

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію **Фаніна Ярослава Сергійовича**

«Селекційно-генетичні аспекти формування та покращення біохімічних показників якості зерна озимої м'якої пшениці *Triticum aestivum* L.»,

подану на здобуття доктора філософії в галузі знань

20 Аграрні науки та продовольство, спеціальності 201 Агрономія

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Однією із проблем сьогодення України є питання поліпшення якості зерна пшениці. На жаль, українська пшениця у загальній масі не завжди задовольняє внутрішній і зовнішній ринок рівнем якості зерна. Переважна частка пшениці, що вирощується в Україні, відноситься до фуражного класу і тільки 40-50% – до продовольчої пшениці. Тривале використання в селекції пшениці одноманітного генетичного матеріалу, призводить лише до збільшення продуктивності сортів, а це, в свою чергу, зменшує різноманіття генофонду та збільшує спорідненість, при цьому товарна якість зерна погіршується.

У зв'язку з цим робота над створенням нових селекційних ліній, що схрещені з віддаленими родичами пшениці, надасть можливість отримати більш якісне і збалансоване зерно, що хоча б частково вирішить проблему «прихованого голоду» для українців.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації.** Результати досліджень, висновки і пропозиції виробництву обґрунтовані даними, що отримані на основі власних польових дослідів, а також проведених лабораторних аналізів та статистичних розрахунків. Результати проведених досліджень опрацьовані з використанням наукових методів та методик, перелік яких частково зазначений в дисертації. Математичний аналіз даних і статистика виконані з дотриманням методів наукової агрономії.

**Практична цінність роботи.** На основі результатів польових і лабораторних досліджень встановлено характер прояву підвищеного вмісту білка зерна у ліній з геном *GPC-B1* та генами від *Aegilops tauschii* у поєднанні з іншими господарсько цінними ознаками. На основі цих досліджень виявлено особливості накопичення та реутилізації азотовмісних сполук і формування якості зерна у ліній-носіїв гена *GPC-B1*. Проведено добір селекційних ліній, зерно яких характеризується підвищеним вмістом білка та відмінними хлібопекарськими властивостями.

**Публікації результатів дослідження.** Результати досліджень опубліковано у 14 наукових працях, в тому числі: у фахових виданнях України – 4, в іноземних виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних – 1, матеріалах конференцій – 9.

Результати досліджень доповідались і обговорювались на засіданнях вченої ради Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортотивчення. Основні з них опубліковані в матеріалах науково-практичних конференцій:

- міжнародних: «Сучасні проблеми генетики, біотехнології і біохімії сільськогосподарських рослин: (Одеса, Україна, 21.10.2020); «Plants stress and adaptation» (Kharkiv, Ukraine 25–26.02.2021); «Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети» (Одеса, Україна, 05.05.2021); 2nd International Wheat Congress (Beijing, China. 11–15.09.2022); Publishing House “Baltija Publishing”. 2022, «Cereal Breeding – Challenges and Opportunities for Global Improvement», Eucarpia Cereals Section (Szeged, Hungary, 15–20.05.2023).

- всеукраїнських: «Селекція агрокультур в умовах зміни клімату: напрями і пріоритети» (Одеса, 30.09.2022); «Селекція, генетика та біотехнологія сільськогосподарських рослин: досягнення, інновації та перспективи» (Одеса, 26.10.2022); «Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети» (Одеса, 24.03.2023).

**Обсяг і структура дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 227 сторінках комп'ютерного тексту, включає анотації, вступ, п'ять розділів, які містять 50 таблиць (16 – в дисертації, 34 – в додатках) і 26 рисунків (21 – в дисертації, 3 – в додатках), висновки, рекомендації для селекції та виробництва, список використаної літератури, додатки. Список використаних літературних джерел налічує 186 публікацій, з яких 112 латиницею.

У **вступі** подано обґрунтування вибору теми дослідження, відмічено зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами; визначено мету, об'єкт, завдання, предмет і методи дослідження; висвітлено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, зазначено кількість публікацій, у яких викладені основні положення дисертаційної роботи.

У **першому розділі** дисертації «Сучасний стан та проблеми селекції озимої м'якої пшениці на підвищення вмісту білка та покращення інших біохімічних показників» проведено ретельний аналіз світового досвіду та наукових поглядів біохімічних показників якості різних напрямів використання – хлібопекарський, кондитерський, для виробництва круп. Проведено огляд літератури щодо сучасних методів селекції на підвищення біохімічних показників якості зерна пшениці: методи і досягнення індукованого мутагенезу; метод трансформації генетичного матеріалу; методи та досягнення класичної селекції на поліпшення біохімічної якості зерна; фізіолого-генетичні аспекти накопичення та реутилізація азоту у пшениці.

У **розділі 2 «Умови та методика досліджень»** проведено аналіз ґрунтово-кліматичних умов місця проведення досліджень, описані основні методики, які використовувались при проведенні польових і лабораторних досліджень. Проведено опис селекційних ліній та сортів, що були використані у схрещуваннях.

У **розділі 3 «Стан сучасної селекції за врожайністю та біохімічними показниками якості зерна у сортів вітчизняної і закордонних озимих пшениць»** автор узагальнює отримані результати досліджень за елементами структури врожайності та якості зерна у сучасних найбільш поширених сортів і робить висновок, що на фоні успіхів у селекції на збільшення продуктивності, за біохімічними показниками якості зерна вони поступають сортам ранніх етапів селекції. Зокрема, за ключовим показником якості – вмістом білка, сорти сучасної селекції значно поступають (10,4-14,8% відносних величин) їх

попередникам. Дисертант відмічає, що у селекцію на поліпшення біохімічної якості зерна необхідно залучати сорти саме СГІ–НЦНС, які найбільш вигідно поєднують у собі як елементи продуктивності, так й біохімічні показники якості зерна.

У розділі 4 «Дослідження нових генетичних джерел з підвищеним вмістом білка зерна від *Aegilops tauschii* та *Triticum dicoccoides*» автором встановлено, що інтрогресивні лінії з геном *GPC-B1* та з генами від *A. tauschii* дещо поступались за врожайністю лише високоінтенсивним сортам Куяльник та Щедристь. Проте, відмічено лінії, які стабільно по роках і варіантах внесення добрив мали результати врожайності на рівні чи навіть вищі, ніж найбільш продуктивні сорти-стандарт. Це – лінії AIL96ф/18, E 1089-19, NIL4, Er 9155 та Er 9200. Наявність гена *GPC-B1* в інтрогресивних лініях достовірно збільшувала рівень седиментації, вміст білка та таких мікроелементів ЯКИХ?. Це – лінії AIL379/18, PIL814/13, PIL690/18, NIL2, Er 1598/12 та E 1089-19. Лінії-осії гена *GPC-B1* в досліді показали достовірну різницю в накопиченні та реутилізації азотовмісних сполук у порівнянні з сестринською лінією без гена *GPC-B1*.

У розділі 5 «Селекційні аспекти використання генів від *Aegilops tauschii* та гена *GPC-B1* в різних генетичних середовищах» автором виявлена висока диференціація за основними показниками якості зерна у варіанті зі збільшеною дозою азотних добрив, що значно підвищує ефективність добору високоякісних форм. Відмічено, що використання розрідженого посіву в поєднанні з високим агрофоном, дає змогу краще виявляти генотипи з високим вмістом білка. Дисертант приходить до висновку, що система методів для створення високоякісного селекційного матеріалу має включати наступні етапи: F3-5 – визначення вмісту білка з використанням інфрачервоного аналізатора на первинних ланках селекції з подальшою перевіркою методом К'ельдаля; визначення показників седиментації методом SDS-30 на первинних ланках селекції (F3-5) з подальшою перевіркою реологічних властивостей тіста на альвеографі Шопена (F5-6).

Результатом добору і аналізу рекомбінантних ліній стало отримання 27 ліній з підвищеним вмістом білка. Даний селекційний матеріал стабільно по роках перевищував за цим показником сорт-стандарт і кращий батьківський компонент.

Дисертаційна робота завершується логічними, обґрунтованими висновками, які відповідають меті та завданням досліджень.

Список використаних джерел свідчить про те, що під час роботи був зроблений аналіз сучасних результатів наукових досліджень.

Водночас до дисертаційної роботи Фаніна Ярослава Сергійовича є наступні зауваження та побажання:

1. Текст дисертаційної роботи потребує значних редакційних правок, багато орфографічних помилок, невдалих виразів, описок. Наприклад, донарів (стор 22), інтегресивного (стор 23), бути слугувати (стор 25), еластичність (стор 32) і ін.

2. Дисертант вживає такий термін як «білковість» зерна, загальноприйнятий термін – «вміст білка» в зерні.

3. Автор разом із компонентами врожаю «вміст білка в зерні» називає «ознакою». Краще сказати: «показник якості зерна – вміст білка».

4. Здобувач відмічає, що існує велике різноманіття текстури зерна, яке буває біле, червоне, коричневе, а також з м'яким і твердим ендоспермом. Як на мене, то текстура – це консистенція ендосперму “hard” – “soft”, але не забарвлення зерна.

5. Автор наголошує, що вміст білка в США перераховують на 14%, а в Європейських країнах на 12%. Існує міжнародна універсальна термінологія – вміст білка на суху речовину і її використовують майже у всіх європейських селекційних центрах.

6. Дисертант наголошує, що «ІЧ-аналізатори технологічно складні прилади, дозволяють вимірювати одночасно кілька показників: вміст білка, вологи, жиру, крохмалю. Такі експрес-аналізатори зручні при використанні та покривають декілька потреб у процесі обробки зерна». При цьому посилається на джерело літератури №13, це стандарт ДСТУ 3768, де немає такого детального опису експрес приладів.

7. Автором детально описано історію класифікації білків зерна пшениці за американським біохіміком Осборном, а посилання на статтю Кирпи, М. Я. «Якість зерна пшениці і її основні чинники», де мова йде про фракційний склад зерна на основі ситового аналізу.

8. Досить детально описано всі седиментаційні методи визначення якості пшениці, а посилається при цьому на № 25 у списку літератури – патент, де не може бути така об'ємна інформація.

9. У тексті наводиться термін «невисокий вміст білка 8-10% та показника «сили» борошна W», а пояснення по класифікації пшениці за показником W відсутні.

10. На сторінці 35-36 (пункт 1.1.3) цілий абзац присвячений роботі по перенесенню алеля *Ha* від *A. tauschii* в культурну пшеницю, посилання на джерело літератури відсутнє.

11. Назва пункту 1.1.4 « Особливості біохімічного складу зерна круп'яної пшениці і цільнозернової продукції». Круп'яну пшеницю краще замінити на пшениця для виробництва крупи.

12. У підрозділі 1.2 сказано, що одним з перших молекулярно-генетичних маркерів локусу кількісних ознак вмісту білка в зерні м'якої пшениці є мікросателітний маркер *wmc 41*, розміщений на хромосомі 2D м'якої пшениці. На цій хромосомі розміщені наступні маркери 455, 102, 1264, 301.

13. У пункті 1.3.1 описуються методи експериментального мутагенезу і генетичної трансформації. Автори статті вважають, що трансформація пшениці ДНК сої через посередника з використанням низько-енергетичних іонів є ефективним методом індукції змінених форм із підвищеним вмістом білка. Дисертант посилається на джерело № 53 (Ушкаренко В. А. Дисперсионный анализ данных полевого опыта / В. А. Ушкаренко. Херсон, 1978. 43 с.).

14. В описі сортів озимої м'якої пшениці, що були використані як батьківські форми у схрещуваннях, не зрозуміла їх класифікація за якістю: Куяльник – суперсильний, Нива – надсильна, Мелодія – сильна, Наснага – короткостебельна, Оранта – універсальна, Ветеран – інтенсивний! Все змішалось! Десь є показник “W”, десь відсутній. Якщо і вказувати значення «сили» борошна для всіх сортів, то обов'язково це треба робити при однаковому (або хоча б в невеликому інтервалі) вмісту білка.

15. В описі методики визначення якісних показників пшениці методом інфрачервоної спектроскопії відмічено, що «наважку зерна масою 50 г розмелювали на лабораторному млині Perten LM 3100 (Швеція). Твердість і вміст білка в пшеничному борошні визначали на приладі Perten Informatic 8600 (Швеція). Після розмелу на Пертені отримують шрот, а не борошно. Якщо аналізували борошно – як його отримували?»

16. Відсутні висновки до розділу 2.

17. Автор вживає термін «лежкість сортів», краще сказати «стійкість до вилягання».

18. Терміни «ступінь седиментації» краще замінити «об'єм» або «величина показника седиментації»; а «вихід хліба» – на «об'єм хліба із 100 г борошна» (см<sup>3</sup>).

19. Дисертант наголошує, що «Вміст білка і ступінь седиментації (швидкий метод визначення хлібопекарських властивостей) були і залишаються найважливішими характеристиками, що обмежують виробництво високоякісного зерна». Як показники седиментації можуть обмежувати виробництво зерна високої якості?

20. Вказано, що у світі давно відомі зразки м'якої озимої пшениці з високим вмістом білка (2-3%)!!!

21. У розділі 4 (стор. 105) зазначається, що сестринські лінії з геном та без гена *GPC-B1* в оптимальній за погодними умовами 2021 рік не мали значної різниці за врожайністю. Розрахунок НСР відсутній.

22. Автор на сторінці 106 використовує скорочення «МТМ» без будь-якого пояснення як на початку роботи в переліку умовних скорочень, так і в самому тексті.

23. На сторінці 108 автор робить висновок: «з описаних вище результатів можна зробити висновок, що найбільшу серед досліджених ліній МТЗ мали лінії з генами високої білковості від *A. tauschii*». Термін «*гени високої білковості*», на мою думку, *занадто спрощений*. На цій же сторінці автор відмічає, що показник МТЗ формується не під дією гена *GPC-B1*. *Наявність гену може обумовлювати прояв тієї чи іншої ознаки, а від так, і показника*.

24. Автор часто вживає такий вислів «виповнене за виповненістю та натурою зерно» (стор. 115). Краще просто сказати «виповнене зерно».

25. Відсутні пояснення та приклади розрахунку відносного вмісту білка (стор. 115).

26. Підрозділ 4.2. Автор у тексті приводить результати по вмісту білка в залежності від дози добрив та року досліджень і робить посилання на додаток – таблиця Б.3. Тут же в тексті описується НСР по різних факторах, а розрахунок чи посилання на відповідний додаток відсутні.

27. У підрозділі 4.2 відсутні пояснення в тексті наступних термінів (словосполучень): «відносний вміст білка 1000 зерен»; «показники маси білка в 1000 зернах»; «реальний вміст білка».

28. Підрозділ 4.3. Відсутні посилання на таблицю з результатами НСР показників седиментації.

29. Автор відмічає важливість для хлібопекарських властивостей співвідношення окремих білкових фракцій, зокрема клейковинних білків (гліадинів і глютенінів). Описує їх вплив на такі показники як еластичність,

пружність та ін. При цьому посиляється на джерело інформації 155, де мова йде про вплив температури, часу обробки ультразвуком і налаштувань потужності на розподіл за розміром і екстракцію загальних білків пшеничного борошна. По-перше, вказані сторінки 20-25 не відповідають дійсності (в оригіналі журнал «*Cereal Chemistry*», том 77, випуск 5 має сторінки 525-695, а згадана стаття розміщена на сторінках 685-691). По-друге, у вище згаданій статті не має інформації щодо унікальності білкового профілю за молекулярною масою для ідентифікації сорту.

30. Дисертант на сторінці 121 (підрозділ 4.3), посиляючись на джерело 158, стверджує, що «Схрещування з високоврожайними сортами пшениці може підвищити вміст білка в отриманих лініях до 21,8-22,5 %». Уважно перечитав дану публікацію групи авторів (С. Ю. Похилько, В. В. Швартау, В. М. Починок, Л. М. Михальська, О. М. Дуган, Б. В. Моргун), не зрозуміло, звідки такі цифри – 21,8-22,5, коли максимальний вміст білка у дослідженнях даних авторів становить 16,9 % у лінії донору гена GPC B-1Glupro!

31. Літературні джерела 159 і 160 різних авторів за даними дисертанта опубліковані в одному й тому ж журналі, в одному й тому ж році, і на тих же самих сторінках (Зб. наук. праць СГІ–НЦ НС. 2003. №. 4 (44). С. 27–41)!

32. Підрозділ 4.3 присвячений результатам визначення фракційного складу, а посилання на методику визначення фракційного складу білків №111 не відповідає дійсності.

33. Основний акцент за результатами фракційного складу білків автор приділив вмісту і співвідношенню клейковинних білків (гліадини/глютеніни). Чому відсутні висновки щодо значення цієї величини на різних фонах азотного живлення?

34. Переважна більшість ключових таблиць автор переніс в додатки в кінці роботи. А статистична обробка даних цих таблиць знаходиться в інших таблицях. Це дуже незручно для сприйняття прочитаної інформації.

35. В табличних додатках А 7.1, А 7.2, А 7.3, А 7.4, А 7.5, А 7.6, Ф 7.7 відсутні зноски до відмічених зірочками значень.

36. Автор повідомляє, що результати досліджень по розділу 5 висвітлені у наукових працях, в т.ч. в публікації «Ідентифікація сортів та селекційних ліній пшениці за геном високої білковості Gpc-B1 з використанням молекулярно-генетичних маркерів». В тексті дисертації відсутня дана інформація. Було б непогано показати електрофореграму з результатами, скажімо, мультikomплексної ПЛР на наявність гена Gpc-B1, або ж ПЛР з кодомінантною системою для визначення алельного стану гену.

Слід відмітити, що всі зауваження не є принциповими і не зменшують позитивної оцінки роботи, її наукової цінності, актуальності і практичного значення.

**Висновок.** Дисертаційна робота Фаніна Ярослава Сергійовича «Селекційно-генетичні аспекти формування та покращення біохімічних показників якості зерна озимої м'якої пшениці *Triticum aestivum* L.» є завершеною науковою працею, виконаною самостійно.

За змістом і оформленням робота відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до

оформлення дисертації» і може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді, а її автор Фанін Ярослав Сергійович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агроніомія, галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство.

Рецензент

Кандидат сільськогосподарських наук,  
провідний науковий співробітник  
відділу генетичних основ селекції  
Селекційно-генетичного інституту –  
Національного центру насіннезнавства  
та сортовивчення



Михайло ЧЕРВОНІС

Підпис Михайла ЧЕРВОНІСА засвідчую.

Вчений секретар Селекційно-генетичного  
інституту – Національного центру  
насіннезнавства та сортовивчення



Зоя ЩЕРБИНА