відомо, що створені в Україні сорти екстрам'якозерної пшениці Білява та Оксана, як зазначає їх автор, чл.-кор. НАН України О.І.Рибалка були отримані шляхом перенесення у геном культурної пшениці від егілопсу *Ae. tauschii* унікального алеля дикого типу *Ha(ts)*, що і обумовило їхню екстрам'якозерність. Дисертант вважає, що саме присутність алелів від *T. monosocum*, очевидно, є причиною ознаки екстрам'якозерності у цих сортів. Пошукач встановив, що ці сорти мають в локусі *Ha* на короткому плечі хромосоми 5D пуроіндолінові алелі, типові для українських твердозерних сортів – *Pina-D1a*, *Pinb-D1b*, а ефект мутації твердозерності нівелюється і пересилується присутністю пуроіндолінових генів *Pina* і *Pinb* типу *T. monosocum*, одним з яких є поширений серед однозернянок алель *Pina-A^m1b*. Виникає питання звідки міг з'явитися у геномі цих сортів *T. monosocum*, чи посилюють у цих сортів ознаку екстрам'якозерності дві різні інтрогресії та який можливий механізм взаємодії алелів генів пуроіндолінів різних видів ?

Загальна оцінка роботи і висновок. В цілому, за актуальністю, обсягом експериментального матеріалу, його новизною, науковим і практичним значенням, рівнем застосованих експериментальних підходів дисертаційна робота “Аналіз генів пуроіндолінів у пшениці м'якої та споріднених видів злаків”, подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 Біологія відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради

закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44) та «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», який набрав чинності від 1 січня 2024 року і затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 19 травня 2023 року № 502. Дисертантка, **Созінова Оксана Ігорівна**, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 «Біологія».

Офіційний опонент:

Дубровна Оксана Василівна,
доктор біологічних наук,
старший науковий співробітник,
в.о. завідувача відділу
генетичного поліпшення рослин
Інституту фізіології рослин і генетики
Національної академії наук України

Dr. D. M.

Оксана ДУБРОВНА



Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 21:22:08 28.08.2026

Назва файлу з підписом: відзив на Созінову-3.pdf
Розмір файлу з підписом: 828.2 КБ

Перевірені файли:
Назва файлу без підпису: відзив на Созінову-3.pdf
Розмір файлу без підпису: 794.1 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: ДУБРОВНА ОКСАНА ВАСИЛІВНА
П.І.Б.: ДУБРОВНА ОКСАНА ВАСИЛІВНА
Країна: Україна
РНОКПП: 2214004026
Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА
Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 21:22:04 28.08.2026
Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"
Серійний номер: 5E984D526F82F38F040000006134E500D99C3607
Алгоритм підпису: ДСТУ 4145
Тип підпису: Удосконалений
Тип контейнера: Підписаний PDF-файл (PAdES)
Формат підпису: З повними даними для перевірки (PAdES-B-LT)
Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2026.08.19 13:00