

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Фаніна Ярослава Сергійовича на тему
«Селекційно-генетичні аспекти формування та покращення
біохімічних показників якості зерна озимої м'якої пшениці *Triticum*
***aestivum* L.»**, поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за
спеціальністю 201 – Агрономія.

Актуальність теми

Пшениця є однією з найважливіших зернових культур в усьому світі як з точки зору споживчих якостей, так і продукту для переробки. Вона являється основним джерелом вуглеводів, білка та інших поживних речовин у раціоні людини. Пшениця забезпечує, приблизно, одну п'яту від загального калорійного складу раціону населення світу. Серед сучасних сортів домінують генотипи пшениці м'якої, зерно яких слугує основною сировиною для виготовлення хліба. Пшеничний хліб є продуктом масового споживання і за своїми властивостями має задовольняти зростаючі потреби населення. На основі наукових досліджень та практики сільськогосподарського виробництва встановлено, що урожайність і якість зерна пшениці озимої залежать від комплексної дії екологічних, агротехнічних і, найголовніше, генетичних факторів. У зоні Степу України, яка є найсприятливішою для вирощування пшениці озимої, важливо знаходити та використовувати такі генетичні джерела, які б забезпечували одержання високих і сталих врожаїв із поліпшеними показниками біохімічної якості зерна (масова частка білка і його фракційний склад, вміст макро- і мікроелементів та ін.) незалежно від погодних умов.

Проблема збільшення валового збору зерна і підвищення його якості завжди була й залишається актуальною і має надзвичайне господарське та наукове значення і залежить від підвищення агротехнічного рівня вирощування продукції та селекційно-генетичного удосконалення сортів. Проте досягнуті результати мали фрагментарний характер, а створені сорти з підвищеним вмістом білка були переважно вузько локалізовані.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і
рекомендацій**

У дисертаційній роботі подано теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження реалізації нової програми селекції, наукової й направленої на вирішення селекційно-генетичними методами надважливої народногосподарської проблеми підвищення рівня білковості зерна пшениці м'якої озимої та інших його біохімічних якостей.

Основною метою досліджень було здійснити на базі нового генетичного матеріалу методологічне обґрунтування та реалізацію цілеспрямованої програми селекції пшениці озимої м'якої на підвищення вмісту білка та поліпшення інших біохімічних показників у зерні.

Достовірність і наукова новизна одержаних результатів

Уперше в Україні встановлено характер прояву високої білковості зерна ліній з геном *GPC-B1* та генами від *Aegilops tauschii* у поєднанні з іншими

господарсько цінними ознаками, в залежності від компонентів схрещувань, генерації добору та рівня азотного мінерального живлення. Розроблено теоретичні основи селекції озимої м'якої пшениці за підвищеним вмістом білка в зерні на генетичній основі гена *GPC-B1* та генів від *A. tauschii*, що є теоретичною базою нової селекційної програми.

Досліджені особливості накопичення та реутилізації азотовмісних речовин в онтогенезі у генетичних джерелах підвищеної білковості з геном *GPC-B1* і генами від *A. tauschii* та вплив на ці процеси генетичних систем короткостебловості (*Rht8c*, *Rht-D1b*, *Rht-B1b*) та пшенично-житніх транслокацій (*AL/RS*, *-BL/RS*).

Удосконалені підходи для створення генотипів озимої м'якої пшениці, що поєднували підвищений вміст білка з іншими господарсько цінними ознаками. Відпрацьовано прийоми створення оригінального високобілкового вихідного матеріалу із залученням гена *GPC-B1* та генів від *A. tauschii*.

Набули подальшого розвитку:

– експериментальні положення щодо ролі гена *GPC-B1* та генів високої білковості від *A. tauschii* у формуванні біохімічних показників, насамперед вмісту білка в зерні, його фракційного складу, хлібопекарських властивостей;

– дослідження стану сучасної селекції озимої м'якої пшениці в Україні за біохімічними показниками якості зерна та елементами продуктивності за аналізу найбільш поширених сортів вітчизняної та зарубіжної селекції.

Практичне значення одержаних результатів

На основі досліджень виявлені особливості накопичення та реутилізації азотовмісних сполук і формування якості зерна у ліній-носіїв гена *GPC-B1*. Одержані результати можуть слугувати як надійною маркерною ознакою фенотипової ідентифікації зазначеного гена.

Відібрано 27 селекційних ліній, зерно яких характеризується підвищеною білковістю (перевищення батьківських компонентів за цим показником на 1,5–2,0 %) та відмінними хлібопекарськими властивостями. Лінії створені на базі схрещувань носіїв гена *GPC-B1* з місцевими сортами які мають високі хлібопекарські властивості. Ці оригінальні лінії рекомендується залучати у селекційний процес та для поліпшення біохімічних показників якості зерна. Вони відповідають вимогам однорідності та стабільності за всіма селекційними ознаками.

У результаті молекулярно-генетичного аналізу дослідних ліній отримано шість ліній з геном *GPC-B1*, які за вмістом білка стабільно переважали сорт-стандарт. Вони включені в програму подальшого вивчення, як майбутні кандидати в сорти.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом самостійної науково-дослідницької праці здобувача. Самостійно розроблено робочу програму, виконано польові та лабораторні дослідження, здійснено літературний пошук і аналіз експериментального матеріалу. Автором проведено наукове обґрунтування та узагальнення одержаних даних, сформульовано основні положення дисертаційної роботи, зроблено висновки, підготовлено і опубліковано за результатами досліджень наукові праці, звіти,

розроблено рекомендації виробництву, виконано виробничу перевірку та забезпечено впровадження наукових розробок. Усі отримані результати проаналізовані й узагальнені дисертантом самостійно. Публікації виконано в співавторстві з науковими співробітниками, із часткою авторства здобувача 10–80 %.

Зміст і завершеність

Дисертація є ваговою завершеною науковою працею, яку написано за матеріалами трьохрічних досліджень. Усі її наукові положення викладено в 14 наукових працях, у тому числі: у фахових виданнях України – 4, в іноземних виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних – 1, матеріалах конференцій – 9.

Анотація Фаніна Я. С. за своїм змістом повністю відповідає дисертації. Усі основні висновки витікають з проведених досліджень, добре обґрунтовані експериментальними даними і їх математичною обробкою. Вони вміщують основні елементи новизни, а рекомендації для селекції представлені у вигляді нового вихідного матеріалу, який створено дисертантом і впроваджено в селекційні програми наукових установ. Дисертація написана літературною мовою з використанням великого арсеналу наукової термінології. Текст ілюстрований рисунками у вигляді графіків, що полегшує сприйняття змісту. Робота містить необхідні рубрики.

Зміст дисертації. Дисертаційна робота викладена на 224 сторінках комп'ютерного тексту, включає анотації, вступ, п'ять розділів, які містять 50 таблиць (16 – у дисертації, 34 – додатках) і 26 рисунків (21 – дисертації, 3 – додатках), висновки, рекомендації для селекції та виробництва, список використаних джерел, додатки. Список використаних посилань налічує 185 джерел, з яких 112 латиницею.

Дисертант досконало вивчив стан проблеми, за якою виконував роботу, і змістовно, науково обґрунтовано висвітлив її у *першому розділі* «СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ СЕЛЕКЦІЇ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ НА ПІДВИЩЕННЯ ВМІСТУ БІЛКА ТА ПОКРАЩЕННЯ ІНШИХ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ». Це дало можливість здобувачу обґрунтувати напрям експериментальних досліджень, передбачити їх мету, й основні завдання. Та виникла необхідність більш глибокого дослідження нового генетичного матеріалу та здійснити теоретично обґрунтовану цільову програму селекції пшениці м'якої озимої на поліпшення біохімічних показників якості зерна.

У *другому розділі* «МАТЕРІАЛИ, УМОВИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ» об'єктом досліджень були селекційні лінії і сорти (88 сортів найбільш поширених і перспективних сортів із СГІ-НЦНС, шести установ України і шести іноземних компаній), що частково використано у схрещуваннях та нові інтрогресивні лінії (створені методом віддаленої гібридизації у відділі загальної та молекулярної генетики та у відділі генетичних основ селекції даної установи). Досліджено ґрунтовий покрив ділянок та погодні умови зони вирощування. Описаний експериментальний матеріал і особливості методики селекційної роботи, методи статистичної обробки одержаних експериментальних результатів.

У *третьому розділі* «СТАН СУЧАСНОЇ СЕЛЕКЦІЇ ЗА ВРОЖАЙНІСТЮ ТА БІОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА У СОРТІВ ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАКОРДОННИХ ОЗИМИХ М'ЯКИХ ПШЕНИЦЬ» на основі отриманих результатів дослідження автора за елементами структури врожайності та якості зерна у сучасних сортів, які найбільш поширені в Україні, зроблений висновок, що на фоні значних успіхів у селекції на збільшення продуктивності, за біохімічними показниками якості зерна досліджувані сорти в кращому випадку знаходяться на рівні або поступаються сортам ранніх етапів селекції. Найбільш актуальним шляхом розв'язання цієї проблеми є селекційне поліпшення наявного генофонду із залученням нових генетичних джерел.

У *четвертому розділі* «ДОСЛІДЖЕННЯ НОВИХ ГЕНЕТИЧНИХ ДЖЕРЕЛ ВИСОКОЇ БІЛКОВОСТІ ЗЕРНА ВІД *AEGILOPS TAUSCHII* ТА *TRITICUM DICOCOIDES*» виявлено здобувачем, що за врожайністю інтрогресивні лінії з геном GPC-B1 та з генами від *A. tauschii* поступалися на 14,5–18,1 % таким високоінтенсивним сортам, як Куяльник та Щедрість, але вони переважали чи мали однакову врожайність з усіма іншими сортами.

Найвищий показник маси 1000 зерен мали лінії з генами високої білковості від *A. tauschii*. Особливо серед крупнозерних виділено лінії P1L 814/13, H 242-197-2, E 2778/14 й P1L 355PH18.

Найбільш високий вміст білка спостерігали у ліній з геном GPC-B1, високобілкові лінії з геном GPC-B1 і генами від *A. tauschii* мали однаковий вміст білка. У залежності від року і дози добрив вміст білка на рівні сорту Одеська 16 володіли від однієї до дев'яти інтрогресивних ліній з генами від *A. tauschii*, тобто у кращому випадку половина досліджених ліній.

Наявність гена GPC-B1 в інтрогресивних лініях значно збільшував рівень седиментації.

Наявність гена Gpc-B1 від *Triticum turgidum ssp. dicocoides* суттєво підвищувала вміст мікроелементів у досліджених генотипах.

За фракційним складом білка зерна генетичних джерел стверджує автор, мають позитивний вплив як на загальний вміст запасних білків, так і на співвідношення між фракціями білка зерна озимої м'якої пшениці. Поряд встановлена позитивна кореляція між вмістом запасних білків і рівнем седиментації.

Встановлено, що ген GPC-B1 суттєво впливає на процеси як накопичення, так на реутилізації азотовмісних сполук. Також відмічено різницю у зниженні вмісту азоту в листках і стеблах між лінією-носієм даного гена і сортами-носіями таких генетичних систем, як гени короткостебловості, пшенично-житні транслокації, алелі носії високих хлібопекарських показників. Відсоток вторинного використання (реутилізації) азоту у лінії з геном GPC-B1 був вищий, що цілком пояснює природу підвищеного вмісту сирого протеїну в зерні у генотипах із цим геном.

У *п'ятому розділі* «СЕЛЕКЦІЙНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНІВ ВІД *AEGILOPS TAUSCHII* ТА ГЕНА *GPC-B1* В РІЗНИХ ГЕНЕТИЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ» автором досліджено, що у наслідок розробки методичних прийомів введення гена GPC-B1 та іншого інтрогресивного матеріалу в

місцевий генофонд пшениці м'якої озимої встановлені наступні закономірності: виявлена значно вища диференціація за показниками якості зерна у варіанті зі збільшеною дозою добрив, внаслідок чого підвищується ефективність добору; використання розрідженого посіву (ширина міжряддя 30 см) у поєднанні з високим агрофоном азотних мінеральних добрив дає змогу ефективно виявляти генотипи з високим вмістом білка.

Для створення не тільки високобілкового вихідного матеріалу, а також і сортів, необхідно дотримуватися наступного алгоритму дій, це визначення білка з використанням інфрачервоного аналізатора у первинних ланках селекції (F_{3-5}) з подальшою перевіркою методом К'ельдаля та контролювання їх рівня седиментації методом SDS-30 з подальшою перевіркою реологічних властивостей тіста на альвіографі у $F_{5,6}$.

Порівняння всіх напрямів поліпшення біохімічної якості зерна пшениці дало змогу встановити, що найбільшу врожайність мають гібридні комбінації від парних схрещувань із залученням гена GPC-B1. За рівнем білка в зерні найкращі результати спостерігали у гібридних комбінацій від складних схрещувань з *A. tauschii*. За умовним збором білка всі три групи гібридних комбінацій мали однакові результати, що робить ці напрями рівнозначно перспективними для поліпшення біохімічних показників якості зерна.

Оцінюючи позитивно дисертаційну роботу Фаніна Ярослава Сергійовича необхідно, на нашу думку, звернути увагу здобувача на окремі побажання, зауваження та недоліки.

1. Ключові слова до дисертаційної роботи на ст. 6, 7 занадто великі.
2. У розділі 1 потребує пояснення де підрозділ «1.1» та поява розділів «1.2, 1.4» ст. 28, 37, 53.
3. У висновках до розділу 1, які занадто великі, перший абзац (ст. 56) потребує пояснення висловлювання «У деяких областях виведені перспективні лінії з високим вмістом мінеральних речовин і вітамінів, які вже широко використовуються в сільському господарстві. Однак існують також області, де зроблені лише перші кроки у вивченні генів, відповідальних за накопичення цінних сполук».
4. У розділі 2, підрозділ 2.1.1 (ст. 59) «Склад колекції відділу селекції та насінництва пшениці» виникає питання, чому досліджували різну кількість найбільш поширених і перспективних сортів у 2019/20, 2020/21, 2021/22 рр.?
5. У підрозділ 2.1.2 (ст. 61) «Селекційні лінії та сорти, що були використано у схрещування» варто було б подати схему схрещування для кращого сприйняття генотипів у розділі 5 у первинних та вихідних ланках селекції та коротку характеристику нових інтрогресивних ліній, які Ви залучали до гібридизації.
6. У підрозділі 2.3.2 (ст. 69) «Полеві дослідження» потребує пояснення висловлювання «Експериментальна частина роботи виконувалась у 2019–2023 роках на полях СГІ-НЦНС в Одесі. Одеса в Одеській області, на півдні України» та чи була достатня кількість зерна чи «насіння» рослин виділеного при індивідуальному доборі, із гібридних популяцій F_2 , які слугували вихідним матеріалом для закладки ліній F_3 , (без повторень) для наступних етапів

досліджень – попереднє сортовипробування, конкурсне випробування у 3-кратній повторності.

Заклучний абзац підрозділу та розділу 2 (ст. 71) потребує пояснення висловлювання «Дисертація написана та оформлена згідно вимог ДАК України» [121, 122], варто – «Дисертація оформлена згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 року № 40 із змінами, внесеними згідно з Наказом МОН № 759 від 31.05.2019». Відсутні висновки до розділу 2.

7. У розділі 3 ст. 72, 73 є недоречним використання у кожному абзаці слова «був, була, були...». У підрозділі 3.1 «У процесі реформування державного сортовипробування і переходу від районування сортів до їхнього реєстрації, кількість сортів у державному реєстрі за останні тридцять років зростає від 60 (1992 р.) до 560 (2022 р.), тобто майже в 10 разів» після тексту і на рисунку 3.1 відсутнє посилання на реєстри.

8. У підрозділі 3.1 «Урожайність зерна вітчизняних і закордонних сортів пшениці озимої залежно від фону живлення» при опису досліджень варто «додаток таблиця А 1.1» розмістити у тексті після її опису для кращого сприйняття результатів. Потребує пояснення ст. 75 «Суттєвим зростанням врожайності було сучасних короткостеблових сортів різного походження» це висновки де дослідження? та «За результатами оцінки врожайності сорти сучасної селекції поділили на групи за географічним походженням (рис. 3.1)...», рисунок не відповідає обговоренню.

9. У розділі 4 ст. 98. потребує пояснення «Вони зарекомендували себе як вдалі «донори» високої білковості, що підтверджує світовий досвід їхнього використання [148, 150, 151]», запитання, а саме ці донори високої білковості в у Вашому досліді були з геном *GPC-B1* від *Triticum dicoccoides* та лінії з генами від *Aegilops tauschii*, які були поділені на дві генетичні групи: лінії з геном *GPC-B1*; лінії з генами від *Aegilops tauschi*?

10. У загальних висновках 2, 3 варто було б конкретизувати які сорти Ви досліджували, а саме потребує пояснення «сучасних сортів в порівнянні з сортами ранніх етапів селекції», «у сортів іноземної селекції: у двох варіантах внесення добрив різниця склала – 14,8 %», «сорти сучасної селекції в середньому по групах поступалися сортам ранніх етапів селекції», «Виключенням був рівень седиментації сортів Української селекції у варіанті внесення добрив N 60».

11. Список використаних джерел варто було б подати згідно з вимогами Наказу МОН України від 12.01.2017 року № 40.

Місцями в тексті дисертант допускає пунктуаційні, орфографічні, стилістичні помилки та технічного характеру.

Проте, вказані зауваження жодним чином не знижують загальної позитивної оцінки поданої роботи.

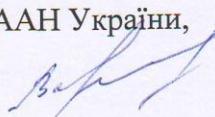
Висновок про відповідність дисертації вимогам, які пред'являються до наукового ступеня доктора філософії. Дисертаційна робота Фаніна Ярослава Сергійовича на тему «Селекційно-генетичні аспекти формування та покращення біохімічних показників якості зерна озимої м'якої пшениці

Triticum aestivum L.», є завершеним науковим дослідженням та виконана на належному науково-методичному рівні.

Дисертаційна робота за своєю актуальністю, науковою новизною, практичним значенням отриманих результатів, обґрунтованістю основних положень та висновків повністю відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», вимогам освітньо-наукової програми, яку успішно завершив здобувач, 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 р., а її автор Фанін Ярослав Сергійович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія в галузі знань 20 – Аграрні науки та продовольство.

Офіційний опонент:

виконуюча обов'язки заступниці
директора з наукової роботи Миронівського
інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України,
доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник



Віра КИРИЛЕНКО

Підпис в.о. заступниці

директора з наукової роботи Миронівського
інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України,
доктора с.-г. наук, старшого наукового співробітника
Віри КИРИЛЕНКО засвідчую:
вчений секретар інституту,
кандидат с.-г. наук



Ірина ФЕДОРЕНКО