

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Лещенко Івана Анатолійовича

«Розроблення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці полби», подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія (20 Аграрні науки та продовольство)

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Нинішні вимоги споживачів зумовлюють необхідність збільшення різноманіття вирощуваних зернових, перехід до органічного землеробства й удосконалення режимів перероблення сільськогосподарської сировини. Для вирощування за органічної моделі землеробства і системи нульового обробітку ґрунту впроваджується пшениця полба. Пшениця полба займає все більшу нішу серед інших видів пшениць, оскільки поряд з високим вмістом білка має значну кількість резистентного крохмалю, клітковини, каротиноїдів, антиоксидантів і характеризується меншою калорійністю. Хліб, макаронні вироби та крупи з пшениці полби є ідеальними харчовими продуктами для здорового харчування. Внаслідок повільнішого засвоєння крохмалю, зерно цього виду пшениці має низьке значення глікемічного індексу, що робить її придатною для спеціальних дієт, наприклад діабеті. Зерно пшениці полби містить менше алергенних речовин, ніж у пшениці м'якої та спельти, що надає їй статус продовольчої культури для здорового харчування.

На вихід круп'яних продуктів значно впливають технологічні властивості зерна й анатомічна будова зернівки. Проте, формування врожаю та якість зерна залежать від особливостей сорту, елементів агротехнології та ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування. Складові технології виробництва – лущення, зволоження і пропарювання зерна істотно визначають вихід, органолептичні та кулінарні властивості круп'яних продуктів.

Сутність проблеми полягає в тому, що в науковій літературі недостатньо даних, щодо передумов і раціональних режимів первинної підготовки зерна пшениці полби для виготовлення круп'яних продуктів. Не проведено дослідження впливу біохімічного складу зерна пшениці полби, технологічних властивостей на вибір режимів водотеплового оброблення зерна, індексу лущення й оброблення електромагнітним полем надвисокої частоти, а також їхнього впливу в поєднанні на вихід і якість круп'яних продуктів. Враховуючи особливості анатомічної будови і технологічних властивостей зерна пшениці полби, порівняно з іншими видами пшениці, розробка й оптимізація окремих складових технології підготовки зерна для виробництва круп'яних продуктів є актуальними та практично значущими.

**2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.** Дисертація є результатом виконання наукової роботи автора впродовж 2017–2021 рр. і була складовою частиною тематичного плану

Уманського національного університету садівництва «Розробка технологій зберігання і переробки продуктів рослинництва» (номер державної реєстрації 0116U003208), галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство, спеціальність 201 Агрономія.

### **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність.**

На основі опрацювання джерел літератури і чітко сформульованої мети та завдань досліджень автор розробив теоретичні та методичні підходи до майбутніх експериментів.

Метою досліджень було комплексне оцінювання технологічних властивостей зерна пшениці полби для розроблення технології виробництва круп'яних продуктів, що достатньо для рівня дисертації на здобуття ступеня доктора філософії. Мета і задачі дослідження сформульовані коректно.

Здобувачем виконано достатню кількість експериментів, спостережень, біохімічних аналізів і лабораторних досліджень, обґрунтовано результати, які використано для написання дисертаційної роботи. Висновки і рекомендації виробництву представлені на підставі експериментального матеріалу за дотримання відповідних стандартних і міжнародних методик.

Новизна дисертаційної роботи полягає у комплексному оцінюванні технологічних властивостей зерна пшениці полби для розроблення технології виробництва круп'яних продуктів.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Автором уперше визначено, що за показником індексу розміру часточок (16,5–28,5 %) зерно пшениці полби може змінюватися від м'яко- до твердозерного типу; для зерна пшениці полби доведено кореляційні залежності між масою 1000 зерен та об'ємом і площею зовнішньої поверхні зернівки; між вмістом клейковини, білка та склоподібністю; встановлено, що за геометричною характеристикою зернівки можна проводити очищення пшениці полби на типовому обладнанні; розширені наукові дані про рівномірність розподілення водорозчинних вітамінів групи В у зерні пшениці полби, що проявляється неістотною зміною їх вмісту після процесу лушення (виняток є В<sub>6</sub> і В<sub>9</sub>); для зерна пшениці полби науково обґрунтовано оптимальний індекс лушення – 6–9 %; експериментально доведено, що за вологістю зерна пшениці полби 12–13 % вихід крупи № 1 з нього становить 91–93 %, загальний вихід подрібнених круп – 76 %, а загальна кулінарна оцінка каш відповідно 7–8 балів.

*Науково обґрунтовано та розроблено технології виробництва крупи плющеної з пшениці полби оптимізацією режиму водотеплового оброблення, що передбачає: а) пропарювання зерна впродовж 6 хв та відволожування – 3 хв; або б) оброблення зволоженого зерна на 1–1,5 % електромагнітним полем надвисокої частоти упродовж 80–100 с.*

**Практичне значення дисертаційної роботи.** На основі результатів досліджень розроблено та затверджено технологічні інструкції виробництва крупи № 1 і круп подрібнених № 1, 2 і 3 та крупи плющеної з зерна пшениці полби.

Розроблено технологію «Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці полби після дії НВЧ-випромінювання» (пат. № 136918).

Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку і показали високу економічну ефективність у СТОВ ім. Б. Хмельницького Тростянецького р-н, Вінницької обл., (2021 р.); ПП «НЕО-СОЯ» м. Черкаси, (2021 р.), НВВ Уманського НУС м. Умань (2021 р.). Основні положення дисертаційної роботи використовуються в процесі викладання навчальних дисциплін «Технологія виробництва продукції рослинництва і садівництва», «Сучасні досягнення харчової науки», «Технології зберігання і переробки зерна» та «Технологія круп'яного виробництва» під час підготовки фахівців (довідка № 01-10/191 від 24.02.2021 р.).

**Відповідність дисертації встановленим вимогам.** Дисертаційна робота викладена на 268 сторінках комп'ютерного тексту, з яких основний текст складає 131 сторінок. Робота містить анотацію, вступ, шість розділів, висновки, список використаних джерел (310 найменувань з яких 108 латиницею) та 59 додатків..

Назва роботи відповідає її змісту. За матеріалами дисертації опубліковано 35 наукових праць – 10 статей, з них вісім у фахових виданнях України, одна стаття у виданні, що індексується в наукометричній базі Scopus, одна стаття в іноземному періодичному виданні; один патент України на корисну модель, 24 тез доповідей на конференціях.

Мова дисертації українська літературна. Технічне оформлення дисертації відповідає загальноприйнятим вимогам.

Робота виконана на основі польових і лабораторних досліджень, дані яких опрацьовані з використанням загальноприйнятих методів досліджень у галузі агрономії.

**У вступі** автор дисертації обґрунтовано подає актуальність теми, звертає увагу на зв'язок виконаних досліджень з науковими програмами. В роботі згідно вимог сформульовано мету і завдання досліджень, об'єкт і предмет дослідження, наукову новизну, практичне значення одержаних результатів, особистий внесок та загальні відомості, що стосуються апробації та публікації наукових результатів.

**У першому розділі** «Сучасний стан наукових знань у формуванні якості зерна пшениці полби та розроблення технології виробництва круп'яних продуктів (огляд літератури) зроблено аналіз загальної характеристики пшениці полби, властивості зерна пшениці полби (геометрична характеристика зерна, біохімічний склад зерна та фактори впливу на нього, технологічні властивості зерна), наведено технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці та характеристику основних технологічних операцій під час виробництва круп'яних продуктів.

На підставі опрацьованих літературних джерел автор звертає увагу на режими підготовки і перероблення зерна пшениці полби у круп'яні продукти, що і визначило задачі наших досліджень.

**У другому розділі** «Умови, схема та методика проведення досліджень» наведено характеристику ґрунтово-кліматичних умов проведення

досліджень, методи і методики, за якими проводили дослідження та схеми дослідів. Проаналізувавши цей розділ можна стверджувати, що автор правильно вибрав, освоїв та використав загальноприйняті методики для розв'язання поставлених завдань.

### **У третьому розділі «Оцінювання властивостей зерна пшениці полби»**

Встановлено, що за геометричною характеристикою зерно пшениці полби: довжина – 6,2–7,9 мм, ширина – 2,5–3,1 мм, товщина – 2,5–2,9 мм, об'єм – 22,6–36,9 мм<sup>3</sup>, площа зовнішньої поверхні – 60,9–87,3 мм<sup>2</sup>, питома поверхня – 2,4–2,7 од., об'єм поверхневих шарів – 4,0–5,7 мм<sup>3</sup>, сферичність – 0,6. Для зерна з такими параметрами підбір сит сепараторів і встановлення режимів лушильних машин може бути таким, як і для зерна пшениці м'якої. Геометричні властивості зернівок пшениці полби сорту Голіковська подібні до значень зерна сорту-стандарту пшениці м'якої Акратос (st<sub>2</sub>).

Здобувачем доведено, що залежно від сорту, лінії та погодних умов вирощування, зерно пшениці полби містить: 11,7–17,3 % білка, 25,2–37,7 % клейковини з ІДК 85–107 од. пр. ВДК, 54–52 % крохмалю з числом падання 310–419 с. У складі зерна пшениці полби наявні водорозчинні (групи В –В<sub>1</sub>–В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>) вітаміни, жиророзчинні (К<sub>1</sub>, β-каротин, β-токоферол, γ-токоферол) провітаміни та пігменти (лютеїн+зеаксантин). Зерно пшениці полби масою 100 г забезпечує добову потребу людини у вітамінах В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub> і В<sub>7</sub> на 19–31 %, вітамінами В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub> і К<sub>1</sub> на 3,5–14 % та на 0,09–0,13 % β-каротином. Загальний вміст вітамінів і мінеральних елементів у зерні пшениці полби істотно (в 1,3 рази), більший порівняно з сортами-стандартами.

Автор стверджує, що показники технологічних властивостей зерна пшениці полби, залежно від сорту, лінії та погодних умов вирощування, варіюють у досить широкому діапазоні: маса 1000 зерен – 31,3–53,5 г; натура –756–787 г/л, склоподібність – 21–94 %, вміст золи – 1,81–1,98 %, значення седиментації – 29,4–53,9 см<sup>3</sup>. За індексом розміру часточок (17,1–20,1 %) зерно пшениці полби відноситься до твердозерного з вмістом оболонки – 7,1–8,2 %; зародку – 2,5–3,7 %; ендосперму – 89–90 %.

### **У четвертому розділі «Вихід крупи цілої та подрібненої із зерна пшениці полби»**

Автором доведено, що вихід крупи з пшениці полби № 1 істотно залежить від тривалості лущення, особливостей сорту та режимів ВТО. Найвищий вихід крупи з пшениці полби № 1 (від 97,5 до 99,6 %) відбувається за лущення зерна впродовж 20 с, зменшуючись до 81–86,1 % за лущення впродовж 200 с. Оптимальним режимом оброблення зерна пшениці полби є зволоження (за необхідністю) до вологості 13 % та відволоження впродовж 30 хв., тривалість лущення 100–120 с. За цих режимів вихід крупи № 1, залежно від сорту та консистенції ядра становить 88,7–92,9 %, а загальна кулінарна оцінка відповідає високому рівню (7,4–8,5 балів).

На думку автора найвагомий вплив на органолептичну оцінку крупи з пшениці полби № 1 має тривалість лущення. Найкращі кулінарні властивості крупи забезпечуються лущенням зерна пшениці полби упродовж

140 с і більше. При цьому, каша має сильно виражений запах і смак, світло-кремовий колір і досить ніжну без хрусту консистенцію. Тривалість варіння крупи з пшениці полби № 1, залежно від тривалості лушення та особливостей сорту, становить 20–49 хв.

Вміст окремих вітамінів у крупі з пшениці полби № 1 із зерна сорту Голіковська (2018 р.) істотно (майже на 43 %) змінювався залежно від тривалості лушення. Найбільш істотно зменшувався вміст вітамінів К<sub>1</sub> (4,6–3,8×10<sup>-3</sup> мг/100 г), В<sub>7</sub> (0,11–0,008 мг/100 г), В<sub>6</sub> (0,29–0,37 мг/100), В<sub>9</sub> (0,057–0,068 мг/100 г). Кількісний склад β-каротину, β- і γ-токоферолу пігментів (лютеїн + зеаксантин) і вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub> і В<sub>5</sub> змінювався не істотно.

Здобувач вважає, що вихід крупи подрібненої із пшениці полби № 1, 2 і 3 значно змінюється залежно від індексу лушення та особливостей сорту. За використання зерна лінії пшениці полби LP 1152 загальний вихід подрібнених круп вищий (84–86 %), порівняно із сортом Голіковська (77,5–76,0 %). Каша із крупи подрібненої за використання нелущеного зерна має середню загальну кулінарну оцінку (6–7 балів). За використання лущеного зерна (крупа № 1) кулінарна оцінка зростає до високої і дуже високої (7,2–8,9 бала). Дещо вищою кулінарною якістю характеризуються крупи, одержані із зерна пшениці полби лінії LP 1152.

Здобувачем доведено, що оптимальним режимом виробництва крупи подрібненої із пшениці полби № 1, 2 і 3 є використання крупи № 1 з індексом лушення – 6–9 %, що забезпечить загальний вихід подрібнених круп на рівні 77–85 % (№ 1 – 5–8, № 2 – 41–52, № 3 – 25–31 %) з високою кулінарною оцінкою (6,5–8,6 бала). Тривалість варіння каші з крупи подрібненої найбільше залежить від номеру крупи. Крупу подрібнену № 1 із пшениці полби достатньо варити впродовж 20–26 хв, № 2 – 16–22 і № 3 – 10–12 хв, залежно від коефіцієнта лушення зерна.

**У п'ятому розділі «Вихід і якість круп плющених за різних способів оброблення»** розглянуто вплив тривалості лушення, пропарювання, відволожування та оброблення електромагнітним полем надвисокої частоти на вихід і якість крупи плющеної. У результаті проведених досліджень автором встановлено, що вихід крупи плющеної вищого сорту з пшениці полби за традиційного способу виробництва (пропарювання) більше (в 1,2–1,5 рази) залежить від тривалості лушення зерна, ніж від режимів водотеплового оброблення. Збільшення тривалості пропарювання від 3 до 9 хв. підвищує вихід крупи в 1,1–1,2 рази, а тривалості відволожування з 3 до 9 хв – у 1,1–1,3 рази зменшує її вихід. Особливості сорту мають найменший ступінь впливу на вихід такої крупи.

Здобувач стверджує, що загальна кулінарна оцінка каші із крупи плющеної з пшениці полби вищого сорту змінюється внаслідок зміни показників кольору і консистенції каші під час розжовування. Зазначені показники залежать від тривалості лушення зерна. Тривалість пропарювання та відволожування не впливає на кулінарні властивості каші, проте тривалість пропарювання прямо впливає на тривалість варіння. Оптимальними варіантом виробництва крупи плющеної з пшениці полби є використання лущеного

зерна (крупa № 1 з індексом лущення 6–10 %), пропарювання впродовж 6 хв і відволожування – 3 хв. За цих режимів вихід готового продукту з високими кулінарними властивостями (7,7–8,5 балів) становить 76,3–82,5 %. Тривалість варіння такої крупы – від 10,7 до 17,3 хв.

Встановлено, що лущення зерна під час виготовлення крупы плющеної з пшениці полби значно зменшує вміст вітамінів В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>7</sub>, β-каротину, β-токоферолу і γ-токоферолу та не істотно – В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>9</sub> і К<sub>1</sub>. Збільшення тривалості пропарювання і відволожування під час виготовлення крупы плющених зумовлювало підвищення (в 1,3–1,4 рази) вмісту вітаміну К<sub>1</sub>.

Автором доведено, що за виробництва крупы плющеної з пшениці полби за оброблення ЕМП НВЧ збільшенню виходу крупы вищого сорту сприяє використання нелущеного зерна, зволожування, опромінювання (тривалістю 80–100 с) й використання зерна зі склоподібним ядром. На кулінарну оцінку продукту впливає лущення зерна та особливості сорту. Тривалість оброблення ЕМП НВЧ та зволожування зерна зменшує тривалість варіння каші.

Запропоновано, під час використання зерна пшениці полби сорту Голіковська зі склоподібним ядром необхідне його зволожування на 1,0–1,5 % та оброблення ЕМП НВЧ упродовж 80–100 с. За цих режимів вихід крупы плющеної з пшениці полби вищого сорту – 91,7–92,3 % з нелущеного зерна, та 71,1–80,1 % з крупы № 1. Загальна кулінарна оцінка продукту на високому рівні – відповідно 7,3 і 8,5 балів. Тривалість варіння – 16–18 хв.

Встановлено, що вміст вітамінів у крупі плющеній із зерна пшениці полби вищого сорту змінюється залежно від режимів виробництва. Зволожування нелущеного зерна істотно підвищувало вміст вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub> (на 5–15 %). Лущення зерна й оброблення ЕМП НВЧ зменшувало вміст водорозчинних вітамінів і пігментів (на 1–10 %) в кінцевій продукції.

Дослідником розроблені технологічні схеми виробництва крупы плющеної з пшениці полби за традиційного методу та обробленням ЕМП НВЧ, що забезпечують спрощення схеми виробництва та менші енергосилові витрати.

**У шостому розділі «Економічна ефективність виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці полби»** Проведені економічні розрахунки підтверджують доцільність впровадження розроблених технологій виробництва круп із пшениці полби подрібнених № 1, 2, 3 забезпечує окупність капіталовкладень за два роки зі щорічним прибутком 4,3 млн. грн. і рівнем рентабельності 15 %, а за виробництва крупы плющених – 7 місяців з прибутком 22,7 млн. грн. і рентабельністю 72 %.

**Висновки** мають відповідне наукове і економічне обґрунтування, які спрямовані на вирішення завдання щодо комплексного оцінювання технологічних властивостей зерна пшениці полби для розроблення технології виробництва круп'яних продуктів

У цілому позитивно оцінюючи дисертаційну роботу Лещенко Івана Анатолійовича, повноту методичної основи досліджень, високий рівень

обґрунтування вибору теми дослідження і практичної значимості, вважаю за доцільне вказати на окремі недоліки та висловити побажання:

1. Підрозділ 2.1. називається «Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень», тому таблиця 2.1 потребує уточнення, а саме погодні умови в роки проведення досліджень.

2. Потребує уточнення: у 2017 р пшениця полба сорту Голіковська була вирощена після кукурудзи без внесення добрив, а які умови вирощування лінія LP 1152? Чому далі 2018–2019 рр. не витримано типовість досліду? (стр.58)

3. Потребує пояснення вибір 2-х контрольних варіантів (сорт пшениці м'якої Епоха одеська st<sub>1</sub> та Акратос st<sub>2</sub>). Чи коректно порівняння сорту та лінії пшениці?

4. У програмі досліджень (рис. 2.1) не передбачається вивчення впливу погодних умов вегетаційного періоду пшениці полба та пшениці м'якої на формування властивостей зерна (стр. 63), хоча в методиці детально охарактеризовані погодні умови. Потребує пояснення чому для вироблення крупи з пшениці полба № 1 брали зерно сорту Голіковська (2017 і 2018 рр.) і лінії LP 1152 (стр. 67) а далі крупи з пшениці полби подрібнені №1, 2, 3 отримували із зерна пшениці полби сорту Голіковська врожаю 2018 р. (стр. 68).

5. У дослідах де вивчається тривалість відволожування, пропарювання, лущення доцільно було б прийняти контрольний варіант (рис. 2.2, 2.3, 2.4).

6. Стр. 81, 92, 137 вважаю не коректно проводити кореляційну залежність між показниками за три роки.

7. У підрозділах 3.1, 3.2 дисертант констатує відмінність між геометричними показниками зернівки та відмінність біохімічного складу але не аналізує на їх вплив погодних умов.

8. Табл. 3.7 Об'єм поверхневих шарів зернівок од. виміру мм<sup>2</sup> замість мм<sup>3</sup>

9. Виникає питання чому склоподібність зерна пшениці полба у 2017 р була в 3,3, 3,8 рази нижча ніж у 2018 та 2019 роках, тоді як у контрольних варіантах суттєвої різниці не було, а лінії LP 1152 навіть вища.

10. Потребує доповнення визначення частки впливу погодних умов на вміст білка, маси 1000 зерен, склоподібність зерна, вмісту сирої клейковини (табл. 3.13 – 3.21), як двофакторного досліду.

11. У висновках до 3 розділу автор стверджує що існує рівномірне розподілення мінеральних елементів у зернівці полби (п.4, стр. 104), хоча дослідження не проводилося.

12. Потребує пояснення чому визначали вихід крупи з пшениці полба у 2017 р. з борошнистого ядра, а у 2018 – зі склоподібного (табл. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4). Однорічні дані за 2017, 2018р ставлять під сумнів достовірність отриманих даних (табл. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 5.6, 5.7, 5.85,9).

13. Виникає питання чому вміст водорозчинних вітамінів у крупі не змінювався у процесі лущення (табл. 4.5, 4.6).

14. Потребує пояснення чому вихід крупи плющеної з пшениці полба вищого сорту (88,7–91,7%) незалежно від режимів ВТО отримано з нелущеного зерна, а використання лущеного зерна істотно (в 1,4 р) зменшував вихід цієї крупи (стр. 129).

15. Чому за використання зерна пшениці полби сорту Голіковська вихід крупи плющеної вищого сорту в середньому вище на 2 % ніж з зерна лінії LP1152? (стр.131).

16. Рис. 5.1. Сила впливу досліджуваних чинників на вихід крупи плющеної. Сума впливу факторів, які вивчались повинна складати 1. На рис. автор ілюструє окремо силу одного фактора (сума впливу чотирьох факторів становить 3,18).

**Загальний висновок про роботу.** Оцінюючи дисертаційну роботу Лещенко Івана Анатолійовича «Розроблення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці полби», подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія (20 Аграрні науки та продовольство) є завершеною самостійною науковою дослідною працею, виконану на актуальну тему, проведені дослідження мають теоретичне і практичне значення, як для науки, так і виробництва. Незважаючи на вищезазначені зауваження і недоліки вважаю, що за актуальністю, новизною, обсягом і змістом досліджень відповідає вимогам п.10 «Порядку проведення експерименту з присудженням ступеня доктор філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 6.03.2019 р. № 167), а її автор Лещенко Іван Анатолійович на присудження ступеня доктор філософії в галузі знань 20 «Аграрні науки і продовольство» за спеціальністю 201 «Агрономія».

Офіційний опонент,  
доктор сільськогосподарських наук  
професор кафедри ОТС ім.. Т.П. Євсюкова  
ХНТУГГ ім.. Петра Василенка



Пузік Л.М.

Підпис

*Пузік Л.М.*  
**ЗАСВІДЧУЮ**

Керівник відділу діловодства ХНТУСГ