

Уманський національний університет садівництва  
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**ВОЗІЯН ВАЛЕРІЯ ВАЛЕРІЇВНА**

УДК 664.71–11:633.11

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КРУП'ЯНИХ**  
**ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ**

06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва

20 – аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ В. В. Возіян

Науковий керівник – Осокіна Ніна Максимівна, доктор сільськогосподарських наук, професор

Умань – 2017

## АНОТАЦІЯ

*Возіян В.В.* Розробка технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва. – Уманський національний університет садівництва, Умань, 2017.

У дисертаційній роботі розглянуто місце зерна пшениці спельти у світовому господарстві, його характеристику, хімічний склад та технологічні властивості. Наведено класичні та інноваційні технології перероблення зерна злакових культур на круп'яні продукти.

Для проведення досліджень взято зерно пшениці спельти озимої сортів – Європа, NSS 6/01, Schwabenkorn, Австралійська 1, Frankenkorn та ліній LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124, LPP 3435, LPP 1224, LPP 3117, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*. Контроль – районований сорт пшениці спельти Зоря України (st).

Встановлено, що за геометричною характеристикою зерно пшениці спельти завдовжки – 6,7–8,3 мм, завширшки – 2,2–2,6 мм, завтовшки – 2,6–3,0 мм, об'ємом – 21,7–32,4 мм<sup>3</sup>, площею зовнішньої поверхні – 68,8–91,5 мм<sup>2</sup>, питомою поверхнею – 2,6–3,2 од., об'ємом поверхневих шарів – 4,5–5,4 мм<sup>3</sup> зі сферичністю – 0,38–0,50. Встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок ( $r = 0,70 \pm 0,02$ ) між площею зовнішньої поверхні та об'ємом зернівки. Підбір сит сепараторів, встановлення режимів луцильних машин може бути аналогічним зерну пшениці м'якої.

У зерні пшениці спельти вміст білка 12,3–21,3 %. Його кількість у сортів (15,1–21,3 %) в 1,3 раза вища, ніж у ліній (12,3–16,3 %). Найвищий показник у зерні сорту Зоря України (st), вдвічі нижчий – у лінії LPP 3117.

Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти від 111,8 г/кг у сорту Європа до 183,6 г/кг у сорту Зоря України. В зернівках переважає глютамінова кислота (32,5–47,8 г/кг), пролін (8,6–18,3) та лейцин (7,4–13,1 г/кг).

Найбільший вміст незамінних амінокислот має зерно сорту Зоря України – 55,5 г/кг, в зерні сортів NSS 6/01, Schwabenkorn, Австралійська 1 – показник нижчий на 8–14 %. Зерно ліній з істотно нижчим вмістом (38,1–43,8 г/кг) незамінних амінокислот порівняно зі стандартом.

Найвищий вміст клейковини (40,1–44,9 %) у зерні пшениці спельти сортів Schwabenkorn, Європа, NSS 6/01, Зоря України. Зерно жодного сорту та лінії за її вмістом не перевищує стандарт. В зерні сортів пшениці спельти вміст клейковини в 1,2 раза більший порівняно із зерном ліній.

Якість клейковини у зерні – від 93 до 112 од. п. ВДК. У сортів цей показник відповідає III групі якості (незадовільно слабка), окрім сорту Європа – II група (задовільно слабка). Зерно ліній LPP 3435, LPP 3218 і LPP 3117 із задовільно слабкою якістю клейковини (II група), в решти ліній – III група.

За вмістом крохмалю (56,9–62,7 %) зерно всіх сортів та ліній пшениці спельти, крім NSS 6/01, перевищує стандарт на 2–9 %. Проте зерно ліній має вищий його вміст (60,2–62,7 %) порівняно з сортами пшениці спельти на 5,0 %.

Вміст жиру в зерні спельти варіює від 1,7 до 2,1 %, а клітковини – стабільно однаковий – 2,1–2,3 %.

Найбільша маса 1000 зерен у сорту Європа (52,3 г), що перевищує стандарт на 3 %, найменша – у зерна сорту Австралійська 1 (34,6 г) – 68 % від стандарту. У зерна ліній цей показник також нестабільний – різниця в 6,5 г. Проте значення показника в зерні ліній LPP 1305, LPP 3435, LPP 1224 – високе (48,7 – 51,9 г).

Натура зерна сортів пшениці спельти істотно не відрізняється (654–716 г/л) і порівняно низька – за винятком сорту Європа (760 г/л). Зерно ліній має на 6 % вищу натуру, показник переважно високий.

Склоподібну консистенцію ендосперму має зерно сортів Schwabenkorn, NSS 6/01, Австралійська 1, Європа та Зоря України, напівсклоподібну – Franckenkorn та лінії LPP 3124, LPP 1224, LPP 3435, LPP 3132, LPP 1305, LPP 3218, напівборошнисту – LPP 3117.

Встановлено, що за індексом розміру часточок зерна (27–40 %) консистенція ендосперму пшениці спельти м'якозерна.

Анатомічна будова зернівок істотно залежить від особливостей сорту та лінії. Частка зародку в зерні (0,9–2,8 %) найбільша в сортів Зоря України (st) – 2,8 % і Європа, Franckenkorn – 1,9 та ліній LPP 3117 – 2,0, LPP 3124 – 1,8 %. Зерно майже всіх сортів і ліній з високим вмістом оболонки (11,6–16,2 %), окрім сортів Австралійська 1 (10,5 %), Зоря України (st) (10,6 %) та лінії LPP 3117 (10,8 %). Одночасно зерно останніх має найвищий вміст ендосперму (86,5–88,4 %). Цей показник нижчий у зерна ліній LPP 1224 (83,1 %) LPP 3132 (82,7 %) та сорту NSS 6/01 (82,9 %). Між вмістом оболонки і ендоспермом встановлено сильний обернений кореляційний зв'язок ( $r = -0,97 \pm 0,01$ ), а між вмістом оболонки і зародку – середній ( $r = -0,65 \pm 0,03$ ).

Зерно кожного сорту та лінії пшениці спельти істотно відрізняється за вмістом золи (1,44–1,76 %).

За показником числа падання зерно всіх сортів та ліній мало відмінний результат – 347–383 с, причому різниця між зразками переважно не істотна.

Погодні умови істотно впливали на якість зерна. В період вегетації за умов високої температури, недостатньої вологості в зерні пшениці спельти збільшувались маса 1000 зерен, натура, вміст білка, клейковини, золи, підвищувала склоподібність.

Вихід крупи з пшениці спельти № 1 істотно залежить від тривалості луцення зерна та не істотно – від його вологості. За вологості зерна 12 %, збільшення тривалості луцення з 20 до 180 с зумовлює зменшення виходу крупи з 92,4 до 76,1 % унаслідок видалення оболонки з поверхні зернівки та більшого стирання ендосперму. З підвищенням вологості зерна до 13 %, вихід крупи збільшується за тієї ж тривалості луцення лише на 0,7–1,5 %, а за 14 % – на 1,7–3 %. Однак це збільшення було не істотним завдяки структурно-механічних властивостей зернівки – вищій міцності та в'язкості, що підвищує стійкість ендосперму до механічної обробки.

Вихід крупи з пшениці спельти при зволоженні зерна до 15 і 16 % істотно залежить від тривалості луцення та не істотно від вологості й тривалості відволоження. За вологості зерна 15 % і тривалості відволоження 30 хв, вихід

крупки зменшується з 97,1 % до 84,4 % за лушення впродовж 20–180 с; за 60 і 90 хв – збільшення виходу крупки не істотне. За відволожування зерна впродовж 120 хв – вихід крупки поступово зменшується. Подібну тенденцію встановлено для зерна пшениці спельти вологістю 16 %.

Досліджено поліноміальні криві залежностей виходу крупки з пшениці спельти № 1 та консистенції каші під час розжовування, які перетинаються в точці, що відповідає тривалості лушення 120 с. Ось тому раціональною для зерна пшениці спельти є тривалість лушення 120–140 с, що дає найкращу консистенції каші під час розжовування за незначного зменшення виходу крупки. Оптимальним водотепловим обробленням є зволожування зерна до вологості 15–16 %, відволожування 30 хв та лушення впродовж 120–140 с, що відповідає індексу лушення 11–13 %.

Органолептична оцінка каші з крупки пшениці спельти № 1 залежить від тривалості лушення. Найкраща вона за тривалості лушення зерна пшениці спельти упродовж 120–140 с – 8,6 балів. За цього режиму каша має сильно виражений запах і смак, світло-кремовий колір (9,0 балів) та досить ніжну без хрусту консистенцію (7,0 балів). Проте час варіння крупки з пшениці спельти № 1 становить 42–60 хв залежно від тривалості лушення.

Встановлено, що загальний вихід круп з пшениці спельти подрібнених має такий розподіл: № 1 – 9,9 %; № 2 – 50,8; № 3 – 17,7 %, а загальна органолептична оцінка каші з них висока – 8,6–9,0 балів. Запах, колір, смак та консистенція каші під час розжовування відмінні, проте консистенція каші крупки № 3 слабо розсипчаста (липка), тоді як крупки № 1, 2 – розсипчаста. Тривалість варіння круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2 і 3 – 18–25 хв залежно від номеру крупки, що вдвічі швидше порівняно з крупкою з пшениці спельти № 1.

Вихід крупки плющеної з пшениці спельти залежить від тривалості лушення, пропарювання та відволожування. Найбільший вихід (95,1–98,2 %) крупки плющеної, незалежно від тривалості пропарювання, отримано за лушення зерна впродовж 20 с, що відповідає індексу лушення 2,9 %. За тривалості пропарювання 10 хв, незалежно від тривалості відволожування, показник змінюється не істотно

– 97,5–98,2 %. Відволожування впродовж 5 і 15 хв зменшує вихід крупи плющеної на 2–3 %.

Збільшення тривалості луцення істотно впливає на вихід крупи плющеної з пшениці спельти. За тривалості луцення 100–160 с (індекс луцення 9–15 %) зростає значення пропарювання крупи. Під час 120 с луцення (індекс луцення 11 %), вихід крупи за пропарювання впродовж 5 хв – 92,2–93,3 %, 10 хв – 94,4–95,5, а 15 хв – 94,8–95,4 % залежно від тривалості відволожування. Подібна тенденція і за вищого індексу луцення (12,5–15,6 %).

Комплексним аналізом отриманих функціональних залежностей встановлено, що тенденція зміни якості круп залежно від режимів луцення ідентична для цілих і плющених, а тому сировиною для виробництва крупи плющеної з пшениці спельти рекомендовано використовувати крупу з пшениці спельти № 1, проводити її пропарювання та відволожування впродовж 5 хв, оскільки за такого оброблення крупа не потребує додаткового підсушування перед плющенням. Лушити зерно впродовж 120–140 с, що відповідає індексу луцення 11–13 %.

Крупа плющена з пшениці спельти за рекомендованого режиму характеризується високою органолептичною оцінкою (8,6 балів) та низькою тривалістю варіння (20 хв).

Походження сорту та лінії істотно не впливає на вихід та кулінарну оцінку крупи плющеної з пшениці спельти. Вона має високий вихід (91,5–94,1 %) та загальну органолептичну оцінку каші в 7,8–9,0 балів.

Порівняльною оцінкою крупи плющеної із зерном пшениці спельти встановлено, що в результаті оброблення зерна зменшується вміст крохмалю на – 4,4 %, білка – 1,1, клітковини – 0,7, жиру – 0,4, золи на – 0,55 %. Проте, таке зниження є не істотним і вказує на високу харчову цінність продукту. Енергетична цінність крупи плющеної з пшениці спельти становить 1535,9 кДж/100 г.

Виявлено, що круп'яні продукти з пшениці спельти стійкі до прогіркання впродовж 9 міс. зберігання, а їхня кислотність не перевищує 5 град. З урахуванням мікробіологічного обсіменіння продукції, строк зберігання не повинен

перевищувати 6 міс. для круп № 1 та подрібнених № 1, 2, 3 і 9 міс. – крупи плющеної.

*Технології первинного очищення та виробництва круп'яних продуктів.* Вагомим недоліком пшениці спельти є важкий вимолот зерна, що вимагає розробки окремої технології для відділення плівок. Розроблена нами схема очищення зерна пшениці спельти включає зважування зерна, очищення на бураті, каменевідбірнику РЗ–БКТ, видаленні металоманітних домішок у магнітному сепараторі У1–БМЗ, луценні на луцильнику КМРЛ 1000, очищенні в повітряно-ситовому сепараторі ЗСМ–5, видаленні домішок, що залишилися на трієрі ЗТО–5М та вібропневмостолі.

Отримання круп'яних продуктів з пшениці спельти, за розробленою нами схемою, передбачає очищення зерна у скальператорі, зважування на автоматичних вагах, доочищення на ситоповітряному сепараторі, каменевідбірній машині і трієріах, зволоження у зволожувальній машині і відволоження до 15–16 % у бункерах упродовж 30 хв. Далі зерно лущать у машинах типу «Каскад». Після кожної системи проводять сепарування отриманого продукту через дуаспіратор. Перед аспіраційною мережею та машинами ударно-стиральної дії встановлюють магнітну колонку.

Після другої системи круп'яний продукт, за необхідності, сепарують на розсійнику для отримання крупи № 1 і подрібнюють на вальцьовому верстаті та спрямовують на розсійник, де відбирають крупи подрібнені № 1, 2 і 3.

Для виробництва крупи з пшениці спельти плющеної використовувати крупу з пшениці спельти № 1 без додаткового сортування. Крупу зважують, пропарюють у пропарювачі безперервної дії за тиску насиченої пари 0,15 МПа впродовж 5 хв та відволожують у термоізолюваному бункері впродовж 5 хв. Після цього, зерно плющать на плющильному верстаті за диференціалу 1 : 1. Крупу плющену сушать до вологості 14 % у сушарці та охолоджують в охолоджувальній колонці. Крупу отримують проходом сита Ø 6,5 мм і сходом сита Ø 3,5 мм на розсійнику. Перед аспіраційною мережею встановлюють магнітний сепаратор.

Розрахунки економічної ефективності підтверджують доцільність

виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти, оскільки термін окупності капіталовкладень з щорічним прибутком в 1 748 578 грн за рівня рентабельності виробництва 11,9 % складає 2,3 роки для круп подрібнених № 1, 2, 3 та 2 156 672 грн за рівня рентабельності 13,0 % – 1,2 роки для круп плющених.

**Ключові слова:** пшениця спельта, геометрична характеристика, хімічний склад, технологічні властивості, очищення, лущення, водотеплове оброблення, круп'яні продукти.

## СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:*

1. Осокіна Н. М., Возіян В. В. Врожайність та технологічні властивості зерна спельти // Збірник наукових праць УНУС. Умань. 2015. № 1 (87). С. 149–157.
2. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В., Петренко В. В. Борошномельні показники якості зерна спельти залежно від сорту // Вісник ЖНАЕУ. Житомир. 2015. № 2 (50), т.1. С. 296–305.
3. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від вуглеводно-амілазного комплексу // Збірник наукових праць «Агробіологія». Біла Церква. 2015. № 2 (121). С. 57–61.
4. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Енергетична оцінка зерна пшениці спельти залежно від сорту // Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2015. № 81. С. 116–120.
5. Liubych V., Voziiian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties // Episteme czasopismo naukowo-kulturalne. Krakow. 2016. Nr 30. tom II. P. 111–122.
6. Осокіна Н., Любич В., Возіян В. Вихід і якість крупи із зерна пшениці спельти залежно від індексу лущення // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Nitra. 2016. № 1. С. 341–345.



7. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід і якість крупи плющеної з пшениці спельти залежно від елементів технології переробки // Збірник наукових праць УНУС. Умань. Вип. 90. 2017. С.91–98.

8. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Фізичні показники якості зерна спельти залежно від сорту // Хранение и переработка зерна: научно-практический журнал. 2015. № 5 (193). С. 45–49.

9. Любич В. В., Возіян В. В. Кулінарна оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // Зернові продукти і комбікорми. № 2 (58). 2015. С. 14–18.

10. Osokina N., Liubych V., Voziyan V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on yield and its quality of cereal // Ukrainian Journal of Food Science. Kyiv. 2015. № 1 (3). P. 23–32.

11. Возіян В. В. Ефективність переробки зерна спельти в крупу // Зернові продукти і комбікорми. № 4 (60). 2015. С. 29–32.

12. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Геометрична характеристика зерна спельти залежно від сорту // Наукові праці НУХТ. Київ. 2016. № 1 (22). С. 201–209.

*Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

13. Возіян В. Фракционный состав белка спельты в зависимости от сорта // Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Тернопіль, 2014. Випуск IV. С. 15–17.

14. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Содержание белка и клейковины в зерне спельты в зависимости от сорта // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ: НУХТ, 2014. С. 193.

15. Возіян В. В. Якість зерна спельти залежно від сорту // Рослинний світ України: нетрадиційні і рідкісні види у наукових дослідженнях та господарсько-практичній діяльності: матеріали Всеукр. наук.-практ. сем. Крути: ДС «Маяк» ІОБ НААН, 2015. С. 24–28.

16. Любич В. В., Возіян В. В. Органолептична оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса, 2015. С. 378–379.

17. Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Proteins fractions in grain of spelt wheat depending on the variety // Стратегія збалансованого використання економічного, технологічного та ресурсного потенціалу країни: матеріали Міжн. наук.-прак. інт.-конф. Кам'янець–Подільський, 2015. С. 41–43.

18. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хімічний склад зерна спельти залежно від сорту // Scientific proceedings of their ternational network AgroBioNet of the institution and researcher of international research, education and development programme «Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality». Nitra, 2015. С. 450–454.

19. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід цілої крупи із зерна спельти залежно від його зволоження та тривалості відволоження // Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Одеса: ОНАХТ, 2015. С. 7–18.

20. Любич В. В., Возіян В. В. Склоподібність зерна спельти залежно від сорту // Аграрна наука: розвиток і перспективи: матеріали Міжн. наук.-прак. інт.-конф. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2015. С. 8–9.

21. Любич В. В., Возіян В. В. Оценка зерна спельты по основным физическим показателям качества // Агротехнологии XXI века: материалы Всерос. научн.-практ. конф. с международным участием. Пермь, 2015. С. 221–226.

22. Любич В. В., Возіян В. В. Влияние степени шелушения зерна спельты на выход крупы и ее качество // Развитие биотехнологических и постгеномных технология для оценки качества с/х сырья и создания продуктов здорового питания: 18-ая Межд. научн.-практ. конф., посвященная памяти В. М. Горбатова. Москва, 2015. С. 306–309.

23. Liubych V., Voziiian V. Cereal properties of spelt wheat grains depending on the variety // 5th International conference for young researchers «Multidirectional research in agriculture, forestry and technology». Krakow, 2016. P. 72.

24. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив вологості та тривалості відволожування на вихід цілої крупи із зерна спельти // матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених «Актуальні проблеми садівництва в сучасній аграрній науці». Умань, 2016. С. 150–151.

25. Любич В. В., Возіян В. В. Натура зерна спельти // Селекція, генетика та технології вирощування с-г культур: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів. Центральне, 2016. С. 72.

26. Возіян В. В. Лінійні розміри зерна спельти залежно від сорту // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань, 2016. С. 68–69.

27. Любич В. В., Возіян В. В. Вміст та якість клейковини в зерні спельти // Розвиток аграрної науки у XXI сторіччі: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Миколаїв, 2016. С. 2.

28. Возіян В. В., Авсейцев Р. В., Любич В. В. Характеристика зерна пшениці спельти за вмістом амінокислот // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. Умань, 2016. С. 156–157.

29. Возіян В. В., Улянич І. Ф. Економічна ефективність виробництва круп із пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3 та крупи плющеної з пшениці спельти // Селекція, генетика та технології вирощування с-г культур: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів. Центральне, 2017. С. 26.

*Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:*

30. Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці: пат. 104152 Україна, МПК А23L 1/10 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № u 2015 07630; заявл. 30.07.2015., чинний з 12.01.2016, Бюл. № 1.

31. Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці: пат. 112304 Україна, МПК G01N 33/02 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник

УНУС. – № у 2016 06341; заявл. 10.06.2016., чинний з 12.12.2016, Бюл. № 23.

32. Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти: пат. 115355 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В., Довгун Р. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 11499; заявл. 14.11.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.

33. Спосіб отримання крупи цілої зі спельти: пат. 115198 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 10000; заявл. 30.09.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.

34. Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти: Пат. 115765 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 11569; заявл. 16.11.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.

## ANNOTATION

*Voziian V. V.* Development of the technology for the production of cereal products of spelt wheat grain. – Qualifying scientific paper manuscript copyright.

Dissertation for a scientific degree of the candidate of agricultural sciences, a specialty 06.01.15 – preliminary processing of crop products. Uman National University of Horticulture, Uman, 2017.

The thesis deals with the importance of spelt wheat in the world economy, its characteristic, chemical composition and technological properties. Traditional and innovative technologies of processing cereal crop grain for cereal products are given.

For research spelt wheat grain of Yevropa, NSS 6/01, Schwabenkorn, Australian 1 and Frankenkorn varieties and LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124, LPP 3435, LPP 1224 and LPP 3117 lines obtained by hybridization of *Tr. aestivum*/*Tr. spelta* was taken. The check variant is the recognized variety of spelt wheat Zoria Ukrainy (st).

It is found that by the geometric characteristics spelt wheat grain is in length of 6,7–8,3 mm, width of 2,2–2,6 mm, thickness of 2,6–3,0 mm, volume of 21,7–32,4 mm<sup>3</sup>, external surface area of 68,8–91,5 mm<sup>2</sup>, surface area of 2,6–3,2, volume of surface layers of 4,5–5,4 mm<sup>3</sup> and sphericity of 0,38–0,50. A direct strong correlation ( $r = 0,70 \pm 0,02$ ) between the external surface area and volume of a caryopsis is shown. Selection of separator sieves and establishing mode for shelling machines can be similar

to soft wheat grain.

Protein content in spelt wheat grain is 12,3–21,3%. Its quantity of varieties (15,1–21,3 %) is 1.3 times higher than protein content of lines (12,3–16,3 %). The highest indicator is of the grain of Zoria Ukrainy variety (st) and twice lower it is of LPP 3117 line.

The content of amino acids in spelt wheat is from 111,8 g/ kg (Yevropa variety) to 183,6 g/ kg (Zoria Ukrainy variety). In caryopsides glutamic acid (32,5–47,8 g/kg), proline (8,6–18,3) and leucine (7,4–13,1 g/kg) dominate.

The highest content of essential amino acids is of grain of Zoria Ukrainy variety (55,5 g/kg) and the indicator is lower at 8–14 % in the grain of NSS 6/01, Schwabekorn and Australia 1 varieties. Grain of lines has significantly lower content of essential amino acids compared with the check variant (38,1–43,8 g/kg).

The highest gluten content (40,1–44,9 %) is in grain of Schwabekorn, Yevropa, NSS 6/01 and Zoria Ukrainy varieties. Grain of any variety and line by its content does not exceed the check variant. Gluten content in the grain of spelt wheat varieties is by 1,2 times larger compared with the grain of lines.

Gluten quality in grain is from 93 to 112 units. In varieties this figure corresponds to quality group III (unsatisfactory poor), except Yevropa variety (quality group II – satisfactory poor). Grain of LPP 3435, LPP 3218 and LPP 3117 lines has satisfactory poor gluten quality (group II) and the other lines have group III.

By the starch content (56,9–62,7 %) grain of all spelt wheat varieties and lines exceeds the check variant by 2–9 %, except NSS 6/01. However, spelt wheat grain of lines has higher content (60,2–62,7 %) compared with varieties by 5,0 %.

Fat content in spelt wheat grain varies from 1,7 to 2,1 % and cellular tissue content is consistently the same (2,1–2,3 %).

The largest thousand–kernel weight is in Yevropa variety (52,3 g) which exceeds the check variant by 3 % and the lowest thousand–kernel weight is in grain of Australian 1 variety (34,6 g) that is 68 % of the check variant. In grain of lines this figure is also unstable – a difference of 6,5g. However, the value of the indicator in grain of LPP 1305, LPP 3435 and LPP 1224 lines is high (48,7–51,9 g).

Grain unit of spelt wheat grain does not significantly differ (654–716 g/l) and relatively low, except Yevropa variety (760 g/l). Line grain has higher grain unit by 6 %, the indicator is preferably high.

Grain of Schwabenkorn, NSS 6/01, Australian 1, Yevropa and Zoria Ukrayny varieties has the glassy texture of the endosperm. Grain of Frankenkorn variety and LPP 3124, LPP 1224, LPP 3435, LPP 3132, LPP 1305 and LPP 3218 lines has the vitreous texture and grain of LPP 3117 line has half soft one.

It is found that by the index of grain particle size (27–40 %) spelt wheat endosperm texture is soft.

Anatomical structure of caryopsides essentially depends on the characteristics of a variety and line. The seed bud share (0,9–2,8 %) is the largest in Zoria Ukrayny variety (st) (2,8 %), Yevropa and Frankenkorn varieties (1,9 %), LPP 3117 line (2,0 %) and LPP 3124 line (1,8 %). Grain of almost all varieties and lines has a high content of membranes (11,6–16,2 %), except Australian 1 (10,5 %), Zoria Ukrayny varieties (st) (10,6 %) and LPP 3117 line (10,8 %). Simultaneously, grain of these varieties and line has the highest endosperm content (86,5–88,4 %). This figure is lower in grain of LPP 1224 (83,1 %), LPP 3132 lines (82,7 %) and NSS 6/01 variety (82,9 %). There is a strong inverse correlation ( $r = -0,97 \pm 0,01$ ) between membrane content and endosperm and there is a medium inverse correlation ( $r = -0,65 \pm 0,03$ ) between membrane content and seed bud.

Grain of each spelt wheat variety and line is significantly different in ash content (1,44–1,76 %).

By the falling–number value grain of all varieties and lines has excellent results (347–383 s) and the difference between samples is usually not significant.

Weather conditions significantly affect the grain quality. During the period of the growing season under conditions of high temperature and lack of moisture there is increasing in thousand–kernel weight, grain unit, protein, gluten and ash content and vitreousness.

Yield of spelt wheat No.1 essentially depends on the duration of grain shelling and does not essentially depend on the humidity. In case of 12 % grain moisture the increase

in the shelling duration from 20 to 180 seconds causes output reduction from endosperm 92,4 to 76,1 % as a result of shell removing from the caryopsis surface and greater endosperm abrasion. With increasing grain moisture up to 13 % cereal yield increases at the same shelling duration only by 0,7–1,5 % and up to 14 % it is by 1,7–3 %. However, this increase does not significantly affect due to structural and mechanical properties of caryopsides (better strength and viscosity) which increases the endosperm stability to mechanical processing.

Yield of spelt wheat groats after damping to 15 and 16 % significantly depends on the duration of shelling and not significantly on humidity and duration of softening. When grain damping is 15 % and the duration of softening is 30 minutes the groats yield decreased from 97,1 % to 84,4 % for 20–180 seconds of shelling. For 60 and 90 minutes of softening the increasing of groats yield is not essential. For 120 minutes of softening the output gradually decreases. A similar trend is determined when humidity of spelt wheat grain is 16 %.

Polynomial dependence curves of the output of spelt wheat groats № 1 and porridge consistency during chewing are studied which intersect at the point corresponding to the duration of shelling of 120 seconds. Therefore, the duration of shelling of 120–140 seconds is rational for spelt wheat grain which gives the best consistency of porridge while chewing with a slight decrease in groats output. The optimal water and heat treating is the grain damping to humidity of 15–16 %, softening for 30 minutes and shelling for 120–140 seconds which corresponds to the shelling index of 11–13 %.

Organoleptic evaluation of spelt wheat porridge № 1 depends on the shelling duration. It is the best for the shelling duration of spelt wheat grain within 120–140 seconds, 8,6 points. Under this mode the porridge has strongly expressed smell and taste, light cream color (9,0 points) and rather delicate consistency without crunching (7,0 points). However, the cooking time of spelt wheat groats № 1 is 42–60 minutes depending on the duration of shelling.

It is determined that the total output of spelt wheat milled groats has such distribution: № 1 – 9,9%; № 2 – 50,8; № 3 – 17,7 % and the total organoleptic

evaluation of porridge is high (8,6–9,0 points). Smell, color, taste and texture during chewing porridge are excellent but the consistency of porridge made of groats № 3 is slightly crumbly (sticky) while porridge of groats № 1 and 2 is crumbly. The duration of cooking spelt wheat milled groats № 1, 2 and 3 is 18–25 minutes depending on the number of groats that twice faster compared to groats of spelt wheat № 1.

The output of rolled groats of spelt wheat depends on the duration of shelling, steaming and softening. The highest yield (95,1–98,2 %) of rolled groats, regardless of the steaming duration, is obtained by grain shelling for 20 seconds, corresponding to 2,9 % of the shelling index. In case of steaming for 10 minutes, regardless of the softening duration, the indicator does not change significantly (97,5–98,2 %). Softening for 5 and 15 minutes reduces the output of rolled groats by 2–3 %.

The increase in shelling duration affects the yield of rolled groats made of spelt wheat. For the duration of shelling of 100–160 seconds (the shelling index of 9–15 %) the importance of steaming groats increases. For 120 seconds of shelling (the shelling index of 11 %) the output of groats after steaming for 5 minutes is 92,2–93,3 %, for 10 minutes is 94,4–95,5 and after 15 minutes is 94,8–95,4 % depending on the duration of softening. This tendency is when the shelling index is higher (12,5–15,6 %).

The comprehensive analysis of the functional dependencies determines that the trend of changes on cereal quality depending on shelling modes is identical for whole and rolled groats and as raw material for production of rolled spelt wheat groats it is recommended to use spelt wheat cereals № 1. Also, it should be steamed and softened for 5 minutes as after such treatment groats does not require additional drying before rolling. Grain shelling is for 120–140 seconds which corresponds to the shelling index of 11–13 %.

Rolled groats made of spelt wheat at the recommended mode is characterized by a high organoleptic evaluation (8,6 points) and low cooking duration (20 minutes).

The origin of the variety and line does not significantly affect the yield and culinary evaluation of rolled groats made of spelt wheat. It has a high yield (91,5–94,1 %) and the overall organoleptic evaluation of porridge is 7,8–9,0 points.

A comparative evaluation of rolled groats has determined that as a result of grain



processing the starch content is reduced by 4,4 %, protein content by 1,1 %, fiber by 0,7 %, fat content by 0,4 % and ash content by 0,55 %. However, this decrease is not significant and indicates a high nutritional value of the product. The energy value of rolled groats of spelt wheat is 1535,9 kJ/100g.

It is found that cereal products of spelt wheat are resistant to rancidity for 9 months of storage and their acidity does not exceed 5 degrees. Given the microbiological contamination of products, shelf life should not exceed 6 months for groats No.1 and milled groats No. 1, 2 and 3 and it is 9 months for rolled groats.

*Technologies of primary clearing and production of cereal products.* A significant drawback of spelt wheat is a difficult threshing of grain which requires the development of a particular technology to separate husks. We have developed a cleaning scheme for spelt wheat grain includes grain weighing, cleaning at bolter, rock separator P3–BKT, removing metallomagnetic impurities in the magnetic separator Y1–BM3, shelling at huller KMPL 1000, cleaning in air and sieve separator 3CM–5, removing impurities remaining in sifting cylinder 3TO–5M and vibration pneumatic table.

Obtaining cereal products of spelt wheat, according to our scheme, involves cleaning grain in the scalping machine, weighing on the automatic scales, additional cleaning in air and sieve separator, rock separator and sifting cylinder, damping in the damping machine and softening to 15–16 % in bunkers for 30 minutes. Further, grain is shelled in machines of «Cascade» type. After each system separation of the obtained product through duo–aspirator is carried out. Before aspiration system and machines of shock grinding action the magnetic column is installed.

After the second system groats, if necessary, is separated in the diffuser for getting groats № 1 and milled in the grinding mill and put in the diffuser to take milled groats № 1, 2 and 3.

For the production of rolled groats of spelt wheat it is necessary to use groats of spelt wheat № 1 without further separation. Groats is weighed, steamed in the steaming machine continuously by the vapor pressure of 0,15 MPa for 5 minutes and softened in the thermally insulated bunker for 5 minutes. After that, grain is rolled in the flattening mill for differential 1: 1. Rolled groats is dried to humidity of 14 % in the dryer and

cooled in the cooling column. Groats is received after using sieve of  $\varnothing$  6.5 mm and sieve of  $\varnothing$  3,5 mm in the diffuser. Before aspiration system the magnetic separator is installed.

Calculations of the economic efficiency confirm the feasibility of production of cereal products made of spelt wheat grain as the term of payback of capital investment with an annual income of UAH 1 748578 at the level of profitability of 11,9 % is 2,3 years for milled groats No.1, 2 and 3 and UAH 2 156672 at the level of profitability of 13,0 % is 1,2 years for rolled groats.

**Keywords:** spelt wheat, geometric characteristics, chemical composition, technological properties, cleaning, shelling, water and heat processing, cereal products.

## LIST OF SCIENTIFIC PAPERS ON THE TOPIC OF DISSERTATION

### *Papers to publish major scientific results of this thesis paper*

1. Osokina N. M., Voziian V. V. Productivity and technological properties of spelt wheat grain // Proceedings of UNUH. Uman. 2015. № 1 (87). P. 149–157.
2. Osokina N. M., Liubych V. V., Voziian V. V., Petrenko V. V. Flour-grinding quality indicators of spelt grain depending on the variety // Bulletin of ZNAEU. Zhytomyr. 2015. № 2 (50), т.1. P. 296–305.
3. Hospodarenko G. M, Liubych V. V., Polyanetska I. O., Voziian V. V. Baking properties of spelt grain depending on a carbohydrate-amylase complex // Collection of scientific papers «Agrobiology». Bila Tserkva. 2015.№ 2 (121). P. 57–61.
4. Liubych V. V., Polyanetska I. O., Voziian V. V. Energy assessment of spelt wheat depending on the variety. Feed and fodder production. Vinnytsia. 2015. № 81. P. 116–120.
5. Liubych V., Voziian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties // Episteme czasopismo naukowo–kulturalne. Krakow. 2016. Nr 30. tom II. P. 111–122.
6. Osokina N. M., Liubych V. V., Voziian V. V. Yield and quality of groats made of spelt wheat grain depending on the shelling index. // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Nitra. 2016. № 1. P. 341–345.

7. Osokina N. M., Liubych V. V., Voziiian V. V. Yield and quality of rolled groats made of spelt wheat depending on processing technology elements // Proceedings of UNUH. Uman. 2017. Edition. 90. P. 91–98.

8. Osokina N. M., Liubych V. V., Voziiian V. V. Physical indicators of spelt grain quality depending on the variety// Grain storage and processing: Scientific and Practical Journal. 2015. № 5 (193). P. 45–49.

9. Liubych V. V., Voziiian V. V. Culinary evaluation of groats made of rolled spelt grain depending on the variety // Cereal products and compound feeds. № 2 (58). 2015. P. 14–18.

10. Osokina N., Liubych V., Voziiian V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on yield and its quality of cereal // Ukrainian Journal of Food Science. № 1 (3). Kyiv. 2015. P. 23–32.

11. Voziiian V. V. Efficiency in spelt grain processing into groats // Cereal products and compound feeds. № 4 (60). 2015. P. 29–32.

12. Osokina N. M., Liubych V. V., Voziiian V. V. Geometric characteristic of spelt grain depending on the variety // Proceedings of NUFT. Kyiv. 2016. № 1 (22). P. 201–209.

*Papers proving this thesis paper materials validation:*

13. Voziiian V. V. Fractional composition of spelt protein depending on the variety // Perspective directions of development of AIC branches and improving the efficiency of scientific providing agricultural production: materials International Scientific Conference. Ternopil, 2014. Edition IV. P. 15–17.

14. Osokina N. M., Liubych V. V., Voziiian V. V. Protein and gluten content in spelt grain depending on the variety // New ideas in food science are new products of food industry: materials International Scientific Conference Kiev: NUFT, 2014. P. 193.

15. Liubych V. V., Voziiian V. V. Spelt grain quality depending on the variety // Flora of Ukraine: Unconventional and rare species in scientific research and economic and practical activities: materials National Scientific Practical Seminar. Kruty, DC «Mayak», IOB HAAH, 2015. P. 24–28.

16. Liubych V. V., Voziian V. V. Organoleptic evaluation of rolled groats of spelt grain depending on the variety // Collection of scientific papers of young scientists, postgraduates and students. Odesa, 2015. P. 378–379.

17. Osokina N. M., Liubych V. V., Polyanetska I. O., Voziian V. V. Proteins fractions in grain of spelt wheat depending on the variety // Strategy of balanced use of economic, technological and resource potential of the country: materials International Scientific Internet Conference. Kamianets-Podilsky, 2015. P. 41–43.

18. Liubych V. V., Polyanetska I. O., Voziian V. V. Chemical composition of spelt grain depending on the variety // Scientific proceedings of their ternational network AgroBioNet of the institution and researcher of international research, education and development programme «Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality». Nitra, 2015. P. 450–454.

19. Osokina N. M., Liubych V. V., Voziian V. V. Output of the whole groats of spelt grain depending on dumping and the duration of softening // Food technologies, bakery products and compound feeds: thesis International Scientific Conference. Odessa: ONAFT, 2015. P. 7–18.

20. Liubych V. V., Voziian V. V. Vitreousness of spelt grain depending on the variety // Agricultural Science: development and prospects: materials International Scientific Internet Conference. Mykolaiv, 2015. P. 8–9.

21. Liubych V. V., Voziian V. V. Evaluation of spelt grain according to the basic physical properties // Agricultural technologies of the XXI century: materials of the All-Russian Scientific-Practical Conference with international participation. Perm, 2015. P. 221–226.

22. Liubych V. V., Voziian V. V. Effect of the degree of spelt grain shelling on the output of groats and its quality // Development of biotechnological and postgenomic technologies for assessing the quality of agricultural raw materials and creation of healthy food products: the 18th International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of V. M. Gorbatov. Moscow, 2015. P. 306–309.

23. Liubych V., Voziian V. Cereal properties of spelt wheat grains depending on the variety // 5th International conference for young researchers «Multidirectional

research in agriculture, forestry and technology». Krakow, 2016. P. 72.

24. Liubych V. V., Polyanetska I. O., Voziian V. V. Impact of humidity and duration of softening on the output of whole spelt wheat groats // Actual problems of gardening in modern agricultural science: National Conference of Young Scientists. Uman, 2016. C. 150–151.

25. Liubych V. V., Voziian V. V. Spelt grain unit // Selection, genetics and growing technologies of agricultural crops: materials of IV International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists. Tsentralne, 2016. P. 72.

26. Voziian V. V. Linear dimensions of spelt grain depending on the variety. Import substitution technologies of cultivation, storage and processing of horticulture and crop production: materials International Scientific and Practical Conference. Uman, 2016. P. 68–69.

27. Liubych V. V., Voziian V. V. Content and quality of gluten in spelt grain // Development of agricultural science in the XXI century: materials of International Scientific and Practical Internet Conference. Mykolaiv, 2016. P. 2.

28. Voziian V. V., Avseytsev R. V., Liubych V. V. Characteristic of spelt wheat by the contents of amino acids // Actual issues of modern agricultural science: materials of International Scientific and Practical Conference. Uman, 2016. P. 156–157.

29. Voziian V. V., Ulyanych I. F. The economic efficiency of wheat cereal with crushed spelt № 1, 2, 3 and rolled grains of spelt wheat // Selection, genetics and growing technologies of agricultural crops materials of IV International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists. Tsentralne, 2017. P. 26.

*Papers, which further reflects the scientific results of the dissertation:*

30. Method of culinary estimation of cereal products from triticale and wheat grain: patent 104152 of Ukraine, МПК А23L 1/10 / Hospodarenko G. M., Liubych V. V., Polyanetska I. O., Novikov V. V., Voziian V. V.; the applicant and owner is UNUH. – № u 2015 07630; claimed 30.07.2015., valid from 12.01.2016, Bulletin № 1.

31. Method for determining the endosperm content in triticale and wheat grain:

patent 104152 of Ukraine, MIIK G01N 33/02 / Hospodarenko G. M, Liubych V. V, Polyanetska I. O., Vorobiev N.V., Novikov V. V., Voziian V. V.; the applicant and owner is UNUH. – № u 2016 06341; claimed 10.06.2016., valid from 12.12.2016, Bulletin № 23.

32. Method of shell separating from spelt wheat grain: patent 115355 of Ukraine MIIK A23L 7/00 / Liubych V. V, Voziian V. V., Dovhun R. V.; the applicant and owner is UNUH. – № u 2016 11499; claimed 14.11.2016., valid from 10.04.2017 Bulletin № 7.

33. Method for producing spelt whole groats: patent 115198 of Ukraine, MIIK A23L 7/00 / Liubych V. V, Voziian V. V.; the applicant and owner is UNUH. – № u 2016 10000; claimed 30.09.2016., valid from 10.04.2017, Bulletin № 7.

34. Method for producing rolled groats from spelt wheat grain: patent 115765 of Ukraine, MIIK A23L 7/00 / Liubych V. V, Voziian V. V; the applicant and owner is UNUH. – № u 2016 11569; claimed 16.11.2016., valid from 25.04.2017, Bulletin № 8.

**ЗМІСТ**

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	25
ВСТУП	26
РОЗДІЛ 1 ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ	32
1.1 Будова та загальна характеристика зерна пшениці спельти	32
1.2 Якість зерна пшениці спельти	35
1.2.1 Геометрична характеристика зерна	36
1.2.2 Хімічний склад зерна	37
1.2.3 Технологічні властивості зерна	41
1.3 Технології переробки зерна пшениці спельти	44
1.3.1 Технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти	46
1.3.2 Характеристика основних технологічних операцій під час виробництва круп'яних продуктів	47
Висновки до розділу	53
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	54
2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови в роки проведення досліджень	54
2.2 Програма досліджень	58
2.3 Методика досліджень	60
2.4 Загальні методи досліджень	69
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗЕРНА СОРТІВ І ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ	72
3.1 Геометрична характеристика зерна	72
3.2 Хімічний склад зерна	80
3.3 Технологічні властивості зерна	88
Висновки до розділу	103
РОЗДІЛ 4 ВПЛИВ ВОДОТЕПЛОВОГО ОБРОБЛЕННЯ ТА ЛУЩЕННЯ НА ВИХІД І ЯКІСТЬ КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ	108
4.1 Вплив зволоження, відволоження та лушення зерна на вихід і якість	108

круп'яних продуктів	
4.2 Вплив тривалості пропарювання, відволожування та луцення зерна на вихід і якість крупи плющеної	125
4.3 Вплив особливостей сорту та лінії на вихід і якість крупи плющеної	138
4.4 Поживна цінність, безпека круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти та зміна їхньої якості впродовж зберігання	143
4.5 Розробка технології первинного очищення та виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти	146
Висновки до розділу	152
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ	156
Висновки до розділу	160
ВИСНОВКИ	161
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	163
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	164
ДОДАТКИ	192



## УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

«Правила...» – Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах;

ВТО – водотеплове оброблення;

V/F – відношення об'єму зерна до площі його зовнішньої поверхні;

DW – показник критерію Дарбіна-Уотсона;

B – показник вагомості змінної;

о. пр. – одиниць приладу;

ANOVA – дисперсійний аналіз;

LPP – Любич-Парій-Полянецька;

ІНАК – індекс незамінних амінокислот;

ІРЧ – індекс розміру часточок;

к – індекс лущення;

МАФАНМ – колонії мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів.

## ВСТУП

Однією з найбільш важливих проблем людства залишається продовольча, зокрема дефіцит рослинного білка. Важливим напрямом її вирішення є розв'язання теоретичних і практичних завдань щодо розширення асортименту харчових продуктів із повноцінними білками та есенціальними нутрієнтами.

**Актуальність теми.** У стратегії повноцінного харчування людей важливу роль відіграє оптимальний баланс поживних речовин. Серед пріоритетних сільськогосподарських культур, пшениця посідає чільне місце і є основою харчового раціону населення багатьох країн. У задоволенні біологічної потреби в рослинному білку важлива роль належить пшениці спельті, значення якої у майбутньому зростатиме завдяки високій екологічній пластичності та здатності формувати врожай на ґрунтах, де не вирощують пшеницю м'яку.

Пшениця спельта є перспективною культурою для переробки, оскільки цінні мікронутрієнти рівномірно розподілені в зернівці, тоді як у сучасних сортів пшениці м'якої вони знаходяться в оболонці, алейроновому шарі та зародку. Білок її відрізняється вищим вмістом гліадину та нижчим глютеніну, що робить клейковину слабкою, проте вона краще засвоюється організмом людини.

Дослідженню технологічної придатності зерна пшениці спельти присвячені роботи вчених Г. І. Подпрятова, В. І. Дробот, Ф. М. Парія, Г. М. Господаренка, E. S. M. Abdel-Aal, Zl. Kohajdová, T. Vojňanská, E. R. Grela, S. Harsch та ін. Сутність проблеми в тому, що в науковій літературі відсутні дані щодо можливості та доцільності первинної обробки й переробки зерна цієї культури в круп'яні продукти, які нині мають великий попит.

Враховуючи потребу виробництва зернових продуктів високої якості, дослідження технологічних властивостей зерна плівкових і безплівкових форм пшениці спельти залежно від впливу генетичних особливостей сорту і лінії та режимів його водотеплового оброблення, тривалості пропарювання, індексу лущення на вихід і якість круп'яних продуктів є актуальними і практично значимими.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Основою дисертації є матеріали науково-дослідної роботи, що виконувалась упродовж 2013–2015 рр. і була складовою частиною тематичного плану Уманського національного університету садівництва «Розробка сучасних конкурентоспроможних технологій виробництва харчових продуктів рослинного походження» (№ ДР 0101U004498).

**Мета і завдання дослідження.** Мета дослідження – комплексне оцінювання технологічних властивостей зерна сортів і ліній пшениці спельти для розробки технології виробництва круп'яних продуктів із нього.

Для досягнення поставленої мети передбачалось вирішити такі **завдання**:

- провести аналіз джерел літератури і патентної інформації щодо сучасного стану знань про технологічні властивості зерна пшениці спельти та його використання;
- вивчити геометричну характеристику зерна сортів і ліній пшениці спельти;
- виявити залежність хімічного складу і технологічних властивостей від сортових особливостей зерна пшениці спельти та погодних умов;
- розробити технологію очищення зерна пшениці спельти від плівок;
- дослідити анатомічну структуру зернівки та вдосконалити технологічний процес луцення зерна пшениці спельти під час виробництва круп;
- розробити оптимальні режими зволоження та відволоження зерна для виробництва круп з пшениці спельти № 1 і круп подрібнених № 1, 2 і 3;
- вивчити вплив режимів пропарювання на якість крупи плющеної з пшениці спельти;
- удосконалити методику визначення вмісту ендосперму;
- удосконалити методику органолептичного оцінювання каші;
- оцінити споживні властивості, якість та безпеку круп'яних продуктів під час їхнього довгострокового зберігання;
- економічно обґрунтувати ефективність виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти;
- провести апробацію розроблених технологій у виробничих умовах.

*Об'єкт дослідження* – процес формування якості круп'яних продуктів за технології їхнього виробництва.

*Предмет дослідження* – зерно пшениці спельти та круп'яні продукти з нього.

**Методи дослідження.** При виконанні дисертаційної роботи використано аналітичні, хімічні, фізико-хімічні, органолептичні, інформаційні, статистичні методи, а також економічний та методи експертного оцінювання і математичного моделювання.

### **Наукова новизна одержаних результатів.**

Вперше:

– встановлено, що зерно пшениці спельти сортів Зоря України, Європа, NSS 6/01, Schwabenkorn, Австралійська 1, Frankenkorn і ліній LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124, LPP 3435, LPP 1224, LPP 3117 має високий вміст білка (до 21,0 %), збалансованого за амінокислотним складом;

– визначено, що за показником індексу розміру часточок зерно пшениці спельти відноситься до м'якозерного типу;

– для зерна пшениці спельти доведено кореляційні залежності між вмістом ендосперму, оболонки та зародку; між об'ємом зернівки, площею зовнішньої поверхні та масою 1000 зерен; між вмістом клейковини, білка та склоподібністю;

– встановлено, що за геометричною характеристикою зернівки, очищення пшениці спельти можна проводити на типовому обладнанні;

– для зерна пшениці спельти науково обґрунтовано оптимальний індекс лущення – 11–13 %;

– експериментально доведено, що за зволоження зерна спельти до 15–16 % і відволоження впродовж 30 хв, вихід крупи № 1 з нього становить 87,5–89,1 % з органолептичною оцінкою каші 9,0 балів, а загальний вихід подрібнених круп – 78,4 % з 8,6–9,0 балами;

– науково обґрунтовано та розроблено технологію виробництва крупи плющеної з пшениці спельти оптимізацією режиму водотеплового оброблення, що передбачає пропарювання та відволоження зерна впродовж 5 хв.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі результатів

досліджень розроблено та затверджено технологічні інструкції виробництва крупи № 1 і подрібнених № 1, 2 і 3 та крупи плющеної з зерна пшениці спельти.

Розроблено технологію «Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти» (пат. № 115355) та вдосконалено методики визначення придатності зерна пшениці спельти для круп'яних продуктів – «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці» (пат. № 104152) та вмісту ендосперму – «Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці» (пат. № 112304).

Основні результати досліджень впроваджено в навчально-виробничому відділі Уманського національного університету садівництва (акт від 26.10.2016 р.), ПрАТ «Лебединський насіннєвий завод» Шполянського району Черкаської області (акт від 9.11.2016 р.), круп'яному заводі ТОВ «Надія» Тальнівського району Черкаської області (акт від 21.11.2016 р.), а також використовуються в навчальному процесі Уманського національного університету садівництва (акт від 1.11.2016 р.).

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі джерел літератури і патентів, плануванні й проведенні експериментів, участі у виконанні аналітичної та експериментальної роботи, узагальненні результатів досліджень, підготовці до публікацій, оформленні патентів на корисну модель, їхнє опублікування та впровадження елементів технології у виробництво круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти.

Планування, проведення досліджень та узагальнення результатів здійснено під науковим керівництвом професора Н. М. Осокіної. Низку досліджень виконано спільно зі співробітниками кафедри технології зберігання і переробки зерна та факультету агрономії Уманського НУС, що підтверджено представленими документами і науковими публікаціями. Основні наукові положення, висновки та рекомендації виробництву сформульовано автором особисто. Друковані праці за темою дисертації підготовлено самостійно та у співавторстві.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати проведених

досліджень доповідались і обговорювались на наукових конференціях науково-педагогічних працівників Уманського НУС (м. Умань, 2014–2016), IV Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва» (м. Тернопіль, 2014), Міжнародній науковій конференції «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості» (м. Київ, 2014), Всеукраїнському науково-практичному семінарі «Рослинний світ України: нетрадиційні і рідкісні види у наукових дослідженнях та господарсько-практичній діяльності» (с. Крути, 2015), XI Всеукраїнській науковій конференції студентів з розділу «Харчові технології» (м. Одеса, 2015), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Стратегія збалансованого використання економічного, технологічного та ресурсного потенціалу країни» (м. Кам'янець-Подільський, 2015), II International conference «Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality» (Nitra, 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» (м. Одеса, 2015), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Аграрна наука: розвиток і перспективи» (м. Миколаїв, 2015), Всеросійській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Агротехнологии XXI века» (г. Пермь, 2015), 18-ій Міжнародній науково-практичній конференції «Развитие биотехнологических и постгеномных технологий для оценки качества с.-х. сырья и создания продуктов здорового питания» (г. Москва, 2015), 5th International conference for young researchers «Multidirectional research in agriculture, forestry and technology» (Krakow, 2016), IV Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Розвиток аграрної науки у XXI сторіччі» (м. Миколаїв, 2016), IV Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» (с. Центральне, 2016, 2017).

**Публікації.** Основні положення дисертації викладено в 34 наукових працях, з них 13 статей: п'ять – у фахових виданнях України, п'ять – в інших виданнях та

журналах України, дві – у виданнях інших держав, одна – у міжнародному науковому виданні; 16 тезах доповідей наукових конференцій, п'ятьох патентах України на корисну модель.

**Структура дисертації.** Дисертаційну роботу викладено на 269 сторінках, з них 131 сторінка – основного тексту, 21 – анотація. Робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що включає 297 найменувань, з яких – 64 латиницею, та десяти додатків. Робота містить 78 таблиць та 50 рисунків, з яких відповідно 44 та чотири винесено в додатки.

# РОЗДІЛ 1

## ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ

### 1.1 Будова та загальна характеристика зерна пшениці спельти

Зернові культури відіграють важливу роль у харчуванні людини, тому що забезпечують 40–75 % загального споживання вуглеводів людини, що є основним джерелом енергії.

*Triticum spelta* L. – найдавніший вид роду *Triticum* [14, 35, 54], характеризується довгим і нещільним колосом, невибагливістю до умов вирощування, високою стійкістю до низки негативних абіотичних і біотичних чинників, має високий коефіцієнт кущіння [81, 235, 269, 290]. Рослина здатна формувати врожай навіть у гірських умовах на висоті понад 1200 м над рівнем моря [219]. Високі адаптивні властивості цієї культури підтверджено дослідженнями 22 науково-дослідних інститутів у дев'яти країнах Європейського Союзу, що беруть участь у проекті SESA [271].

Порівняно з пшеницею м'якою, спельта високоросла ( $150 \pm 20$  см), має довший колос ( $15 \pm 5$  см) і ламкий стрижень [239, 244, 273]. Зерно пшениці спельти знаходиться в колосках, тому потребує звільнення від плівок [218, 234, 282, 286].

У виробництві пшениця спельта відома з 5 тисячоліття до н. е. як і інші види пшениці (м'яка, тверда, компактна, полба, карликова, кулеподібна) її вирощували для отримання високоякісного зерна [140].

За даними О. В. Твердохліб і Р. Л. Богуславського [217] з першої половини ХХ ст. у виробництво активно впроваджується пшениця спельта як цінна круп'яна культура, нині площа її вирощування в Україні становить понад 100 тис. га.

У Німеччині площа посівів пшениці спельти має тенденцію до збільшення. Так, у 2003 р. вона сягала 11,3 тис. га, а в 2009 р. вже зросла до 37,5 тис. га [250].



У Швейцарії виробництво пшениці спельти досягало 9,1 тис. т зерна за період 2006–2009 рр. [272].

У пшениці спельти майже ідеально поєднано необхідні для людського організму вітаміни, мінеральні елементи, білки, вуглеводи і жири. Порівняно з пшеницею м'якою, вона багатша на білки, ненасичені жирні кислоти і харчові волокна [11, 35, 106]. Органічні речовини, що містяться в спельті, мають високий рівень розчинності, тому легко і швидко засвоюються організмом людини. В її зерні містяться особливі розчинні вуглеводи – мікополісахариди, що здатні зміцнювати імунну систему, знижувати рівень холестерину та регулювати процеси згортання крові [54, 81, 110, 176].

Зернівка пшениці спельти має три основні частини: ендосперм, оболонки і зародок. Оболонка пшениці – насіннева та плодова. Остання оболонка складається з поздовжнього, поперечного та трубчастого шарів. Насіннева – з прозорого, пігментного та гіалінового шарів. Алейроновий шар у зерні спельти, як і в пшениці м'якої, одношаровий з товстостінними клітинами різної форми і розміру. Між ендоспермом і алейроновим шаром розміщено субалейроновий шар. До нього прилягають клітини ендосперму, під яким розміщуються великі тонкостінні клітини різної форми, що займають всю внутрішню частину ендосперму [54, 248]. Ці клітини наповнено крохмальними зернами неоднакового розміру, між їхніми проміжками знаходиться білкова речовина жовтувато-коричневого кольору. Зародок складається з бруньки, зародкового корінця та щитка [182].

Особливістю зерна пшениці спельти є рівномірне розміщення цінних нутрієнтів в оболонках і ендоспермі, що дає можливість використовувати прості та складні помели зерна [236, 238, 251, 277].

Порівняно з пшеницею м'якою у зерні пшениці спельти оболонки товщі та менш щільно прилягають до алейронового шару (рис. 1.1). Проте борозенка зернівки пшениці спельти широка і сягає близько половини поперечного розрізу ендосперму та відносно велика у верхній частині [243].

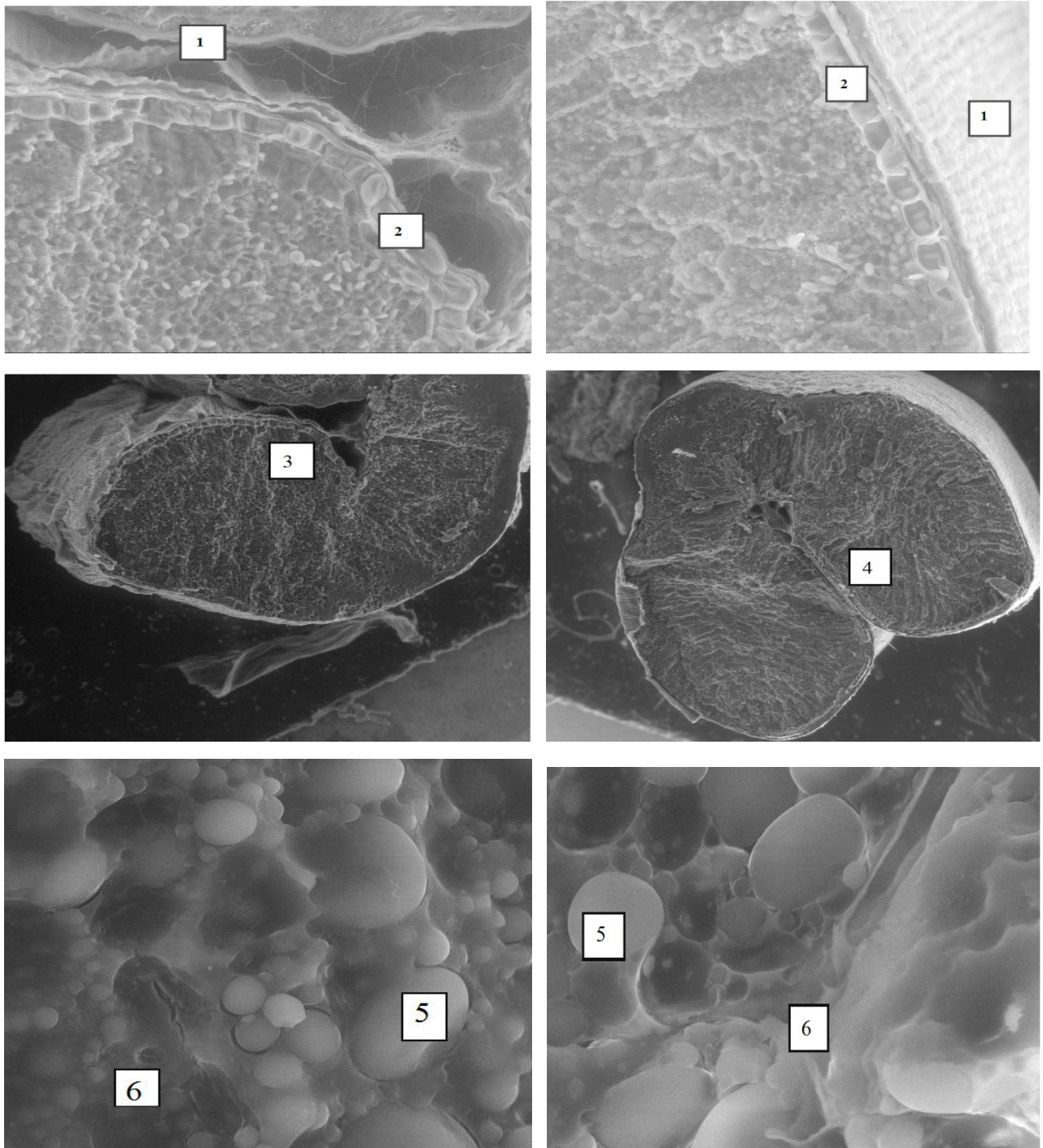


Рис. 1.1 Поперечний розріз зерна

пшениці спельти (зліва) і пшениці м'якої (справа):

1 – оболонка; 2 – алейроновий шар; 3 – порожнини у верхній частині борозенки;  
4 – борозенка; 5 – крохмальні зерна; 6 – білкова матриця [243]

В ендоспермі пшениці спельти крохмальні гранули та білкова матриця розташовані відносно вільно. Більші крохмальні зерна мають овальну форму, а

менші – кулеподібну. В ендоспермі пшениці м'якої гранули крохмалю глибоко проникають у матрицю білка, частково покривають його сусідній шар та не відокремлюються один від одного (див. рис. 1).

Вміст анатомічних частин істотно змінюється залежно від сорту. За даними досліджень Г. А. Егорова та Е. Д. Казакова [75, 91] вміст оболонки у зерні пшениці становить – від 5,6 до 11,2 %, алейронового шару – від 5,2 до 8,8, зародку – від 1,4 до 4,2, ендосперму – від 78,7 до 84,3 %.

Нині зростає інтерес до цієї культури з позиції органічного землеробства. Проте вирощуванню та використанню пшениці спельти перешкоджає важкий обмолот зерна внаслідок щільного охоплення квіткових лусок зернівки, що потребує обладнання і додаткових енергетичних витрат для одержання зерна без плівок. Плівчастість також не дає можливості провести сівбу зерновими сівалками, оскільки невимолочені колоски забивають насіннепроводи, а їхнє відокремлення травмує зерно, внаслідок чого знижується схожість [286, 289]. Проте гібридизація пшениці спельти з пшеницею м'якою дає можливість змінювати господарсько-цінні властивості. Так, у Німеччині [35] створено щільноколосові сорти спельти, колоски яких не розпадаються, легко обмолочуються та не осипаються.

## **1.2 Якість зерна пшениці спельти**

Поряд з підвищенням урожайності пшениці спельти, існує не менш важлива проблема якості її зерна. Недостатнє ресурсне забезпечення, порушення або спрощення елементів агротехнології вирощування цієї культури може призводити до зниження врожайності, погіршення якості зерна та зменшення прибутку [28].

Проблемі підвищення якості зерна пшениці присвячено праці не лише в Україні, а й за кордоном [119, 284]. Безперечно, для отримання зерна з потрібною якістю необхідно мати відповідний сортовий матеріал. При цьому, нові сорти швидко втрачають свої властивості в репродукціях, оскільки попит переважно найбільший на зерно не нижче третього класу, про що свідчать дані досліджень

багатьох учених [24, 49, 77, 96]. Сорти пшениці різняться також за фракційним складом білка, що позначається на хлібопекарських властивостях [253].

Зерно пшениці спельти має більшу енергетичну цінність порівняно з пшеницею м'якою, містить більше жиру, бета-каротину, ретинолу, її клейковина більш розтяжніша і менш еластична. Проте, борошністий ендосперм за високого вмісту білка і високої в'язкості зумовлює необхідні властивості тіста для виготовлення кондитерських виробів [118, 290, 292].

Дослідження, проведені в Канаді [233, 234] показали, що результат будь-якого порівняння якості між зерном пшениці спельти та м'якої залежить від сорту. Роль сорту, одного із найбільш доступних і ефективних засобів стабілізації виробництва зерна пшениці, постійно зростає і його частка у прирості врожаю оцінюється в 35–50 % [3, 5, 80, 106]. Ось чому впровадженню нових сортів пшениці спельти у виробництво приділяється значна увага [114, 115, 122].

Визначальними критеріями оцінки сорту є кількість і якість урожаю. В селекції пшениці озимої лише за останні півстоліття вдалося підняти рівень урожайності у 1,5 раза, що склало 2,24 т/га або близько 1 % приросту цього показника на рік [88, 172, 174].

**1.2.1 Геометрична характеристика зерна.** Проектування та розрахунок обладнання для здійснення технологічних операцій неможливе без знання властивостей оброблюваної зернової маси [113]. Так, очищення та сортування виконують використовуючи аспірацію сепаруванням повітрям, просіювання за формою решет на похилих поверхнях – з урахуванням фізико-механічних властивостей зерна [71, 98, 228].

Важливими показниками, що істотно впливають на процес переробки зерна, є форма та геометрична характеристика. Геометричні розміри визначають крупність і вирівняність зерна. Крупніше за розмірами зерно містить більше ендосперму та забезпечує більший вихід готового продукту. Кращу ефективність процесів лущення та шліфування мають партії з високою вирівняністю за розмірами і з крупним зерном [31, 74, 148, 163].

Дослідженнями Г. А. Егорова [74] встановлено, що зі зменшенням крупності

зерна внаслідок збільшення оболонки з 12,0 до 19,6 % значно знижується вихід цілого ядра.

Форма та лінійні розміри зерна впливають на вибір сит сепараторів і характеристику розмелювальних машин. Геометрична характеристика зерна визначає його щільність за формування шару та особливості переміщення під час транспортування [72, 83, 161, 216].

Встановлено [220, 236, 249], що зернівки пшениці спелти мають довжину  $8,3 \pm 0,2$  мм, ширину  $3,3 \pm 0,1$  мм, товщину –  $3,0 \pm 0,2$  мм, тоді як у сортів пшениці м'якої довжина змінюється від 6,3 до 7,7 мм, ширина – від 3,5 до 3,6, а товщина – від 3,0 до 3,2 мм.

Із розміром зернівки пов'язаний показник сферичності. Збільшення ширини і товщини підвищує сферичність, внаслідок чого зменшується зовнішня поверхня, вміст оболонки і алейронового шару [194]. Сферичністю характеризують особливості будови зернівки [72]. За даними джерел літератури [72, 74, 163] сферичність для зерна пшениці становить 0,82–0,85, жита – 0,45–0,75, ячменю – 0,76–0,83, вівса – 0,64–0,77, рису – 0,60–0,70.

Важливе значення для організації процесів термомасоперенесення має відношення об'єму зерна до площі його зовнішньої поверхні ( $V/F$ ). Для зерна пшениці м'якої цей показник змінюється – від 0,49 до 0,64 мм [75].

**1.2.2 Хімічний склад зерна.** Вагомий внесок у дослідження хімічного складу зерна пшениці спелти внесли провідні вчені з близького та далекого зарубіжжя – G. S. Ranhorta [282], T. Vojňanská, H. Frančáková [241], E.S.M. Abdel-Aal [232, 233], E. R. Grela [252], а також вітчизняні – Г. І. Подпрятков, Н. О. Ящук [181], Ф. М. Парій [176], Г. М. Господаренко [38] та інші.

Вміст білка – генетично контрольована ознака, величина якої визначається детермінацією генів з умовами навколишнього природного середовища. Проте на цей процес впливають не лише гени, які безпосередньо контролюють здатність зернівок до біосинтезу білка, а й ті, що відповідають за морфологічні та фізіологічні ознаки. Вміст білка в зерні, його склад і властивості є проявом сортової специфічності культур, що визначають технологічну та харчову цінність

продуктів переробки зерна [225, 233, 240].

Білок у зерні пшениці м'якої розподілений нерівномірно. Так, в ендоспермі зернівки міститься близько 65–75 % загального вмісту білка, в оболонках і алейроновому шарі до 22 %, а в зародку – до 15,5 % [191].

Відомо, що пшениця спельта має цінний харчовий потенціал за фракційним складом білка, ліпідів і клітковини [244, 247, 255, 283], вмістом вітамінів і мінеральних речовин [109, 237, 265, 282]. Вміст білка в зерні пшениці спельти змінюється від 12,0 до 28,0 % [36, 229, 241, 276, 291].

Підвищення вмісту білка в зерні пшениці спельти негативно впливає на хлібопекарську якість борошна. Це зумовлено тим, що з підвищенням вмісту білка зростає частка клейковинноутворювальних білків (гліадин і глютенін), а частка альбумінів і глобулінів знижується. Харчова цінність фракцій альбумін + глобулін істотно вища, ніж фракцій гліадин + глютенін [191, 248].

Багатьма дослідженнями [3, 38, 80, 122, 172] встановлено, що вміст білка в зерні також залежить від кількості опадів і температури повітря впродовж вегетації. За даними П. М. Жуковського [82], в роки, що відрізнялися високою температурою повітря та дефіцитом вологи, вміст білка в зерні пшениці підвищувався внаслідок скорочення тривалості вегетаційного періоду та реутилізації азоту в зерно. Т. П. Лозінська [120] пояснює інтенсивний відтік азоту з вегетативних частин рослини наслідком руйнування білка цитоплазми.

За умов посухи, на фоні загального зниження врожайності, вміст білка в зерні може навіть дещо зростати [3]. За низьких температур у період наливу та за високої забезпеченості рослин азотом у зерні збільшується вміст вільних амінокислот і зменшується вміст білка [293].

Між кількістю опадів і вмістом білка в зерні існує обернений сильний зв'язок ( $r = -0,98$ ) [184, 191, 222]. Отже, за посушливих умов вегетаційного періоду вміст білка в зерні вищий, ніж у роки з більшою кількістю опадів, оскільки підвищена температура повітря прискорює накопичення в ньому азотовмісних сполук [88].

Крім того, Т. Vojnanská та Н. Francáková [241] стверджують, що вміст білка у пшениці спельти зростає також за рахунок алейронового шару, який містить

більше білка.

За результатами досліджень E. Marconi та ін. [266] відомо, що білок пшениці м'якої має низький вміст лізину і треоніну, проте більший глютамінової кислоти та проламіну, які є функціональними амінокислотами під час формування тіста. E. S. M. Abdel-Aal встановлено [232], що лізин із білка пшениці спельти використовується краще порівняно з пшеницею м'якою.

В. М. Гуртовий [51] також повідомляє, що борошно пшениці м'якої, як і пшениці спельти лімітує за вмістом лізину, проте його вміст в останньому на 8 % вищий.

Біологічна цінність білка пшениці спельти – 69–74 %, тоді як у пшениці м'якої – 60–62 % [228].

Вуглеводи забезпечують 40–75 % загального споживання енергії, складаючи найбільш важливе джерело енергії в раціоні людини [183, 283]. Для пшениці спельти вуглеводи є основним компонентом (50–70 %) зерна [233, 252, 282], а вміст цукру становить 2–3 % [235].

Дослідженнями H. Zielinski та ін. [297] встановлено, що в зерні пшениці спельти міститься 71,6–85,4 % крохмалю, а за даними T. Wojnanska і H. Francakova [241] цей показник змінювався від 48,3 до 66,8 % залежно від сорту. За результатами досліджень E. S. M. Abdel-Aal [234, 235] пшениця спельта має нижчий вміст амілози, ніж пшениця м'яка. J. D. Wilson та ін. [295] зазначають, що крохмаль пшениці спельти містить на 2–21 % більше амілози порівняно з пшеницею м'якою. За даними G. Bonifacia та ін. [240], крохмаль пшениці спельти краще гідролізується, що дає можливість використовувати зерно в дієтах для легшого перетравлювання вуглеводів.

Структура зерна пшениці спельти, особливості вуглеводного комплексу і білка впливають на бубнявіння та розварювання. М. І. Княгінічев і В. І. Комаров [99] вважають, що збільшення набубнявіння в кислому середовищі можливе лише тоді, коли білкові молекули утворюють сітчасту структуру за рахунок молекулярних сил. Відсутність такої структури, наприклад у «слабкому» борошні, призводить до пептизації білка.

Зміна в полісахаридному комплексі клітинних стінок корелює з розварюваністю крупи [85, 202]. Відношення амілози і амілопектину в крохмалі визначає здатність до бубнявіння та формування в'язкого желе [202]. Високий вміст амілози в крохмалі визначає швидке черствіння готового продукту. На в'язкість крохмального клейстеру і ступінь набубнявіння крохмалю впливають сіль, цукор, кислоти, поверхнево-активні речовини, білки, жири [16, 104]. Так, харчова сіль навіть у невеликій концентрації збільшує температуру клейстеризації крохмалю та зменшує його в'язкість [8, 16, 50, 100].

Харчові волокна – комплекс біополімерів, який включає клітковину, геміцелюлозу, пектинові речовини, лігнін. Вони важко перетравлюються, проте виконують механічні та сорбційні функції в організмі людини [15, 107].

За даними Інституту харчування [15] оптимальний вміст харчових волокон у добовому раціоні дорослої людини повинен становити 40–70 г. У зв'язку з різким збільшенням частки рафінованих продуктів у харчуванні людини, вміст харчових волокон зменшився. Одним з найдоступніших і дешевих джерел харчових волокон є зернові продукти [15, 201]. Вміст харчових волокон у зерні пшениці спельти змінюється від 10,5 до 14,9 % [252, 265, 268].

Е. Grela [252] і Е. Marconi та ін. [265] встановлено, що вміст жиру в зерні пшениці спельти зазвичай у 1,2–1,3 рази вищий порівняно з пшеницею м'якою. Це зумовлено більшою часткою зародку і алейронового шару в зерні [265, 287].

Вміст золи в зерні пшениці спельти може змінюватись від 1,79 до 2,36 % залежно від сорту, що корелює з високим вмістом макро- і мікроелементів [288, 297]. Зерно пшениці спельти містить на 30–60 % більше заліза, цинку, міді, магнію і фосфору, порівняно з пшеницею м'якою [249, 254, 287].

У практиці альтернативної медицини, пшениця спельта була запропонована для включення в раціон пацієнтів, які проходять лікування виразкового коліту, нейродерміту та алергічних захворювань [232, 260, 282, 297], високого рівня холестерину в крові [260, 282, 285], ревматоїдного артрити [232, 260]. Однак пшениця спельта протипоказана до вживання для глютенчутливих людей [297]. Також вона є небезпечною для людей з целиакією [256]. Проте в 1991 р.



Міжнародною асоціацією харчової алергії США проведеними клінічними дослідженнями доведено, що клейковина пшениці спелти в половині випадків не викликає алергії у людей, чутливих до цього компонента в зерні [296].

**1.2.3 Технологічні властивості зерна.** Технологічні властивості зерна формуються під впливом біологічних особливостей, ґрунтово-кліматичних умов у період вегетації та елементів агротехнології [75], залежать від структури зерна, співвідношення його анатомічних частин, особливостей мікроструктури ендосперму й оболонки [74, 75, 137, 197]. Існує тісна залежність між показниками мікроструктури ендосперму й круп'яними та борошномельними властивостями [9, 75, 197].

З особливостями мікроструктури пов'язані твердість і склоподібність зерна. Основною складовою ендосперму є крохмальні зерна, що зв'язані з білками. Більший вміст білка збільшує міцність ендосперму. На формування ендосперму зерна істотно впливають погодні умови в період вегетації [199]. Твердість зерна пов'язана з розмірами крохмальних гранул і їхнім зв'язком з білковою матрицею. В склоподібному ендоспермі формується більше гранул середньої та крупної фракції, і чим вони крупніші, тим більший вихід борошна та вища розмелювальна і вимелювальна здатність зерна, краще розділення ендосперму й оболонки під час розмелу. У пшениці м'якій зв'язок крохмальних зерен з білковою матрицею неміцний [75, 104, 197, 226].

Круп'яні властивості зерна є визначальними під час вибору режимів і способів очищення зерна від домішок, фракціонування, водотеплового оброблення, лущення, шліфування, подрібнювання, плющення тощо. До них відносять масу 1000 зерен, натуру, крупність, вирівняність, плівчастість і склоподібність [31, 71, 74, 148].

А. Makowska [264] виявлено, що залежно від сорту, пшениця спелта характеризується зміною маси 1000 зерен (32,5–44,4 г), натуре (725–739 г/л) і склоподібності зерна (77–83 %).

Важливими властивостями, що впливають на якість крупи та борошна є крупність і вирівняність зерна. Чим крупніше зерно, тим більший у ньому вміст

ендосперму, тим вищий вихід крупи або борошна. Крупне зерно краще лушиться, із нього менше одержують дробленої крупи [174]. Різні за розміром зерна по різному реагують на зміну зовнішніх умов, що повинно враховуватись під час вибору режиму обробки. Також, зі зменшенням крупності зерна збільшується його зольність, що зменшує вихід борошна та знижує його якість [1, 72, 182].

Натура зерна залежить від сферичності, крупності, стану поверхні зерна, наявності домішок, вологості, склоподібності, зольності [1, 72]. Вона характеризує виповненість зерна і є ознакою його борошномельності. Дрібне, проте виповнене зерно має щільніше укладання, таке як і велике або навіть більше, що за однакової питомої маси зумовлює рівну або більшу натуру. Більша натура вказує на кращу структуру ендосперму, а, отже, поліпшує борошномельні властивості зерна. Чим вища натура зерна, тим вищий вихід готового продукту. Натура зерна пшениці м'якої змінюється від 620 до 870 г/л [78]. Відповідно до ДСТУ 3768:2010 [68] для зерна пшениці м'якої цей показник може бути у межах 690–760 г/л залежно від класу.

Пшениця спельта характеризується малою натурною масою. Так, за результатами досліджень Г. І. Подпрятова та Н. О. Ящук [181] натура зерна пшениці спельти становила 665 г/л, у дослідженнях І. О. Полянецької [184] – 675 г/л, І. Ю. Ткаченка [222] – 720 г/л.

За даними В. Г. Мінеєва [152] відношення між натурною масою зерна і масою 1000 зерен може бути різним. У маси 1000 зерен пшениці від 15 до 40 г існує тісний зв'язок між цими показниками. Збільшення ж її від 40 до 60 г майже не змінює натуру зерна.

Маса 1000 зерен пшениці додатково характеризує крупність зерна, чим більше її значення, тим кращі технологічні властивості має зерно. Показник маси 1000 зерен залежить від геометричних характеристик: крупніше за розмірами зерно, зазвичай, має більшу масу 1000 зерен [31, 71, 75, 281]. Маса 1000 зерен корелює з крупністю зерна, його склоподібністю, щільністю, вмістом ендосперму [1, 74, 137] і змінюється від 36,5 до 50,2 г [259, 270].

За даними N. Sarouchová [245], J. Waga та ін. [294] маса 1000 зерен пшениці

спельти від 52 до 54 г, а в дослідженнях К. Verirszcz і W. Budzynski [238] – від 51,7 до 57,1 г.

За результатами досліджень Г. І. Подпрятова та Н. О. Ящук [181] цей показник в середньому складав 41,7 г. Проте Ж. М. Новак [158] з'ясовано, що маса 1000 зерен змінювалась від 36,2 до 48,5 г залежно від погодних умов і ліній пшениці спельти.

Склоподібність характеризує круп'яні та борошномельні властивості зерна. З цим показником зазвичай пов'язують фізико-механічні властивості зерна – кількість утворених крупок, характер вимелювання і відділення оболонки від ендосперму, просіювання борошна, а також структуру (сипка або крохмалиста) і частково колір борошна, оскільки він пов'язаний з крупністю. Склоподібні зерна краще розмелюються, тому вихід борошна зі склоподібного зерна пшениці вищий, ніж з борошнистого [102]. Склоподібне зерно пшениці в порівнянні з борошнистим має більшу міцність, менше подрібнюється при луценні, шліфуванні і з нього одержують більший вихід крупи вищої якості [142, 185].

У склоподібному зерні крохмальні зерна, що заповнюють клітини, міцно і щільно пов'язані між собою проміжною азотовмісною речовиною. Між крохмальними зернами борошнистих клітин ця проміжна речовина представлена менш щільно або зовсім відсутня, в результаті чого виникають зони, заповнені повітрям [198]. Склоподібні пшениці дають більший вихід борошна, особливо вищого сорту. У склоподібній пшениці ендосперм має монолітну масу і складається з крохмалю та білкових речовин, останні переважають, а крохмаль міцно зв'язаний з білком. Склоподібність зерна пшениці м'якої залежно від сорту становить 31–72 % [52, 96, 186]. У пшениці спельти цей показник може змінюватись від 66 [181] до 93 % [184], що визначається особливостями сорту та погодними умовами [82].

Пшениця спельта зазвичай відзначається високим вмістом клейковини, проте вона більш розпливчаста і менш еластична, ніж клейковина пшениці м'якої [84, 235, 266, 279, 290]. Вміст клейковини в зерні пшениці спельти істотно змінюється залежно від сорту [241, 282]. Так, за даними Т. Воjňanská і Н. Frančáková [241]

рівень цього показника в зерні пшениці спельти варіював від 10,8 до 30,6 %. Проте, за результатами досліджень А. Ceglińska [246] цей показник становив 51,6 %. Подібні результати отримано і в дослідженнях В. І. Дробот [57], А. К. Нінієвої [156], М. Lacko-Bartošová [261], Н. Zielinski [297], Z. Kohajdová [257].

Основними властивостями, що лімітують виробництво зерна пшениці високої якості є вміст у ньому білка і клейковини. Між цими показниками встановлено пряму сильну кореляційну залежність [5, 231].

Дослідженнями ряду вчених [39, 58, 95, 279] встановлено, що якість клейковини пшениці спельти становить 90–120 од. п. В.Д.К. і відповідає другій–третьій групі якості – задовільно та незадовільно слабка. Внаслідок чого об'єм хліба, випечений з борошна пшениці спельти, менший.

Проте біологічна цінність клейковини пшениці спельти вища, ніж пшениці м'якої, оскільки містить більше легкозасвоюваних компонентів [241, 279, 290].

Отже, існує високий потенціал підвищення якості зерна, основним шляхом якого є підбір сорту й агротехнології з урахуванням погодних умов вегетаційного періоду. Ці напрями є найважливішими в управлінні якістю зерна пшениці спельти.

Зерно пшениці спельти характеризується високою харчовою цінністю, що є підставою отримувати круп'яні продукти, хлібобулочні та кондитерські вироби з метою виробництва конкурентоспроможної продукції з покращеними функціонально-технологічними властивостями [51, 255]. Тому в умовах постійного збільшення асортименту пшениці спельти та обсягів виробництва виникає необхідність удосконалення технології переробки її зерна.

### **1.3 Технології переробки зерна пшениці спельти**

Підвищення вмісту білка в раціоні людей – важливе завдання сьогодення. Одним зі шляхів його вирішення є пошук альтернативних видів зернової сировини з його високим вмістом. Перспективною є розробка круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти [84, 87].

За даними Інституту харчових продуктів і харчування зернові продукти забезпечують близько 30 % потреби в енергії за рахунок в їхньому складі 30 % білка і 55 % вуглеводів [275].

Нині у світі з пшениці спельти виробляють борошно, крупу, пластівці, сухі сніданки, макаронні вироби, хліб, хлібці, печиво, бісквіт, спирт, пиво, тощо [242, 265, 266–268]. З борошна пшениці спельти випікають хлібобулочні вироби дієтичного призначення [235, 245, 294]. Завдяки вищому вмісту білка і харчових волокон макаронні вироби з борошна пшениці спельти мають високі харчові та дієтичні властивості [265, 266, 280].

Одним із важливих продуктів харчування є крупа злакових культур. Серед інших продуктів вона посідає важливе місце у харчуванні населення України. Різні види круп відрізняються за формою, розміром, кольором, структурою та смаковими якостями, які залежать від хімічного складу, засвоювання вуглеводів, білків і жирів, енергетичної цінності, органолептичних показників і особливостей використання [117, 140, 148, 175].

Пшениця спельта є перспективною сировиною для виробництва круп, борошна, випікання хлібобулочних виробів, сухої клейковини, спирту, що вимагає специфічних технологічних властивостей зерна для отримання цих продуктів [29, 219]. Тому в умовах постійного зростання сортименту пшениці спельти та збільшення площ її вирощування, дослідження можливості та доцільності виробництва круп'яних продуктів, визначення їх кулінарних властивостей є актуальним. Крім того, дослідження таких якостей у зерна спельти проводилось лише на початку минулого століття з місцевими її формами.

Швейцарськими вченими [291] встановлено, що всі харчові продукти, що отримують з пшениці спельти сприяють покращенню імунної системи організму. Захисні сили людини проти алергенних білків зміцнюються, а організм стає до них менш сприйнятливий.

В Україні борошно із зерна пшениці спельти практикують для виробництва хлібобулочних і кондитерських виробів. Проте, його використання обмежують низькі хлібопекарські властивості та плівчастість зерна [249].

Борошно спельти додають до пшеничного для покращення якості хліба [241]. Зарубіжні вчені прийшли до висновку, що тісто з борошна пшениці спельти характеризується низькою стійкістю, меншою пружністю і більшою розтяжністю. Воно дуже м'яке і липке після замісу, тому його обробка є складнішою, а об'єм хліба зазвичай менший порівняно з борошном пшениці м'якої [234, 240, 258, 279, 282].

Враховуючи, що борошно зі спельти має високу харчову цінність і низькі хлібопекарські властивості, його доцільно використовувати в композиційній суміші з вівсяними пластівцями, сухою пшеничною клейковиною, а також добавляти під час замісу тіста аскорбінову кислоту. Хліб з цієї суміші має високу якість і може бути функціональним продуктом харчування [56, 57, 241].

**1.3.1 Технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти.** В багатьох країнах спостерігається тенденція розширення асортименту круп'яних продуктів різного призначення. Це досягається за рахунок впровадження у виробництво зерна нових культур і сортів круп'яних культур [86, 297].

Серед інших продуктів крупа посідає важливе місце у харчуванні. У 2003 р. в Україні було виготовлено 294 тис. т круп'яних продуктів, а в 2015 р. – 347 тис. т [17, 148]. Якість крупи визначається її хімічним складом, технологічними та споживними властивостями. Особливістю хімічного складу крупи є вищий вміст вуглеводів (65–77 %), тому її енергетична цінність становить 1,3–1,5 МДж у 100 г [86, 117, 141, 179, 182].

Аналіз джерел літератури свідчить, що технологічні властивості зерна пшениці спельти подібні до зерна пшениці м'якої та вказують на можливість використання її для виробництва пшеничних круп типу Полтавська, Артек, тому за основу вдосконалення технології переробки її зерна обрано технології переробки зерна пшениці м'якої та твердої [111].

Відповідно до «Правил...» [111] крупу «Полтавську» та «Артек», отримують після очищення зерна пшениці твердої на трьох очисних системах, зволоженням водою до 14,5–15,0 % і відволоженням від 30 до 120 хв зерна пшениці твердої.

Після цього зерно луцать на двох системах з наступним його шліфуванням і поліруванням на трьох системах. Під час виробництва круп'яних продуктів виконують додаткове очищення сировини, водотеплове оброблення, луцання, контроль проміжних продуктів, подрібнення та фасування.

Технологія переробки зерна пшениці м'якої включає проведення аналогічних технологічних операцій [111].

Швидкорозварювану крупу з виходом 55–65 % отримують із крупи «Полтавської № 1, 2 і 3». Технологічні операції включають проведення зважування, контрольне просіювання сировини, зволоження до 25–27 %, первинне відволоження в шнеках упродовж 40 хв, пропарювання вологих круп у шнекових пропарювачах безперервної дії за тиску насиченої пари 0,1 МПа та експозиції 3 хв. Після чого проводять повторне відволоження впродовж 40 хв, а потім підсушування до вологості 23–25 %. Плющення виконують на вальцових верстатах за диференціалу 1 : 1, сушіння плющених крупів до вологості не вище 14 %, просіювання, фасування та пакування продукту [111].

**1.3.2 Характеристика основних технологічних операцій під час виробництва круп'яних продуктів.** Очищення зерна від домішок є важливою технологічною операцією, що впливає на вихід та якість готового продукту. Зерно, яке спрямовується до зерноочищувальної дільниці круп'яного заводу, повинно відповідати встановленим нормам якості. Для цього його попередньо очищають (у разі підвищеної вологості підсушують) і формують партії зерна. Необхідно забезпечити формування партій, однорідних за якісними технологічними і круп'яними властивостями [74, 138, 182].

Основні вимоги до очищення зерна в зерноочисному відділенні круп'яного заводу полягають у максимальному відокремленні сміттєвих домішок за допомогою очисних машин (сепаратори, трієри, аспіраційні колонки та ін.) [73, 74, 146].

Важливим засобом покращення технологічних властивостей зерна є його водотеплове оброблення (ВТО) в процесі підготовки до луцання. Обґрунтування оптимальних режимів ВТО зерна в технологічних процесах виготовлення круп є

важливим інженерним завданням. Воно полягає в одночасному впливі на зерно води, пари і тепла для спрямованої зміни властивостей оболонки і ядра. За оптимального режиму ВТО зерна в процесах виготовлення круп оболонки легко відділяються від ядра, воно менше дробиться, а тому отримують більше круп ядриці [79, 224].

Відволожування зерна проводять для рівномірного розподілу вологи в зерні та забезпечення проходження оптимальних фізико-хімічних змін у структурі зернівки [203, 205].

Загальна тривалість ВТО зерна складається із двох етапів. Перший відповідає за зволоження зерна та первинні структурні зміни в кожній зернівці, а другий – зумовлює завершення всіх структурно-механічних і біохімічних процесів у зернівці [49, 144].

Технологічні процеси виготовлення круп, технології та устаткування для цього досліджуються віддавна і широко описані в науковій літературі [32, 146, 190, 195].

У працях Я. Н. Куприці [115, 116] вказується, що тривалість відволожування зерна кожного виду має своє оптимальне значення. Водотеплове оброблення є невід'ємною складовою сорткових помелів. Воно зумовлено тим, що комплексний вплив на зерно водою з наступним відволожуванням зерна призводить до зміни його фізико-хімічних властивостей. В результаті ВТО відбувається зниження щільності зерна, тобто спостерігається розпушування первісної щільної структури ендосперму. Це відбувається в результаті руйнування ендосперму мікротріщинами, що зумовлено проникненням вологи всередину зернівки, зміни надмолекулярної структури біополімерів зерна і конформації їх макромолекул, а також внаслідок протікання гідролітичних біохімічних процесів [70].

За даними В. Е. Гаро [27] важливе значення має кількість водорозчинних білків під час формування консистенції ендосперму. Набухання гідрофільних біополімерів за водотеплового оброблення зерна є однією з причин змін його технологічних властивостей.

Ступінь перетворень структурно-механічних властивостей зерна та зміни



його щільності залежать від режимів оброблення – тривалості зволоження, відволоження, ступеня зволоження, тривалості оброблення та мікроструктури ендосперму.

Одним із показників, що комплексно характеризує мікроструктуру зерна, є його твердість. Встановлено, що твердість є сортовою ознакою і не залежить від склоподібності [188].

Взаємодія зерна з парою залежить лише від умов взаємодії режимів оброблення і не залежить від технологічних особливостей зерна [27].

В умовах підвищеної вологості атмосфери зародок добре поглинає вологу з повітря, що відповідає фізіологічним потребам зернівки. Внутрішнє перенесення вологи в зерні, механізм її розподілу і технологічні властивості зерна тісно взаємопов'язані. Під час проникнення вологи у зернівку в ній відбуваються глибокі фізико-хімічні зміни, за яких частково ущільнюється структура зернівки, внаслідок чого зерно стає більш пластичним і міцнішим, що призводить до зменшення кількості подрібненого ядра на етапі його шліфування [144, 203].

Водотеплове оброблення впливає на споживні властивості крупи, тривалість варіння, консистенцію каші та її розварювання [69, 143].

Вивчаючи зберігання крупи, вчені [69, 92, 157] дійшли висновку, що крупа, отримана після ВТО, стійкіша до прогрівання та має довший термін зберігання. Крім цього, водотеплове оброблення сприяє підвищенню в крупі вмісту водорозчинних речовин, мікро- та макроелементів, що покращує її харчову цінність [69, 101].

У результаті ВТО зерна за оптимальних параметрів у крупі збільшується вміст вітамінів:  $V_1$  – на 32 %;  $V_2$  – 44; РР – на 31 % і мінеральних речовин – на 9,1 % [92].

Збільшення вологості зерна призводить до зниження ступеня шліфування, що зумовлено його структурно-механічними властивостями: вологіше зерно має вищу міцність та в'язкість, тому збільшується його стійкість до механічної обробки. Найменший вихід цілого ядра (78,1–79,8 %) давало зерно з вологістю 10 %, а найбільший – за вологості 14 % (97,2–98,1 %), що в 1,7–2,1 раза

перевищувало загальний вихід крупи вівсяної № 1 порівняно з переробкою плівкових сортів [203].

Основна технологічна операція під час виробництва крупи – лушення, суть якого полягає в механічному відділенні оболонки зерна. Лушення залежить від анатомічних особливостей зерна (міцності ядра і оболонки та їхнього прилягання до ендосперму) [94, 143, 146, 179]. Під час переробки зерна пшениці лушення проводять на двох системах оббивних машин з абразивною поверхнею. Також його можна проводити на луцильних машинах типу А1–ЗШН. Колова швидкість бичів на 1-й системі повинна становити 16 м/с, на 2-й – 14 м/с, а ухил бичів відповідно 10 і 8 % [13, 74].

Існують два способи попереднього відділення оболонки від ядра, що застосовуються в промисловості – «вологий» і «сухий». Вибір способу лушення є досить актуальним. Нині застосовують «сухий» спосіб лушення [13, 153, 213].

У круп'яному виробництві шліфування здійснюється на обладнанні, що працює за принципом інтенсивного стирання оболонки [6, 146, 111]. Основним завданням етапу шліфування є видалення оболонкових часточок, що вміщують важкозасвоєвані організмом людини елементи: клітковину, мінеральні речовини, залишки важких металів, шкідливих речовин тощо. Одночасно з цим, проведення шліфування повинно забезпечувати покращення зовнішнього вигляду крупи [135, 143, 150].

Основним чинником, що впливає на ефективність лушення та шліфування є вологість зерна. Підвищення вологості сприяє різкому збільшенню пластичних властивостей зерна та частин його оболонки, низька вологість зерна перед шліфуванням призводить до значного подрібнення зерна, що знижує вихід крупи та її якість [74, 135, 179].

Одним із важливих показників виробництва круп'яних продуктів є встановлення оптимального ступеня лушення зерна, показник якого змінюється залежно від виду, оскільки зерно характеризується різним вмістом оболонки і міцністю їхнього прилягання до ендосперму.

С. М. Соц, О. С. Волошенко та І. О. Кустов [203] встановили, що для зерна

голозерного вівса індекс лущення змінюється залежно від його вологості. Підвищення вологості зерна призводить до зниження індексу лущення, що зумовлено структурно-механічними властивостями зволоженого зерна: більш вологе зерно має вищу міцність та в'язкість унаслідок чого збільшується його стійкість до механічної обробки.

Проте, за даними В. О. Моргун [149] вміст поживних речовин змінюється залежно від індексу лущення. Так, у пластівців, отриманих із круп'яного продукту з низьким індексом лущення, вміст золи становив 1,49 %, білка – 14,1, ліпідів – 1,95, пентозанів – 6,42, вітамінів В<sub>1</sub> – 0,42, В<sub>2</sub> – 0,14, В<sub>6</sub> – 0,48 і РР – 6,52 %, а шліфовані крупи містять золи – 1,39 %, білка – 11,4, ліпідів – 1,58, пентозанів – 4,93, вітамінів В<sub>1</sub> – 0,26, В<sub>2</sub> – 0,08, В<sub>6</sub> – 0,35 і РР – 4,32 %.

Аналіз відомої технології переробки зерна пшениці [111] свідчить, що шліфування ядра пшениці необхідно проводити за вологості зерна від 10 до 14 %. Така вологість дозволяє рівномірно обробляти зерно, отримувати меншу кількість подрібненого ядра та мучки кормової під час шліфування.

Шліфування зерна методом інтенсивного стирання оболонок упродовж 30 с істотно не змінює поверхні зернівок, деякі зерна частково деформуються на протилежних від борозенки частинах зернівки. Збільшення тривалості шліфування до 90–150 с сприяє більшому стиранню оболонок [114, 133, 203–206]

Під час виробництва круп'яних продуктів використовують кілька методів теплової обробки зерна, що забезпечують інактивацію гідролітичних ферментів – пропарювання під тиском, обжарювання та мікронізацію. Найбільшого поширення мають методи, що передбачають пропарювання зерна під тиском та обжарювання. Метод мікронізації є відносно новим, його застосування скорочує тривалість процесу теплової обробки зерна, проте цей метод потребує встановлення спеціального обладнання [143, 146, 177].

В Україні відсутні альтернативні методи теплової обробки зерна. Майже всі зернопереробні підприємства використовують метод пропарювання зерна за надлишкового тиску. Це забезпечує інактивацію гідролітичних ферментів і дозволяє зберегти стабільність протікання хімічних реакцій впродовж

гарантійного терміну зберігання круп'яних продуктів, також зменшує утворення подрібненого ядра та мучки кормової, сприяє покращенню кулінарної оцінки готового продукту і засвоювання, підвищується стійкість крупи під час зберігання та зменшується тривалість варіння [ 31].

ВТО зерна полягає у впливі на крупу вологи і теплоти насиченої пари під тиском для цілеспрямованої зміни властивостей крупи. Метою процесу пропарювання є зниження крихкості ядра, підвищення пластичності, що сприяє зменшенню крихкості крупи під час плющення. У процесі пропарювання крупа зволожується і нагрівається, пара конденсується на поверхні ядра. Конденсація супроводжується великим виділенням тепла, що прогріває ядро. Подальше проникнення вологи в ядро сприяє підвищенню пластичності ендосперму в результаті збільшується вихід крупи та прискорюється її розварювання [2, 113, 118, 145, 195].

Пропарювання додатково зволожує, підігріває зерно та пластифікує ядро. Цьому сприяють окремі хімічні перетворення: клейстеризації деякої частини крохмалю, утворенню невеликої кількості декстринів, що мають властивості склеюватись [4, 94, 146].

Г. І. Євдокімовою [69] встановлено, що підвищення тиску пари і тривалості пропарювання збільшувало загальний вихід крупи на 1,1–5,4 % з підвищенням ціннішої фракції на 1,5–13,9 % за зниження виходу побічного продукту на 1,4–8,3 %.

Проте, за даними Л. Д. Бачурської та В. Н. Гуляєва [7], надмірний вміст вологи в зерні змінює його властивості в напрямку зміцнення та створюються умови, що ускладнюють плющення такого зерна.

У зв'язку з цим після пропарювання проводять підсушування крупи плющеної до вологості 25 %. Сушіння зерна призводить до видалення надлишкової вологи, підвищення міцності ядра та зниження міцності оболонки, у результаті чого зернівки не злипаються між собою [ 94, 139, 146, 147].

Отже, дослідження режиму водотеплового оброблення та розроблення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшшениці спельти дозволяє

поліпшити технологічні властивості зерна, збільшити вихід круп'яних продуктів та підвищити їхні харчові властивості.

### **Висновки до розділу**

1. Зерно досліджуваних сортів пшениці спельти істотно відрізняється за технологічними властивостями, а методи його раціонального використання не розроблено. Враховуючи технологічні властивості, зерно пшениці спельти рекомендовано використовувати для виробництва хлібобулочних виробів, у пивоварному, спиртовому, комбікормовому та круп'яному виробництві.

2. Круп'яні вироби мають важливу роль у забезпеченні населення якісним продуктом харчування, оскільки характеризуються високою харчовою цінністю, широким асортиментом, доступністю різним верствам населення. Проте пшениця спельта, як сировина для виробництва круп'яних продуктів, не досліджена.

3. Подібна будова зерна пшениці спельти і пшениці м'якої дає можливість використовувати типові обладнання, проте технологія виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти потребує глибоких досліджень та розроблення.

4. В науковій літературі має місце недостатнє обґрунтування схеми, режимів підготовки та переробки зерна пшениці спельти в круп'яні продукти. Обмежена кількість досліджень режимів зволоження та відволоження зерна пшениці спельти перед лущенням, що і визначило задачі наших досліджень.

## **РОЗДІЛ 2**

### **УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дисертаційна робота виконана впродовж 2013–2015 років в умовах науково-дослідної лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна та лабораторії масових аналізів (свідоцтво про реєстрацію № А 06–203) Уманського НУС.

#### **2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови в роки проведення досліджень**

Продуктивність сільськогосподарського виробництва визначається станом земельних ресурсів. У структурі земельного фонду України переважають чорноземні ґрунти (57 % в складі сільськогосподарських угідь і 67 % – ріллі), темно сірі опідзолені і сірі лісові ґрунти (відповідно 11,4 і 12,2 %), які характеризуються задовільними агрофізичними та фізико-хімічними властивостями і придатні для вирощування високих урожаїв зерна районуваних культур [154, 221].

У межах Лісостепу України залягають чорноземи опідзолені на площі 2,02 млн га, в тому числі орних – 1,75 млн га. За своїми ознаками і властивостями чорноземи опідзолені є проміжними між темно-сірими лісовими ґрунтами і чорноземами типовими. У них поєднанні ознаки типових чорноземів і темно сірих лісових ґрунтів. Спостерігається диференціація профілю, яка характерна для сірих лісових ґрунтів. Глибина гумусового горизонту зростає від 60 до 110 см. Вміст і склад гумусу змінюється з глибиною профілю. У верхній частині гумусованість більш-менш рівномірна і різко зменшується глибше 50 см. Чим важчий гранулометричний склад, тим вищий вміст гумусу.

Пшеницю спельту вирощували на дослідному полі навчально-виробничого відділу Уманського НУС, розташованому в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції України з географічними координатами за

Гринвічем 48°46' північної широти, 30°14' східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Рельєф дослідного поля має вирівняне плато водорозділу з пологими (1–2°) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Підземні води залягають на глибині 22–24 м, тому польові культури використовують вологу, що накопичується в ґрунті з атмосферних опадів. За кількістю опадів район характеризується періодичними посухами (2–3 роки, а в окремі періоди і 3–5 років за десятиліття посушливі) і відноситься до підзони нестійкого зволоження [108].

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесовидному суглинку. Ґрунти цієї різновидності займають біля 16 % загальної площі Лісостепу України і найбільше поширені в Правобережній його частині. Вони характеризуються відносною однорідністю гранулометричного і валового хімічного складу по профілю, вилуженістю його від легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів, значним накопиченням елементів живлення у гумусовому горизонті. Вміст гумусу в орному шарі 3,5–5,0 %, ступінь насиченості основами в межах 78–85 %, реакція ґрунтового розчину середньоокисла ( $\text{pH}_{\text{сол}} 6,0\text{--}6,5$ ), гідролітична кислотність – 1,9–3,3 смоль/кг ґрунту. Чорноземи опідзолені містять менше азоту та більше фосфору, ніж типові чорноземи.

Отже, властивості ґрунту, на якому проводилися дослідження і рельєф дослідного поля за своїми особливостями відповідають ґрунтовим різновидностям помірно континентальної східноєвропейської фації в межах якої можуть бути розповсюджені отримані в дослідіх результати.

За даними метеостанції Умань середньобагаторічна кількість опадів (за 1961–1990 рр.) складає 633 мм, проте в окремі роки спостерігаються значні відхилення. Оподи впродовж року розподіляються нерівномірно. В теплий період (квітень – жовтень) випадає біля 70 % річної їх кількості. За тепловим режимом клімат регіону помірно-середньо-континентальний. Безморозний період продовжується 160–170 діб. Перші осінні заморозки спостерігаються на початку жовтня. Гідротермічний коефіцієнт складає 1,1–1,2; період з середньодобовою сумою

температур, що перевищують  $10^{\circ}\text{C}$  – 2500–2700, триває 140–160 діб, а з температурою понад  $5^{\circ}\text{C}$  – 225 діб.

Весна починається переходом середньодобової температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$  і продовжується майже два місяці. Вона настає порівняно швидко, проте сніг тоне повільно і поверхневі стоки рідко бувають значними, що сприяє вбиранню більшої частини талих вод і нагромадженню запасів вологи в ґрунті у весняний період.

Літо розпочинається переходом середньодобової температури повітря через  $15^{\circ}\text{C}$ . Літній період характеризується високими температурами з середнім показником  $19^{\circ}\text{C}$  та коливаннями в окремі роки від  $17$  до  $22^{\circ}\text{C}$ . Теплий і вологий період цього сезону сприяє нормальній вегетації сільськогосподарських культур, оскільки переважаючі західні вітри приносять значну кількість опадів. В окремі роки буває літня посуха, з тривалим і значним дефіцитом опадів та підвищеною температурою повітря.

Осінь переважно тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури через  $10^{\circ}\text{C}$  спостерігається в середині жовтня. Погода стає хмарною і дощовою, відмічаються перші приморозки. Для пізньої осені характерна мінлива температура з періодичним випаданням дощу і снігу, які сприяють поповненню запасів вологи в ґрунті.

Зима переважно м'яка, з частими відлигами і хмарною погодою. Середня температура повітря в найхолоднішому місяці січні –  $6^{\circ}\text{C}$ . Ґрунт часто розмерзається, що сприяє кращому засвоєнню зимових опадів. Під час відлиг температура підвищується до  $+9\dots+12^{\circ}\text{C}$ , що супроводжується утворенням крижаної кірки [108].

У цілому кліматичні умови регіону сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур помірного поясу.

Погодні умови (рис. 2.1, 2.2) за період проведення досліджень (2013–2015 рр.) були нестабільними порівняно з середньобагаторічними показниками, однак оптимальними для формування високої продуктивності пшениці спельти.



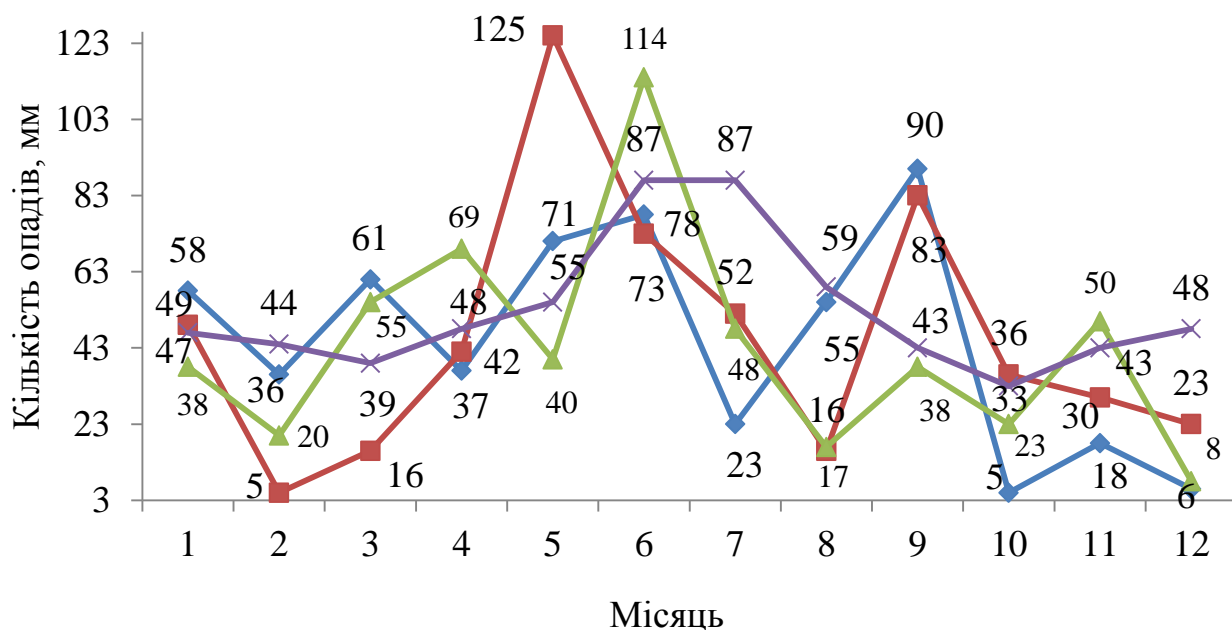


Рис. 2.1 Кількість опадів в роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань):

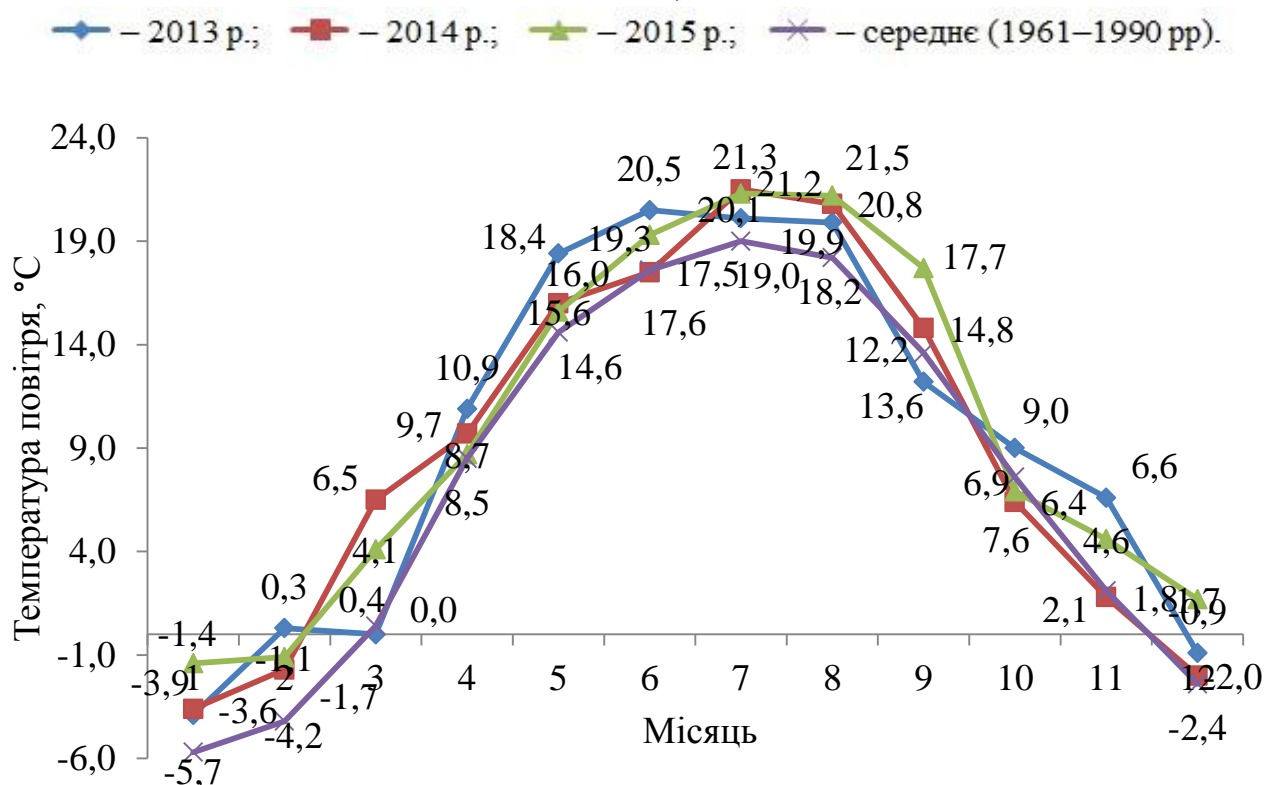


Рис. 2.2 Температура повітря в роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань):

— 2013 р.; — 2014 р.; — 2015 р.; — середнє (1961–1990 рр.).

Так, вони за роки проведення досліджень характеризувались різкими змінами опадів і температури повітря. У березні 2013 року опадів випало в 1,6, а в травні – в 1,3 раза більше порівняно з середньобогаторічним показником, що сприяло швидкому росту і переходженню фаз розвитку пшениці спельти. Температура повітря при цьому була на 25–28 % вищою порівняно з середньобогаторічними даними. У червні утримувалась жарка погода, але вологість ґрунту була не критична. В третій декаді червня випало 46 мм опадів, що значно посилює ріст пшениці спельти. Збирання врожаю в липні проходило за сприятливих погодних умов.

Погодні умови 2014 р. характеризувались достатньою кількістю опадів. Так, за період квітень – липень випало 292 мм опадів, що на 10 % більше порівняно з середньобогаторічним показником. Проте цей рік характеризувався нижчою температурою повітря та ґрунту після відновлення весняної вегетації, що зумовило одержання дещо нижчого врожаю порівняно з 2013 р.

Сума опадів за рік була найменшою у 2015 р., коли випадало відповідно 520 мм, що в 1,2 рази менше порівняно з середньобогаторічним показником (633 мм). У цей рік випала значна кількість опадів під час весняно-літньої вегетації – 271 мм, за період з квітня до липня.

Таким чином, погодні умови в роки проведення досліджень були типовими для регіону. Відхилення в окремі періоди вегетації пшениці спельти за кількістю опадів, температурними режимами і відносною вологістю повітря істотно не впливали на загальний її продукційний процес формування якості врожаю.

## **2.2 Програма досліджень**

Відповідно до раніше поставлених нами задач розроблена структурна програма проведення дослідження (рис. 2.3), у якій наведено схему проведення дослідження і основні етапи роботи. Під час організації експериментів використовувався метод системного підходу до об'єктів дослідження, що характеризується взаємопов'язаним аналізом різних етапів роботи.

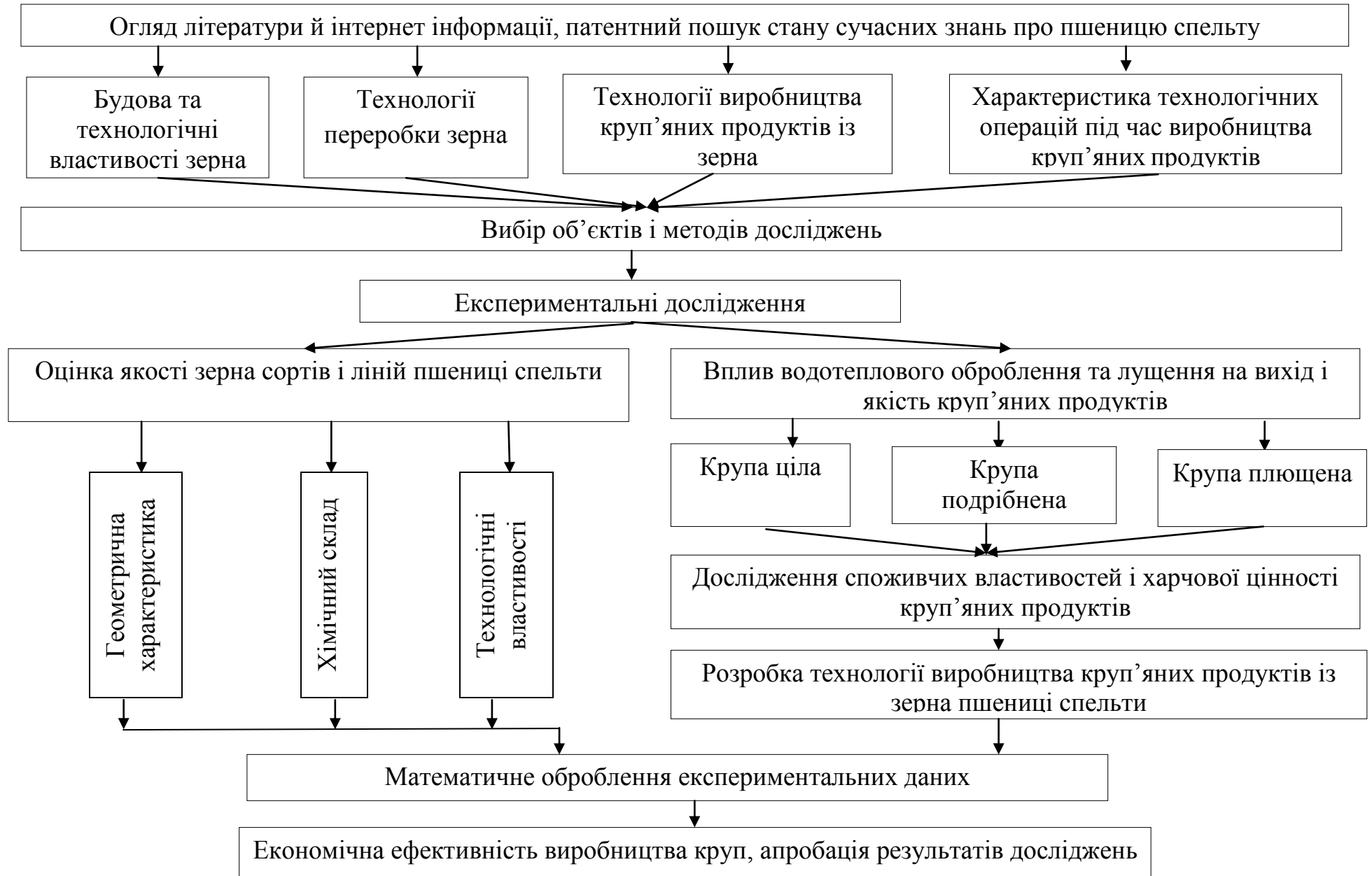


Рис. 2.3 Програма досліджень

## 2.3 Методика досліджень

### Дослід 1. Оцінка якості зерна сортів і ліній пшениці спельти

Для проведення досліджень взято зерно сортів пшениці спельти – Європа, NSS 6/01, Schwabenkorn, Австралійська 1, Frankenkorn і ліній LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124, LPP 3435, LPP 1224, LPP 3117, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*. Контроль – районований сорт пшениці спельти Зоря України (st) (рис. 2.4).

Сорти NSS 6/01 (Serbia), Schwabenkorn (Austria), Franckenkorn (Austria), Австралійська 1 (Australia) не є оригінальними сортами України (мають закордонне походження), проте були адаптовані до вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.

Для дослідження брали проби зерна масою 2 кг у триразовому повторюванні. Вологість зразків зерна 12,0–12,5 %.

Геометрична характеристика – лінійні розміри зернівки, їхній об'єм, площу зовнішньої поверхні, питому поверхню, об'єм поверхневих шарів, сферичність визначали вимірюванням та розрахунками.

Об'єм зернівки розраховували за формулою

$$V_0 = kabl, \quad (2.1)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує форму зерна (для зерна пшениці – 0,52);

$a$  – ширина, мм;

$b$  – товщина, мм;

$l$  – довжина, мм.

Площу зовнішньої поверхні зернівки розраховували за формулою

$$F = 1,12a^2 + 3,76b^2 + 0,88l^2 - 10, \quad (2.2)$$

де  $a$  – ширина, мм;

$b$  – товщина, мм;

$l$  – довжина, мм.



Зоря України (st)



Європа



NSS 6/01



Schwabenkorn



Австралійська 1



Franckenkorn



LPP 3218



LPP 1305



LPP 3132



LPP 3124



LPP 3435



LPP 1224



LPP 3117

Рис. 2.4 Сорти та лінії пшениці спельти

Питому поверхню зернівки розраховували за формулою

$$f = \frac{F}{V}, \quad (2.3)$$

де  $F$  – площа зовнішньої поверхні, мм<sup>2</sup>;

$V$  – об'єм зернівки ( $V$  мм<sup>3</sup>).

Об'єм поверхневих шарів зернівки розраховували за формулою

$$V_1 = F \cdot G, \quad (2.4)$$

де  $F$  – площа зовнішньої поверхні зернівки;

$G$  – товщина тканини (для зерна пшениці 0,065 мкм).

Сферичність ( $\Psi$ ) визначали за формулою

$$\psi = \frac{F_{\text{ш}}}{F}, \quad (2.5)$$

де  $F_{\text{ш}}$  – площа шару еквівалентна зерну, мм<sup>2</sup>;

$$F_{\text{ш}} = 4,83 \sqrt[3]{V^2}. \quad (2.6)$$

Вплив особливостей сорту та погодних умов на оцінку вмісту основних компонентів хімічного складу зерна оцінювали за вмістом білка, амінокислот, біологічною цінністю білка, крохмалю, жиру, клітковини.

Показником біологічної цінності білків є амінокислотний скор, що визначали за формулою [148]

$$A = \frac{M_1}{M_2} \cdot 100 \%, \quad (2.7)$$

де  $A$  – амінокислотний скор, %;

$M_1$  – вміст амінокислоти (мг) в 1 г білка;

$M_2$  – вміст амінокислоти (мг) в 1 г еталона.

Технологічні властивості зерна визначали за масою 1000 зерен, натурою, індексом розміру часточок (ІРЧ), склоподібністю, анатомічною складовою зернівки, вмістом золи, числом падання, вмістом та якістю клейковини.

Індекс розміру часточок встановлювали за кількістю подрібненого зерна, отриманого проходом сита № 64 та виражали у відсотках до маси проби, що аналізували. Зерно вважали твердозерним, якщо ІРЧ становив від 13 % до 26 %, а м'якозерним за ІРЧ більше 27 %.

Вміст ендосперму визначали за удосконаленою нами методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці» № 112304 [208], а вміст зародку та оболонок розрахунково.

## Дослід 2. Вплив водотеплового оброблення та луцення на вихід і якість круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти

### Дослід 2.1 Вплив зволоження, відволоження та луцення зерна на вихід і якість круп'яних продуктів

Крупку отримували із зерна пшениці спельти озимої сортів Зоря України та Європа. Підстава – зерно цих сортів характеризувалось високими показниками якості, мало різне походження та найпоширеніше в Україні.

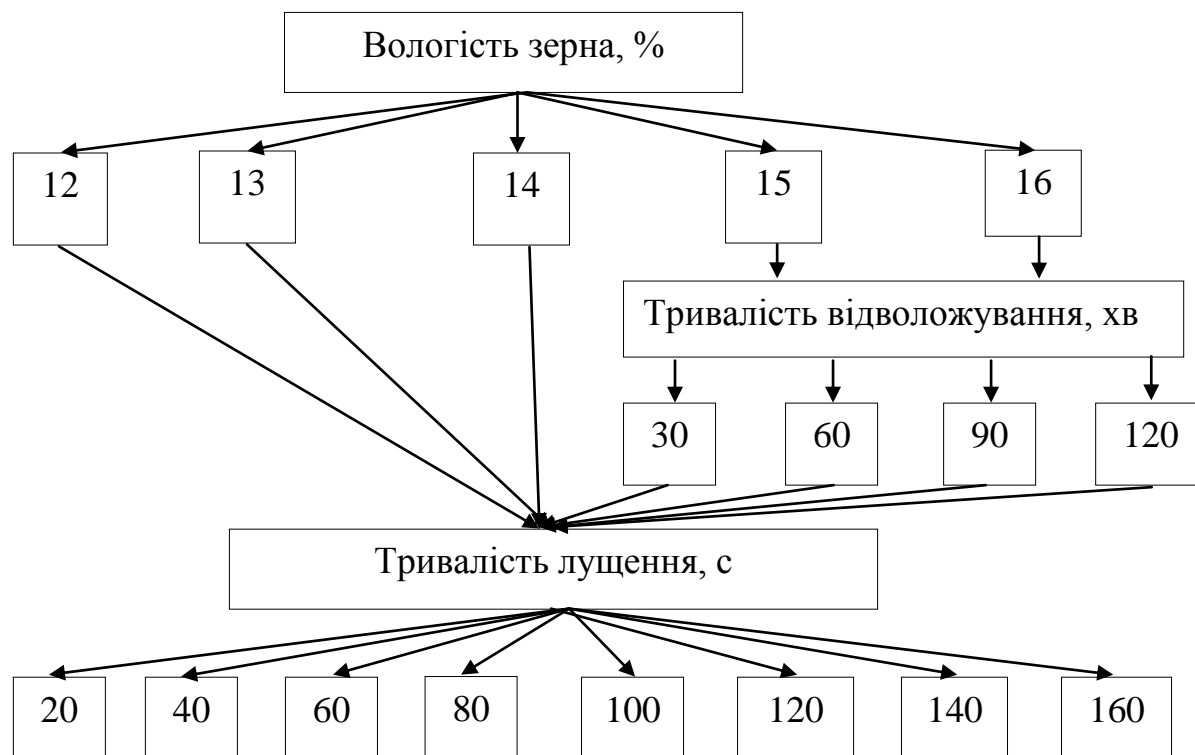


Рис. 2.5 Схема дослідження

Технологічна схема виробництва крупки із пшениці спельти № 1 у лабораторних умовах включала додаткове очищення зернової суміші пропусканням через ситовий сепаратор та аспіраційну колонку (додаток 3.1). Зволожували зерно крапельним зрошуванням. Кількість води обраховували за формулою [147]:

$$X = \frac{G(W_1 - W_2)}{100 - W_1}, \quad (2.8)$$

де  $X$  – необхідна кількість води, мл;

$G$  – маса зерна, г;

$W_1$  – необхідна вологість суміші, %;

$W_2$  – початкова вологість суміші, %.

Зволожене зерно лушили в лабораторному луцильнику УШЗ–1, що призначений для обробки поверхні зерна методом інтенсивного стирання оболонок, у процесі якого відбувається видалення плодових, насінневих оболонок, алейронового шару та частково зародку. Основними робочими органами машини є диск з абразивною поверхнею, що обертається зі швидкістю 3000 об/хв, сітчастий барабан, діаметр отворів якого складає 2,0 мм. Маса досліджуваного зразка – 100 г. Круп'яні продукти отримували луценням зерна пшениці спельти з наступним сепаруванням продуктів на лабораторному ситовому сепараторі.

Для оцінювання ефективності луцення зерна пшениці спельти використано індекс луцення, що розраховували за такою формулою [21]:

$$I_{л} = \frac{M_з - M_я}{M_з} \cdot 100, \quad (2.9)$$

де  $I_{л}$  – індекс луцення, %;

$M_з$  – маса зерна до луцення, г;

$M_я$  – маса продукту після луцення, г.

Крупку з пшениці спельти подрібнену отримували з крупи цілої на універсальній крупорушці УКР–2 (додаток 3.1). Технологічні результати оцінювали за виходом цілого зерна (схід сита Ø 2,0 мм), вмістом мучки кормової (прохід сита № 063) відповідно до вимог ДСТУ 7699:2015 «Крупи пшеничні. Технічні умови».

Варіння крупи з пшениці спельти та кулінарну оцінку каші проводили за удосконаленою нами методикою, описаною у патенті на корисну модель «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці»



№ 104152 [211] (додаток 3. 3).

Рівень кулінарної оцінки каші вважали дуже високою, якщо її оцінка становила 8,0–9,0 бал, високою – 6,6–8,0, середньою – 5,4–6,6, низькою – 4,0–5,4 дуже низькою – < 4,0 бал.

### Дослід 2.2 Вплив тривалості пропарювання, відволожування та лушення зерна на вихід і якість крупи плющеної

Для проведення аналізу взято зерно пшениці спельти сортів Зоря України та Європа.

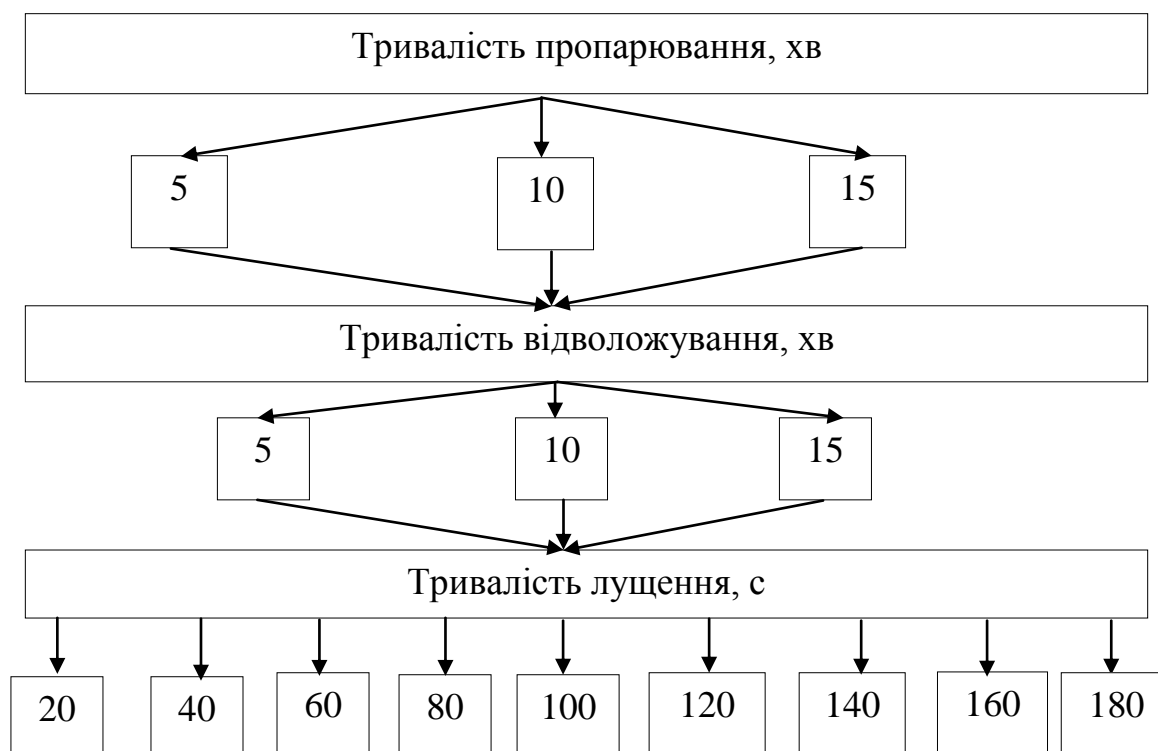


Рис. 2.6 Схема дослідження

Крупу плющеною з пшениці спельти отримували з лушеного зерна пшениці спельти (індекс лушення 0–12 %) (додаток 3.2). Лушене зерно (початкова вологість 14,1 %) пропарювали за сталого тиску насиченої пари  $0,15 \pm 0,01$  МПа в лабораторному пропарнику періодичної дії (ППД-1), спроектованого та розробленого на кафедрі технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС (рис. 2.7).

Пропарник ППД-1 складається з нагрівального елемента 8, на якому нерухомо встановлено корпус апарата 4. В нижній частині корпусу розміщено

шар рідини 7. Для запобігання втрат тиску пари, в механізмі регулювання подачі пари 6, передбачено манжетне ущільнення 5. Досліджуваний зразок 3 розміщують у нижній частині сита 2, що герметизується кришкою 1.

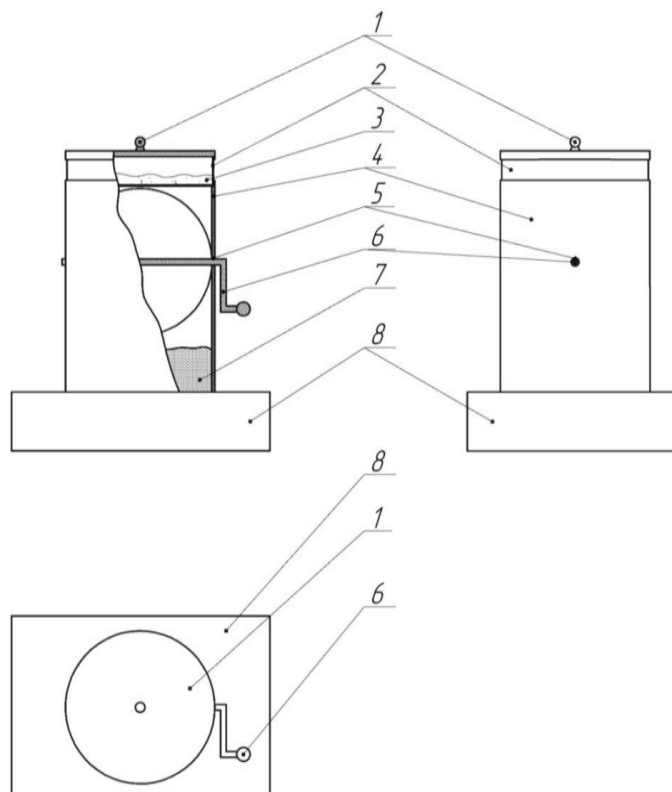


Рис. 2.7 Лабораторний пропарник періодичної дії ППД-1:

- 1 – герметична кришка; 2 – сито; 3 – шар зерна; 4 – корпус пропарювача;  
 5 – манжетне ущільнення; 6 – механізм контролю подачі пари; 7 – шар води;  
 8 – нагрівальний елемент.

Принцип роботи пропарника періодичної дії полягає в тому, що нижня частина робочої зони апарату заповнюється водою до мітки максимального рівня. Ручка механізму контролю подачі пари встановлюється в горизонтальне положення, що поділяє робочу зону на дві частини. Нагрівання продовжували до встановлення робочого тиску насиченої пари в нижній частині робочої камери. Після цього переводили ручку механізму контролю подачі пари у максимально вертикальне положення, що призводить до миттєвого вирівнювання тиску в обох камерах ( $0,15 \pm 0,01$  МПа).

Циліндр з дослідним зразком уміщували в робоче положення перед подачею

пари для запобігання попереднього нагрівання зерна.

Час пропарювання контролювали електронним секундоміром з точністю до 0,5 с.

Після пропарювання циліндр разом із герметичною кришкою демонтували, досліджуваний зразок розвантажували та відволожували у термоізованому бункері. Вологість зерна перед плющенням доводили до 25 % висушуванням у сушильній установці за сталої температури 90 °С. Потім механізм контролю подачі пари переключали у закриті положення, цикл повторювався. Через 2–3 цикли рівень води контролювався, а після досягнення ним мінімального значення – поповнювався.

Плющили крупу на вальцьовій плющилці марки ВПК–200 (рис. 2.8).

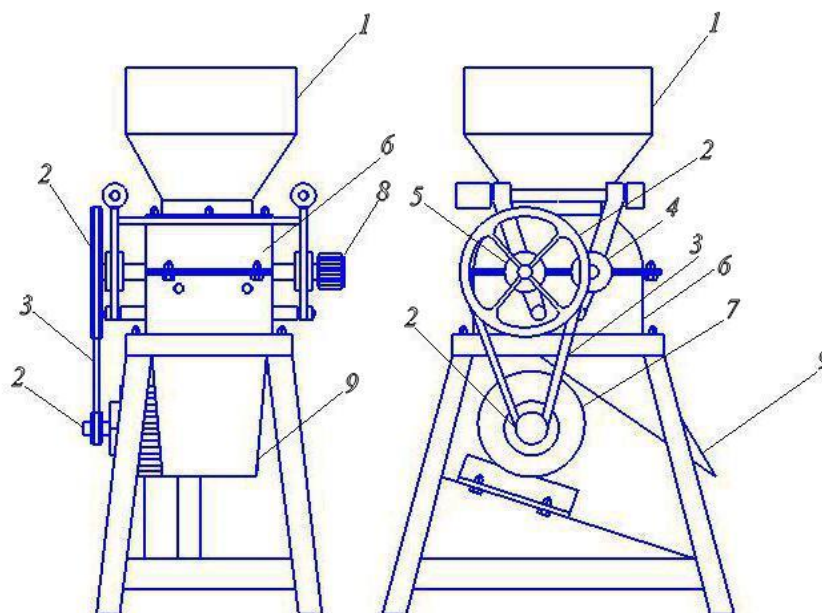


Рис. 2.8 Вальцьова плющилка ВПК – 200:

1 – бункер з шибером; 2 – шків; 3 – клиновий ремінь; 4 і 5 – вальці;  
6 – кожух; 7 – електродвигун; 8 – шестерня; 9 – розвантажувальний лоток.

Установка складається зі здавлювального вузла на рамі у вигляді двох провідних паралельних валків 4 і 5, що приводяться в дію електродвигуном 7, через ремінно-клинопасову передачу. Зверху здавлювального вузла встановлено бункер із шибером 1, знизу – розвантажувальний лоток 9.

Принцип роботи плющильної машини полягає у деформації сировини

вальцями, що кріпляться до рами через корпус підшипників з можливістю регулювання зазору між валками від 0 до 50 мм. Обидва валка – нарізні, для виключення прослизання зерна. Шибер, встановлений у направляючому завантажувальному бункері дозує подачу сировини. Під час попадання зерна між валками відбувається захоплення і втягування його в щілину між валками. Отримані в результаті цього крупі плющені випадають через розвантажувальний лоток у встановлену ємкість для готового продукту. У зіткненні з валками постійно перебувають щітки, що знімають налиплий продукт.

Валки забезпечені страхувальним пружинним механізмом, що дозволяє пропускати крізь них тверді предмети більшого розміру, що випадково потрапили без значної деформації валків і для попередження заклинювання агрегату.

Потужність електродвигуна верстата становить 1,1–2,2 кВт/год, частота обертання валу електродвигуна – 1500 об/хв, тип передачі – клинопасова, вал нарізний, частота обертання – 350–450 об/хв, продуктивність машини 100–200 кг/год.

### Дослід 2.3. Вплив особливостей сорту та лінії на вихід і якість крупі плющеної

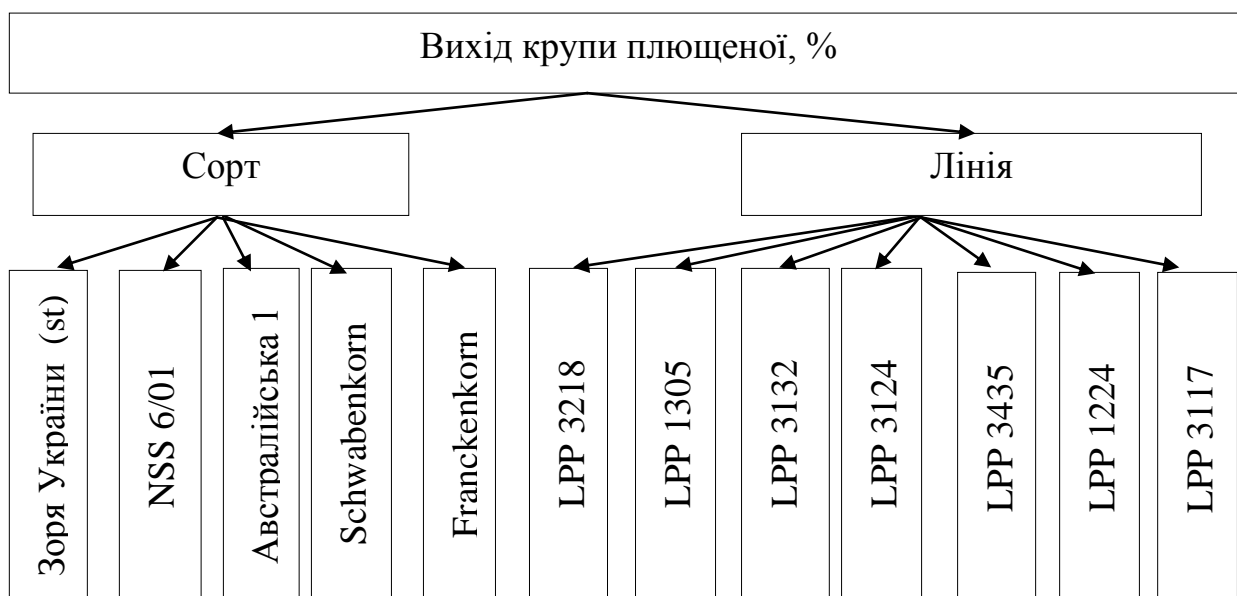


Рис. 2.9 Схема дослідження

### Дослід 2.4 Поживна цінність, безпека круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти та зміна їхньої якості впродовж зберігання

Енергія, що виділяється за окиснення 1 г жиру складає 9,0 ккал, 1 г вуглеводів – 3,75, 1 г білків – 4,0 ккал. Для отримання енергетичної цінності продукту в одиницях системи СІ використовували коефіцієнт перерахунку: 1 ккал = 4,184 кДж. Енергетичну цінність продуктів харчування розраховували на 100 г їстівної частини продукту [34, 223].

Теоретичну калорійність продукту розраховували як добуток калорійності поживних речовин і частки їхнього вмісту. Виходячи з теоретичної калорійності продукту, розраховували її фактичну калорійність множенням результату теоретичної калорійності на засвоювання у відсотках і ділення добутку на 100 [34, 215, 216].



Рис. 2.10 Схема досліджу

Круп'яні продукти зберігали в герметичних ємкостях за температури не вище +20°C та відносної вологості повітря не вище 75 % впродовж дев'яти місяців.

## 2.4 Загальні методи досліджень

Використовували загальноприйняті, спеціальні технологічні, фізико-хімічні, органолептичні методи дослідження якості сировини і готового продукту, а також

методи планування та математичної обробки експериментальних даних.

У зерні пшениці спельти та крупах визначали:

- вологість – ДСТУ 29144:2009 [61];
- геометричну характеристику та вивчення анатомічних частин лабораторним і розрахунковим методами за методикою описаною Г. О. Єгоровим [75];
- форму зернівки [207];
- вміст білка – ДСТУ 4117:2007 [63];
- вміст амінокислот – методом іонообмінної рідинної хроматографії на аналізаторі амінокислот Т-339;
- вміст клітковини – ДСТУ ISO 5498:2004 [66];
- вміст крохмалю – ГОСТ 10845–98 [41];
- вміст жиру – ДСТУ ISO 7302:2003 [60];
- масу 1000 зерен – ДСТУ ISO 520:2015 [59];
- натуру зерна – ГОСТ 10840–64 [43];
- склоподібність зерна – ГОСТ 10987–76 [44];
- вміст золи – ДСТУ 4252:2003 [62];
- число падання – ГОСТ 30498–97 [40];
- вміст і якість клейковини – ДСТУ ISO 21415–1:2009 [67];
- кислотність – ГОСТ 26971–86 [42];
- кількість МАФАНМ – ГОСТ 10444.15–94 [48];
- кількість бактерій групи кишкової палички – ГОСТ 30518–97 [45];
- кількість плісневих грибів – ГОСТ 28805–90 [47];
- кількість стафілококів – ГОСТ 31746–2012 [46].

Залежність між технологічними властивостями зерна пшениці спельти визначали методом кореляційного (Multiple Regression, Correlation matrices) та дисперсійного (ANOVA) аналізів за допомогою програм Statistica 10 і Microsoft Office 2010 [12, 76, 173]. Для оцінювання тісноти зв'язку між показниками, що вивчалися, використовували коефіцієнт кореляції якщо він дорівнює одиниці, то зв'язок повний; якщо становить 0,66–0,99 – зв'язок сильний; якщо він знаходиться

в межах 0,33–0,66 – середній; якщо коефіцієнт кореляції менший за 0,33 – зв’язок слабкий [76].

Точність вимірювань та достовірність даних математично обґрунтовували на кожному етапі дослідних робіт.

Оскільки мало місце дублювання дослідів, була проведена перевірка відтворюваності експериментальних даних. Гіпотезу про постійність дисперсії шуму перевіряли, використовуючи критерій Кохрена. Перевірка цієї гіпотези давала можливість стверджувати про однорідність або неоднорідність ряду дисперсій. Під час проведення математичного моделювання використані дані, у яких ряд дисперсій був однорідним.

Розрахункове значення критерію Кохрена обчислювали за формулою

$$G = \frac{\max S_t^2}{\sum_{i=1}^N S_t^2}, \quad (2.11)$$

де  $\max(S_t^2)$  – найбільша в ряду дисперсія;

$N$  – кількість дослідів;

$i$  – індекс дослідів.

План повного факторного експерименту містив усі можливі комбінації чинників, що повторювалися на кожному рівні однаково кількість разів. Кожний чинник мав зумовлену межу вимірювання, всередині якої він змінювався дискретно чи перервно.

Метод повного факторного експерименту базується на тому положенні, що будь-яку неперервну досліджувану функцію  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , що має всі похідні в заданій точці з координатами  $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}$ , можна розкласти в ряд Тейлора:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \beta_{21} x_1 x_2 + \beta_{(n-1)} x_{(n-1)} x_n + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \dots + \beta_{nn} x_n^2, \quad (2.12)$$

де:  $\beta_0$  – значення функції відклику на початку координат  $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}$ .

Для спрощення розрахунків математичного моделювання розширену матрицю експериментів у розкодованому вигляді з середніми даними, розрахованими з урахуванням критерію Кохрена відповідно до теорії Тейлора та оброблену надбудовою Multiple Regression програми «Statistica 10» [12, 173, 192].

## РОЗДІЛ 3

### ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗЕРНА СОРТІВ І ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ

#### 3.1 Геометрична характеристика зерна

Для оцінки геометричної характеристики зернової маси використовують лінійні розміри зерна, його об'єм ( $V$ ), площу зовнішньої поверхні ( $F$ ), відношення ( $V/F$ ), форму зернівок і сферичність ( $\phi$ ). Геометричну форму та лінійні розміри оцінюють за довжиною (найбільший розмір), шириною (найбільший поперечний розмір), товщиною (найменший поперечний розмір) [83]. Всі вони взаємопов'язані один з одним і значно впливають на технологічні властивості зерна.

Г. С. Гайдаєм встановлено [26], що вміст ендосперму, натура, маса 1000 зерен, кількість клейковини та її якість, у тому числі готової продукції та товщина оболонки також змінюються залежно від лінійних розмірів зерна. Тому дослідження геометричної характеристики зерна має не тільки теоретичне, але й практичне значення. Вказані властивості істотно змінюються залежно від погодних умов та особливостей сорту.

Геометрична характеристика сортів і ліній зерна пшениці спельти детально не вивчена. За даними наших досліджень зерно сортів пшениці спельти сформовано з більшими лінійними розмірами (табл. 3.1). В середньому, за три роки досліджень, довжина зернівки становила 7,7 мм, ширина – 2,5, товщина – 3,0 мм, тоді як зерно ліній пшениці спельти, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, мало довжину 6,9 мм, ширину – 2,5, товщину – 2,9 мм.

Більшою (в 1,3 раза) між групами форм була довжина зерна. Зернівки сортів пшениці спельти були на 0,6–1,0 мм істотно довшими, за виключенням сорту Австралійська 1, в якій цей показник становив 7,1 мм. Найдовшими були зернівки сорту Зоря України і NSS 6/01. У зерна решти сортів цієї групи довжина змінювалась від 7,1 до 8,2 мм.

Із ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, найдовші зернівки



у лінії LPP 3218 (7,3 мм), найкоротші – LPP 3132 (6,7 мм), LPP 1224 (6,8 мм) і LPP 1305 (6,9 мм). Довжина зернівок решти ліній складала 7,0–7,1 мм.

Таблиця 3.1

**Лінійні розміри зернівки різних сортів і ліній пшениці спельти,  
(2013–2015 рр.), мм**

Сорт, лінія	Довжина	Ширина	Товщина
Зоря України (st)	8,3	2,5	3,0
NSS 6/01	8,3	2,2	2,7
Європа	8,2	2,6	2,9
Franckenkorn	8,1	2,4	2,6
Schwadenkorn	7,7	2,2	2,9
Австралійська 1	7,1	2,1	2,8
LPP 3218	7,3	2,5	2,7
LPP 3435	7,1	2,6	2,9
LPP 3117	7,0	2,4	2,8
LPP 3124	7,0	2,6	2,9
LPP 1305	6,9	2,6	2,9
LPP 1224	6,8	2,5	2,9
LPP 3132	6,7	2,6	3,0
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,4</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>

П. М. Жуковським встановлено [82], що дуже довгим вважається зерно, що має довжину  $\geq 9$  мм, довге – 8–9, середнє – 6–8, коротке – 5–6 і дуже коротке –  $\leq 5$  мм. Нами встановлено, що довгі зернівки формуються у сортів Зоря України, NSS 6/01, Європа та Franckenkorn (8,1–8,3 мм), а в решти досліджуваних форм пшениці спельти довжина зернівки була середньою (6,7–7,7 мм).

У середньому, за три роки досліджень, ширина зернівок пшениці спельти істотно змінювалась від 2,1 до 2,6 мм. Із сортів пшениці спельти найбільшу ширину мали зернівки сорту Європа (2,6 мм), а найменшу – Австралійська 1 (2,1 мм). Ширина зернівок решти сортів – від 2,2 до 2,4 мм. Проте найширші

зернівки були у ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*. Так, зернівки ліній LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124 і LPP 3435 були на 4 % ширші зернівок стандарту (2,5 мм). Лише зернівки лінії LPP 3117 відрізнялись на 0,1 мм за шириною зернівок порівняно зі стандартом, але це істотно.

П. М. Жуковським встановлено [82], що до дуже широких відносять зернівки, що мають ширину  $> 2$  мм, середніх – 1,2–2,0, вузьких –  $< 1,2$  мм. За цим показником зернівки всіх сортів і ліній зерна пшениці спельти були дуже широкими. Тому підбір сит для очищення зерна пшениці спельти може бути подібний до пшениці м'якої.

Найбільша товщина зернівок серед сортів, отриманих методом добору, у сорту Зоря України – 3,0 мм, у сортів Європа, Австралійська 1, Schwabekorn – 2,9 мм. Найменший цей показник у зерна сорту Franckenkorn – 2,6 мм. У ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, товщина зернівок змінювалась від 2,7 до 3,0 мм.



Погодні умови в роки проведення досліджень істотно не впливали на лінійні розміри зернівок (додаток Б.1).

Кулеподібна зернівка під час розмелу має більший вихід борошна, тому що за цієї форми вміст оболонки найменший [89].

У табл. 3.2 показано форми зернівки пшениці спельти.

Таблиця 3.2

### Форма зернівок сортів і ліній пшениці спельти

Формула	Форма зернівки		Сорт, лінія
$2a < l < 3a$ $2b < l < 3b$		видовжена	Schwabekorn, Австралійська 1, LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124, LPP 3435, LPP 1224, LPP 3117
$3a \leq l \leq 3b$		дуже видовжена	Зоря України, Європа, NSS 6/01, Franckenkorn

Примітка: *a* – ширина зернівки, *b* – товщина зернівки.

Серед сортів, отриманих методом добору, дуже видовжену форму мало зерно сортів Зоря України, NSS 6/01 і Franckenkorn ( $3a \leq l \geq 3b$ ), зерно решти сортів і ліній мало видовжену форму ( $2b < l < 3b$ ).

Переробка крупнішого зерна забезпечує більший вихід готового продукту. Розмір зерна враховують під час встановлення режиму його підготовки до помелу [121]. Ці показники корелюють з об'ємом зерна.

Об'єм зернівки має значення для розрахунку шпаруватості зернової маси, об'ємної маси, виходу готової продукції, визначення режиму очищення і переробки зерна. За даними учених [55, 105, 113] цей показник для зерна пшениці дуже варіює від 6 до 56 мм<sup>3</sup>.

За результатами наших досліджень (рис. 3.1) об'єм зернівки сортів пшениці спельти змінювався від 21,7 до 32,4 мм<sup>3</sup>.

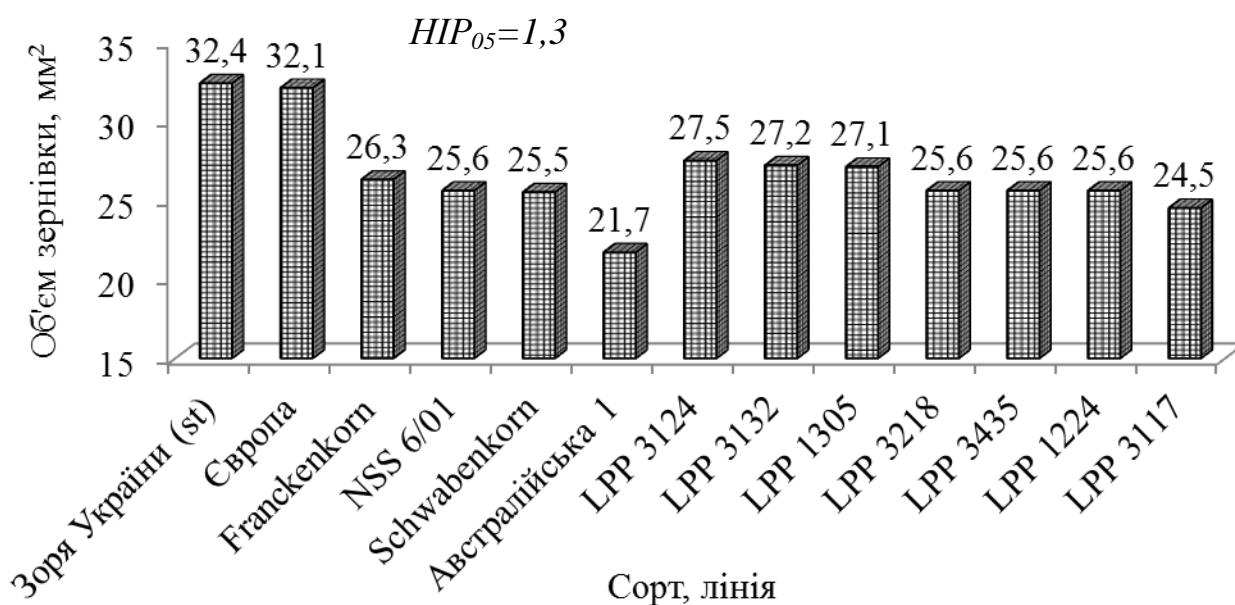


Рис. 3.1 Об'єм зернівок різних сортів і ліній пшениці спельти, 2013–2015 рр.

Найбільший, серед сортів пшениці спельти, цей показник у зернівок сорту Зоря України – 32,4 мм<sup>3</sup>, а найменшим у сорту Австралійська 1 – 21,7 мм<sup>3</sup>.

Із зерна ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum*/*Tr. spelta*, найбільший об'єм зернівок мала лінія LPP 3124 – 27,5 мм<sup>3</sup>, але на 15 % менше порівняно з контролем. Найменший він у зернівок лінії LPP 3117 – 24,5 мм<sup>3</sup>. Об'єм зернівок решти ліній змінювався від 25,6 до 27,2 мм<sup>3</sup>, проте на 5,2–6,8 мм<sup>3</sup> істотно менший

зернівок сорту Зоря України ( $HIP_{05}=1,3$ ).

Об'єм і зовнішня поверхня відіграють важливу роль в процесах зволоження, нагрівання та охолодження зерна [216]. За даними досліджень [169, 196, 227] площа зовнішньої поверхні зерна пшениці становить – 65,0–115 мм<sup>2</sup>, вівса – 64–107, тритикале 72–148, а ячменю – 58–132 мм<sup>2</sup>.

Встановлено, що площа зовнішньої поверхні зернівки пшениці спельти більша або значно більша ніж пшениці м'якої. Так, найбільшим цей показник був у зернівок сорту Зоря України (st) – 91,5 мм<sup>2</sup>, а найменшим у сорту Австралійська 1 – 68,8 мм<sup>2</sup> (рис. 3.2). У зерна решти сортів пшениці спельти, що отримані методом добру, цей показник змінювався від 79,2 до 88,4 мм<sup>2</sup> або на 4–13 % істотно менше порівняно з показником стандарту.

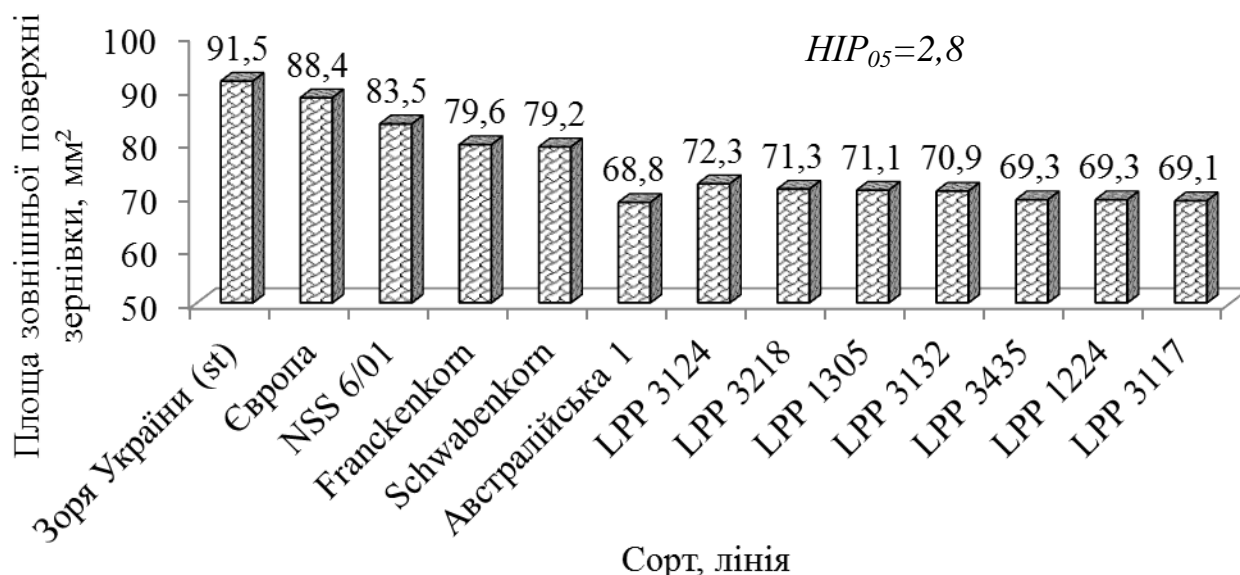


Рис. 3.2 Площа зовнішньої поверхні зернівок різних сортів і ліній пшениці спельти, 2013–2015 рр.

Зерно жодної лінії, що отримане гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, за площею зовнішньої поверхні не перевищувало стандарт і було меншим на 22–25 %. Найбільшу площу зовнішньої поверхні мали зернівки лінії LPP 3124 (72,3 мм<sup>2</sup>), а найменшу – LPP 3435, LPP 1224, LPP 3117 і становила відповідно 69,3, 69,3 і 69,1 мм<sup>2</sup>. У зерна решти сортів і ліній показник зовнішньої поверхні змінювався від 70,9 до 71,3 мм<sup>2</sup>.

У зерні пшениці спельти між площею зовнішньої поверхні та об'ємом

зернівки встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок ( $r = 0,70 \pm 0,02$ ), що описується рівнянням регресії:  $y = 5,65 + 0,27x$ , де  $y$  – об'єм зернівки, %;  $x$  – площа зовнішньої поверхні, % (рис. 3.3).

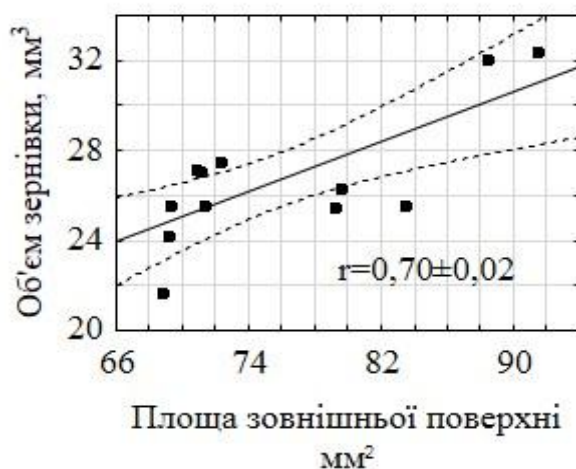


Рис. 3.3 Кореляційна залежність між площею зовнішньої поверхні та об'ємом зернівки

Показник питомої поверхні зерна має важливе значення під час його сушіння, оскільки від нього залежить інтенсивність теплообміну та дифузія вологи в зерні [162]. В результаті проведених досліджень встановлено, що серед сортів пшениці спельти, найменшу питому поверхню мали зернівки сорту Європа – 2,7 од. (рис. 3.4).

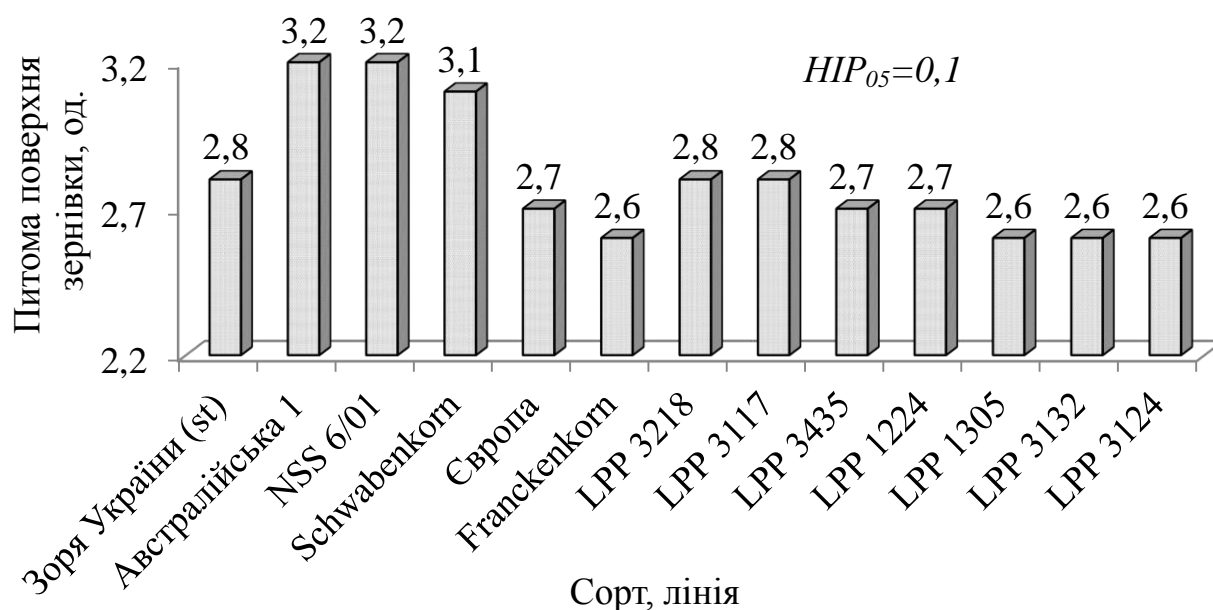


Рис. 3.4 Питома поверхня зернівок різних сортів і ліній пшениці спельти, 2013–2015 рр.

У зернівок решти сортів цей показник перевищував показник стандарту на 0,2–0,4 пункти або на 7–14 %. Серед зерна ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, лише зернівки ліній LPP 3218 і LPP 3117 мали питому поверхню на рівні стандарту – 2,8. У зерна решти ліній цей показник змінювався від 2,6 до 2,7 од..

Об'єм поверхневих шарів зернівки пшениці спельти, у середньому за три роки досліджень, істотно змінювався від 4,5 до 5,9 мм<sup>3</sup> (рис. 3.5).

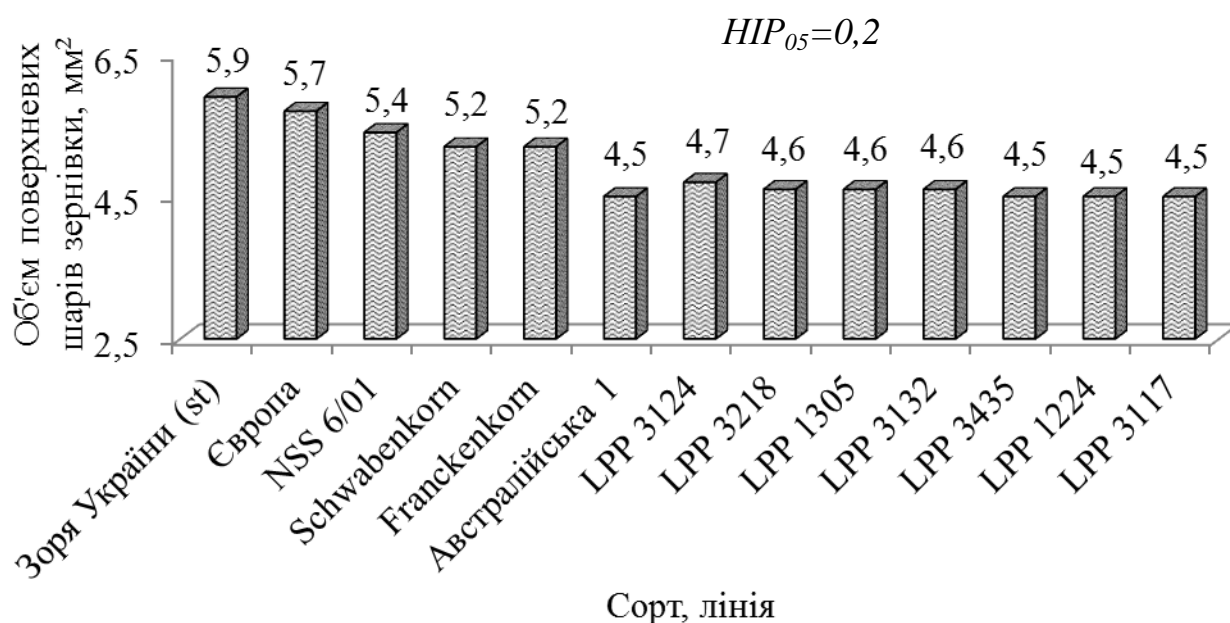


Рис. 3.5 Об'єм поверхневих шарів зернівок різних сортів і ліній пшениці спельти, 2013–2015 рр.

Серед сортів пшениці спельти найбільший цей показник був у зернівок сорту Зоря України (5,9 мм<sup>3</sup>), а найменший – у сорту Австалийська 1 (4,5 мм<sup>3</sup>), що на 24 % менше.

Зернівки ліній, що отримано гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, мали в 1,2 раза менший об'єм поверхневих шарів, порівняно із зернівками сорту Зоря України. Проте з цієї групи найбільший об'єм поверхневих шарів мали зернівки лінії LPP 3124 (4,7 мм<sup>3</sup>), а найменший (4,5 мм<sup>3</sup>) ліній LPP 3435, LPP 1224 і LPP 3117.

Враховуючи об'єм поверхневих шарів зернівки, найбільш цінними для переробки є зерно сортів Австралійська 1, ліній LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132,

LPP 1224, LPP 3117, оскільки в їхньому зерні найбільший вміст ендосперму.

Сферичність – величина, якою зручно характеризувати особливості будови зернівки [72].

Дослідженнями встановлено, що сферичність зернівок пшениці спельти змінюється в межах 0,38–0,50 (рис. 3.6). Найбільш кулястими були зернівки сорту Австралійська 1 – 0,43, а найменш – у сортів NSS 6/01 і Franckenkorn – 0,38. Сферичність зернівок усіх ліній на 2–19 % перевищували стандарт, у якого цей показник становив 0,42.

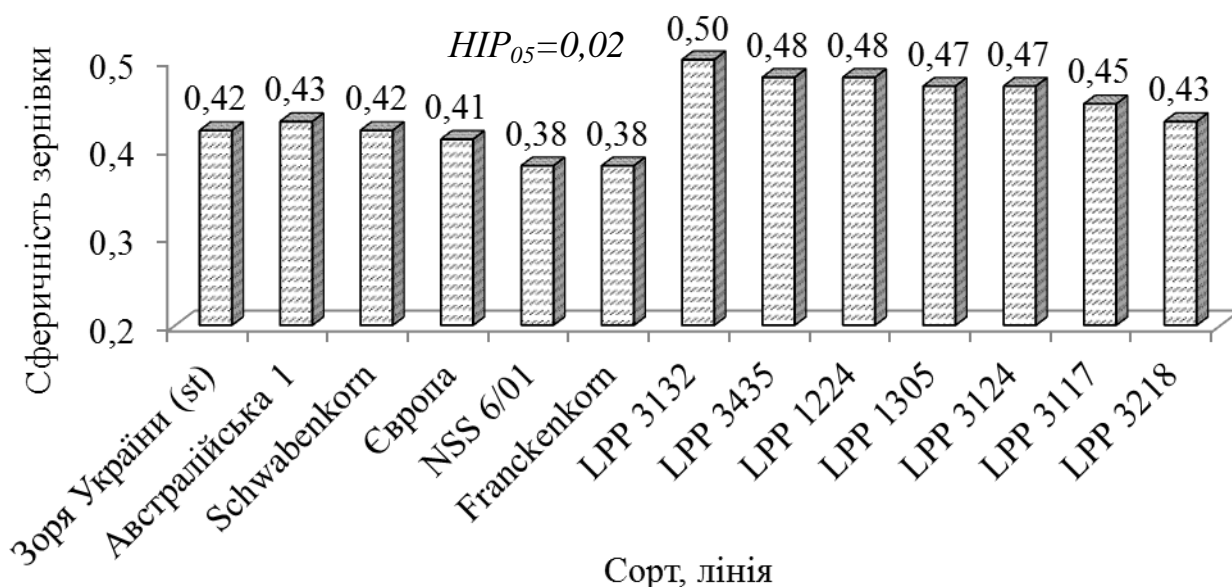


Рис. 3.6 Сферичність зернівок різних сортів і ліній пшениці спельти, 2013–2015 рр.

В результаті проведених досліджень встановлено, що фізичні властивості зерна пшениці спельти подібні до пшениці м'якої, тому аналогічно впливають на підбір сит сепараторів, а також на встановлення режимів луцильних машин.

Крім того, зерно пшениці спельти має виражені особливості роду та сорту, відповідає вимогам за зовнішніми геометричними показниками, площею зовнішньої поверхні, сферичністю, що свідчить про його придатність для механічної обробки та виготовлення крупи. Найбільші лінійні розміри визначено в зерні сортів Зоря України та Європа (довжина 8,2–8,3 мм, ширина – 2,5–2,6, товщина 2,9–3,0 мм), ці ж сорти характеризуються найбільшим об'ємом зернівки (32,1–32,4 мм<sup>2</sup>), площею зовнішньої поверхні (88,4–91,5 мм<sup>2</sup>), об'ємом

поверхневих шарів (5,7–5,9 мм<sup>3</sup>). Зерно ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, має менші геометричні показники порівняно із сортами в 1,2 раза, проте показник сферичності зерна у ліній більший, що зумовлено їхньою генетичною особливістю.

### 3.2 Хімічний склад зерна

Цінність зерна для виробництва круп'яних продуктів визначається його хімічним складом, що характеризується вмістом білка, поліненасичених жирних кислот, мінеральних речовин, вітамінів тощо.

Важливим показником якості зерна є вміст білка. Цей показник, як і вміст клейковини, визначає хлібопекарські властивості зерна, що є найважливішими господарсько-цінними ознаками сорту. Вміст білка в зерні відіграє важливу роль у житті людини, оскільки саме зерно є одним з основних джерел рослинного білка в її раціоні [10]. Білки злакових культур складають близько третини споживаного людиною протеїну [151, 201]. Дослідженнями А. Piergiovanni, G. Laghetti та Р. Perrino [276] встановлено, що середній вміст білка в зерні пшениці спельти – становить 17,1–18,0 %. За іншими дослідженнями [176, 181, 184, 246] – від 19,2 до 24,1 %.

У результаті проведених досліджень із зерном 13 зразків встановлено, що вміст білка в зерні пшениці спельти змінювався від 11,2 до 21,9 % залежно від сорту, лінії та року проведення дослідження (табл. 3.3).

П. М. Жуковським встановлено [82], що для пшениці дуже високим вважається вміст білка > 18 %, високим – у межах 16–18, середнім – 14–16, низьким – 12–14 і дуже низьким < 12 %.

У середньому за роки проведення досліджень дуже високий вміст білка був у зерні пшениці спельти сорту Зоря України та Європа (19,5–20,6 %), високий у сортів Schwabenkorn (17,6 %), NSS 6/01 (16,8 %) та лінії LPP 3218 (16,3 %), низький вміст – у ліній LPP 1224 (13,5 %), LPP 3435 (13,0 %) і дуже низький у лінії LPP 3117 (12,3 %), а в зерні решти сортів цей показник був середнім і



змінювався від 14,3 до 15,8 %.

Таблиця 3.3

**Вміст білка в зерні пшениці спельти різних сортів і ліній, %**

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	20,7	21,9	19,3	20,6
Європа	19,5	20,0	18,8	19,5
NSS 6/01	14,3	20,2	15,8	16,8
Schwabekorn	16,8	18,3	17,6	17,6
Австралійська 1	15,8	17,5	14,1	15,8
Frankenkorn	13,6	16,4	15,3	15,1
LPP 3218	16,5	16,9	15,4	16,3
LPP 1305	15,1	15,9	14,1	15,0
LPP 3132	13,8	14,6	14,6	14,3
LPP 3124	13,8	14,7	14,7	14,4
LPP 3435	12,3	13,8	12,8	13,0
LPP 1224	12,4	13,5	14,5	13,5
LPP 3117	11,2	11,7	13,9	12,3
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>	<i>0,7</i>	–

З огляду на результати досліджень, сорти пшениці спельти мали вищий вміст білка в зерні – від 15,0 до 21,3 % або в 1,3 раза більше, порівняно з лініями, що отримані гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, в яких він становив 13,0–16,7 %.

Вміст білка в зерні залежить від погодних умов [52, 222]. Висока температура повітря під час досягання зерна спельти в 2014 та 2015 роках сприяла більшому накопиченню білка, оскільки за рахунок більшого накопичення вегетативної маси рослин спельти краще реутилізувався азот, вміст білка змінювався в межах 11,7–21,9 % ( $HIP_{05} = 0,7$ ). Рівень його в зерні був істотно вищим порівняно з 2013 роком і становив 11,2–20,7 % ( $HIP_{05} = 0,6$ ).

Отже, мінливість за вмістом білка у зерні дуже значна. Найбільший вміст

білка у зерні сорту Зоря України (st) – 20,6 %, а найменший – у лінії LPP 3117 – 12,3 %, що в 2,0 раза менше порівняно з контролем. Зерно сортів пшениці спельти має більший вміст білка – 15,1–20,6 %, що в 1,3 раза вище порівняно з лініями, отриманих гібридизацією *Tr. aestivu* / *Tr. spelta* – 12,3–16,3 %.

Велике значення для оцінювання якості зерна пшениці має амінокислотний склад білка. Він у зерні пшениці спельти, порівняно з еталонним білком, бідніший на лізин та ізолейцин. Проте лізин із білка пшениці спельти засвоюється організмом людини краще, порівняно з пшеничним [232]. У зерні пшениці спельти найбільше глютамінової кислоти, але характерний відносно невисокий вміст метіоніну (1,6–1,7 мг/100 г білка) та треоніну [225, 251]. Встановлено [228, 240, 251], що амінокислотний склад білка пшениці спельти істотно змінюється залежно від сорту. Так, вміст лізину в зерні від 2,63 до 3,78 %, а сума амінокислот – від 109,1 у сорту Samanta до 141,2 % у зерна сорту Bauländer Spelz.

Встановлено, що амінокислотний склад білка істотно змінювався залежно від походження сорту та лінії пшениці спельти (табл. 3.4). Так, вміст основних амінокислот у зерні пшениці спельти змінювався від 111,8 у сорту Європа до 183,6 г/кг у сорту Зоря України (st). Білок зерна пшениці спельти найбільше містить глютамінової кислоти, проліну та лейцину. Їхня кількість відповідно складала 32,5–47,8 г/кг, 8,6–18,3 і 7,4–13,1 г/кг залежно від походження сорту та лінії пшениці спельти. Найбільшим вмістом незамінних амінокислот характеризувався білок зерна сорту Зоря України – 55,5 г/кг. В зерні сортів NSS 6/01 цей показник був істотно нижчий на 8 %, Schwabenkorn – 9, Австралійська 1 – на 14 % порівняно з зерном сорту Зоря України (st). Зерно ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, мало істотно нижчий вміст незамінних амінокислот порівняно зі стандартом. Проте, найбільший їхній вміст мав білок зерна ліній LPP 3218 – 43,8 і LPP 1305 – 42,4 г/кг, а найменший – у зерні лінії LPP 3117 – 38,1 г/кг.

Амінокислотний склад еталонного білка є збалансованим та ідеально відповідає потребам організму людини в кожній незамінній кислоті.

Таблиця 3.4

## Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти різних сортів і ліній (2013–2015 рр.), г/кг

Сорт, лінія	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Лізин	Мет+цист	Треонін	Триптофан	Фен+тир	Всього	Аланін	Аргінін	Аспарагінова кислота	Гістидин	Гліцин	Глютамінова кислота	Пролін	Серин	Тирозин	Цистин	Всього
Зоря України (st)	8,4	8,4	13,1	6,2	1,7	7,2	2,0	8,5	55,5	7,4	8,7	9,5	7,5	8,5	47,8	18,3	9,5	6,6	4,3	183,6
Європа	5,0	4,9	7,4	4,5	0,9	4,2	1,5	4,5	32,9	4,5	6,2	5,1	3,1	4,8	35,7	10,3	5,2	2,5	1,5	111,8
NSS 6/01	8,7	7,3	11,6	5,6	1,4	7,4	1,6	7,8	51,4	6,8	7,2	9,3	6,2	8,8	46,1	15,4	9,0	3,7	2,7	166,6
Schwabekorn	8,6	7,6	12,0	5,2	1,3	7,1	1,5	7,6	50,9	6,6	7,3	8,9	5,8	9,4	42,6	15,7	9,0	3,5	2,5	162,2
Австралійська 1	8,0	6,4	10,2	4,9	4,3	6,3	1,5	6,9	48,5	5,8	5,9	8,8	5,5	7,5	43,1	14,8	8,5	3,2	2,2	153,8
Franckenkorn	7,4	6,8	10,1	4,4	1,1	6,0	1,3	7,1	44,2	6,1	6,0	8,4	4,9	7,1	37,2	12,7	8,3	4,3	3,0	142,2
LPP 3218	8,1	5,5	10,6	4,0	1,4	5,0	1,4	6,0	42,0	5,7	6,0	7,9	4,3	6,3	38,1	12,0	5,6	4,8	3,0	135,7
LPP 1305	7,6	6,3	11,7	4,0	0,9	3,3	1,5	7,1	42,4	6,4	5,8	6,4	5,3	6,5	37,8	13,3	5,2	3,8	3,1	136,0
LPP 1224	6,1	6,1	8,2	4,6	1,2	4,1	2,6	6,8	39,7	5,4	6,8	6,9	5,2	6,0	32,9	11,0	4,8	3,9	2,4	125,0
LPP 3117	6,7	5,8	8,0	4,7	1,3	4,5	1,3	5,8	38,1	5,3	5,7	5,7	4,9	5,0	32,5	8,6	4,9	2,1	2,2	115,0
LPP 3124	7,8	6,2	10,9	4,4	0,8	5,6	1,5	6,6	43,8	5,8	6,2	6,9	5,8	6,8	34,0	12,6	6,1	3,2	2,3	133,5
LPP 3132	6,3	5,6	9,3	4,9	1,1	4,6	1,4	6,6	39,8	5,9	5,9	8,3	6,1	8,4	34,7	7,6	6,9	3,2	2,5	129,3
LPP 3435	6,7	5,7	8,9	5,0	0,9	3,2	1,4	7,2	39,0	5,7	6,3	7,5	6,8	6,8	34,4	8,4	4,6	3,5	2,6	125,6
HIP <sub>05</sub>	0,4	0,3	0,6	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	2,6	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	2,2	0,6	0,3	0,2	0,2	7,0

Амінокислота, скор якої має найнижче значення, називається першою лімітованою амінокислотою [148].

Визначено, що лімітованою амінокислотою в пшениці спельти є лізин і метіонін, амінокислотний скор яких від 28 % до 93 % залежно від сорту та лінії (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Амінокислотний скор білка пшениці спельти різних сортів і ліній  
2013–2015 рр, %**

Сорт, лінія	Амінокислота							
	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Лізин	Метіонін + цистин	Треонін	Триптофан	Феніланін + тирозин
Зоря України (st)	92	114	102	61	93	98	109	137
Європа	91	111	96	74	36	95	136	106
NSS 6/01	104	110	99	61	70	111	96	115
Schwabekorn	38	42	24	28	33	45	138	22
Австралійська 1	104	104	95	58	121	102	98	109
Franckenkorn	104	120	101	56	82	105	91	134
LPP 3218	119	101	112	54	93	92	103	133
LPP 1305	112	116	123	53	84	61	110	134
LPP 3132	97	108	103	69	80	89	108	126
LPP 3124	117	116	117	60	66	105	112	122
LPP 3435	107	113	101	72	80	64	111	142
LPP 1224	98	122	94	67	82	82	208	143
LPP 3117	117	126	99	74	87	98	113	114

Н. Zielinski та ін. встановлено [297], що за 5 % точності визначення вмісту амінокислот у зерні – 95 % скор вважають бездефіцитним. Отже, білок зерна сорту NSS 6/01 і ліній LPP 3124 та LPP 3117 найзбалансованіший, тому що скор

інших амінокислот бездефіцитний, а зерно решти сортів і ліній крім лізину та метіоніну мають дефіцит ще однієї або двох амінокислот.

Із досліджуваних зразків пшениці спельти білок ліній LPP 3218, LPP 1305 і LPP 3435 був найменше збалансований, оскільки лізин, метіонін і треонін були лімітованими.

Вченими [233, 252, 257] встановлено, що вміст крохмалю в зерні пшениці спельти може змінюватись від 61 до 75 % залежно від сорту та умов вирощування. G. Bonifácia та ін. [240] констатують, що крохмаль пшениці спельти краще гідролізується. Це дає можливість використовувати його в дієтичному харчуванні.

Результати досліджень свідчать, що вміст крохмалю в зерні пшениці спельти коливався від 56,9 до 63,7 % (рис. 3.7) та істотно не залежав від погодних умов року дослідження (додаток Б.2).

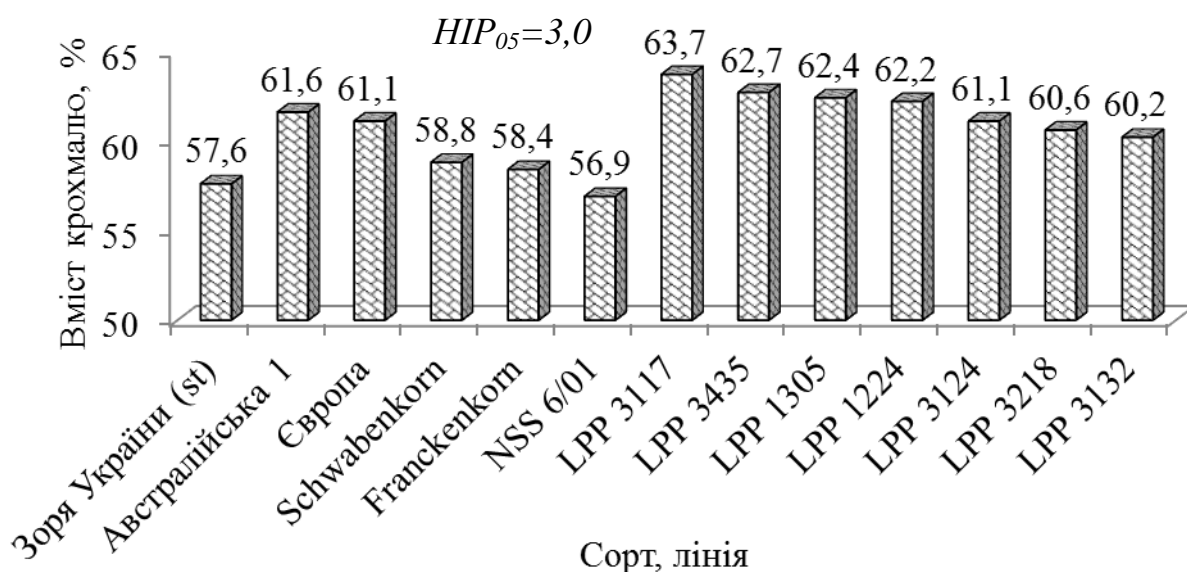


Рис. 3.7 Вміст крохмалю в зерні пшениці спельти різних сортів і ліній, 2013–2015 рр.

Лінії, отримані гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, мали вищий вміст крохмалю порівняно з сортами пшениці спельти на 5,0 %. Зерно всіх сортів пшениці спельти, крім NSS 6/01, перевищувало стандарт на 1,2–5,5 %, в якого цей показник становив 57,5 %.

Зерно ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, мало високий

вміст крохмалю – 60,2–63,7 % або на 5–11 % вище вмісту у стандарту. Найбільший вміст крохмалю мало зерно ліній LPP 3117 – 63,7 %, LPP 3435 – 62,7, LPP 1224 – 62,2, найменший – LPP 3132 – 60,2 і LPP 3218– 60,6 %.

Встановлено, що вміст клітковини в зерні пшениці спельти за сортами і лініями істотно не змінювався (рис. 3.8) та майже не залежав від року дослідження (додаток Б.3). Серед сортів пшениці спельти лише зерно сорту Австралійська 1 перевищувало стандарт на 0,1 пункта або на 4 %, а найменший вміст клітковини був у зерні сорту Європа (2,1 %), у решти цей показник був на рівні стандарту. Серед ліній отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, лише у зерна ліній LPP 3435 і LPP 1224 клітковина перевищувала вміст такої у стандарту. У решти – вміст клітковини становив 2,2 %.

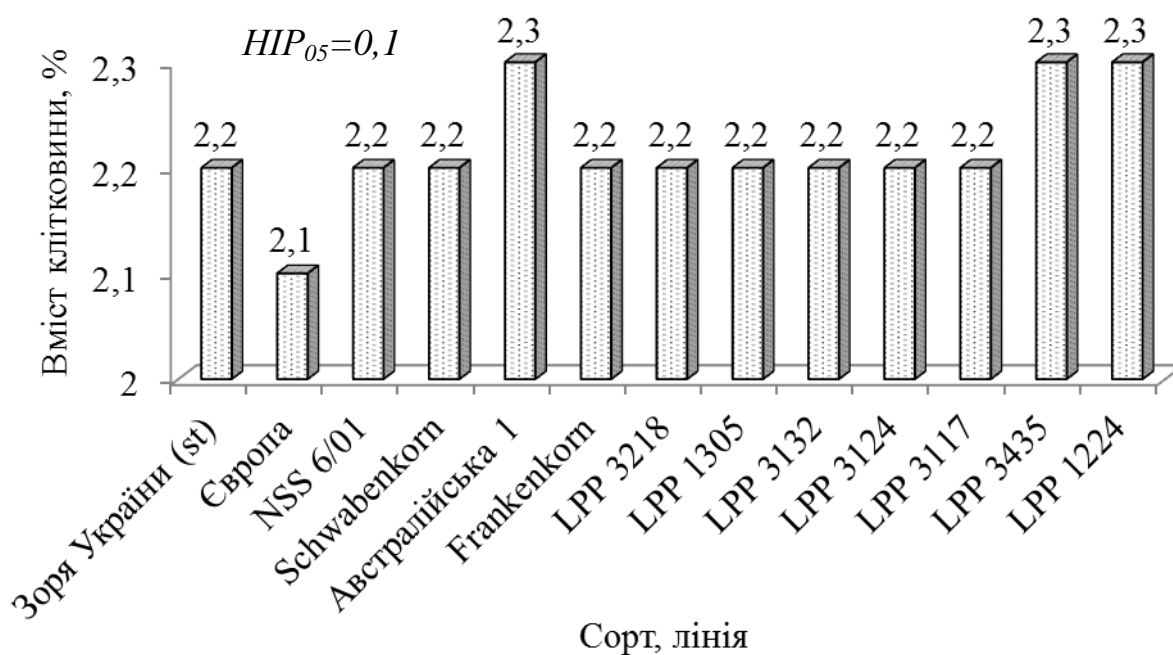


Рис. 3.8 Вміст клітковини в зерні пшениці спельти різних сортів і ліній, 2013–2015 рр.

Зерно пшениці спельти має вищий вміст жиру, ніж у зерна пшениці м'якої, особливо ненасичених жирних кислот, що присутні в ліпідній фракції [252, 265, 287]. До складу жиру в зерні входить більше мононенасичених жирних кислот. Вони мають важливе значення для роботи серцево-судинної системи. За результатами досліджень А. R. Piergiovanni [276] вміст жиру в зерні спельти, в

середньому, складав 2,01 %.

За результатами наших досліджень встановлено, що вміст жиру в зерні пшениці спельти змінювався від 1,7 до 2,1 % (рис. 3.9).

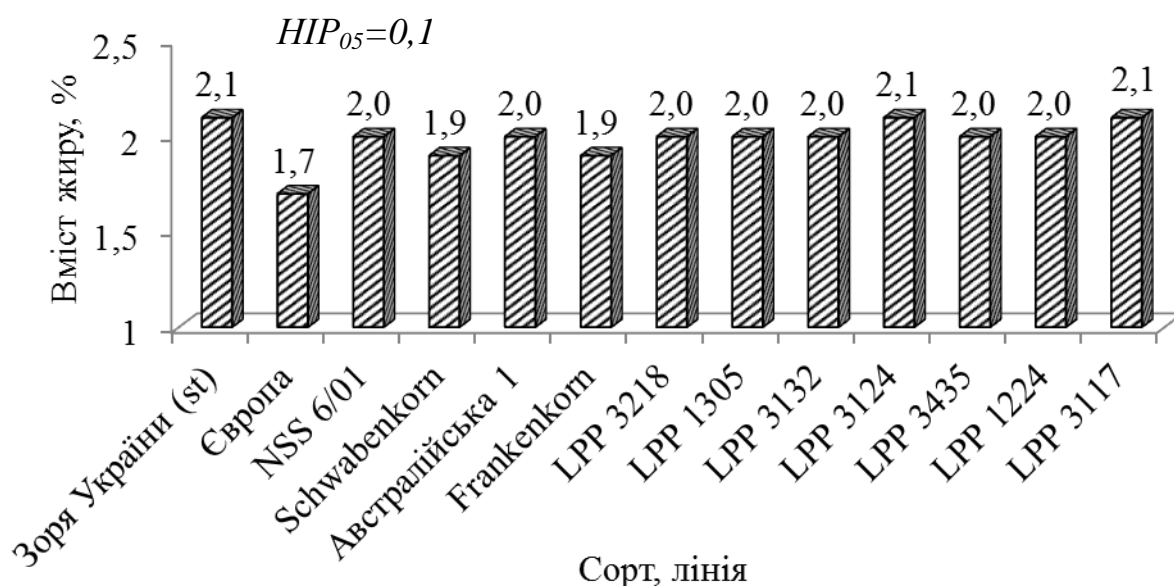


Рис. 3.9 Вміст жиру в зерні пшениці спельти різних сортів і ліній, 2013–2015 рр.

Серед сортів пшениці спельти, найменший вміст жиру у зерна сорту Європа – 1,7 %, а в зерні решти сортів він становив 1,9–2,0 %. У зерна ліній LPP 3124 і LPP 3117 цей показник був на рівні стандарту – 2,1 %, а в решти ліній – 2,0 %.

Погодні умови в роки проведення дослідження істотно не змінювали вміст жиру в зерні пшениці спельти (додаток Б.4).

Залежно від сорту та ліній в зерні пшениці спельти вміст білка був від дуже низького (11,2) до високого (21,9 %). Причому, в середньому, в зерні сортів пшениці спельти його вміст в 1,3 раза вищий (15,0–21,3 %) у порівнянні з зерном ліній (13,0–16,7 %). За високих температур повітря під час достигання зерна вміст білка в ньому суттєво (на 0,5–1,2 %) вищий.

Амінокислотний склад білка пшениці спельти залежить від її походження або від походження її форм. Вміст амінокислот в зерні був від 111,8 до 183,6 г/кг. За якісним складом переважала глютамінова кислота, пролін і лейцин.

На вміст крохмалю в зерні пшениці спельти істотно не впливали погодні умови вирощування, проте залежно від сорту чи лінії змінювалися від 56,9 до

63,7 % з 5%-ю перевагою в зерні ліній. Вміст клітковини та жиру в зерні пшениці спельти є найбільш стабільним показником. Вміст клітковини в зерні переважно 2,2 %, хоча можливий 2,0–2,1 %, можливе поодинокі зниження до 1,7–1,9 %.

### 3.3 Технологічні властивості зерна

Крупніше зерно в технологічному аспекті є найціннішим, тому що має вищий вміст ендосперму, а, отже, потенційно вищий вихід готового продукту [83]. З дрібнішого зерна значно знижується вихід цілого ядра внаслідок збільшення вмісту оболонки.

Маса 1000 зерен пшениці спельти характеризує вміст речовин, що містить зерно та його крупність. Чим більше зерно пшениці спельти, тим більша маса 1000 зерен. У крупному зерні пшениці спельти вміст оболонки і маса зародка у відношенні до ядра менша. Хоча в дрібному зерні тонші оболонки і менший зародок, відношення між ними і масою зерна в цілому завжди на користь великого зерна. Проте маса зерна пшениці спельти знижується пропорційно зменшенню його розмірів, а вміст оболонки і зародку – зменшується повільніше.

Дослідженнями Г. І. Подпрятова [181], Ж. М. Новак [158], О. М. Ружицькою [193], А. Pospíšil та ін. [278] встановлено, що маса 1000 зерен пшениці спельти може змінюватись від 34,2 до 55,8 г залежно від сорту та агротехнології.

Проведені дослідження свідчать, що маса 1000 зерен спельти змінювалась у дуже широких межах від 32,5 г до 56,9 г (табл. 3.6). Крім цього показник залежав від року досліджень. Так, посушливіші умови 2013 та 2015 років під час молочно-воскової стиглості сприяли меншій виповненості стиглого зерна, що коливалась в межах 31,5–52,2 г ( $HIP_{05}=2,2$ ), тоді як в 2014 р. за достатньої вологозабезпеченості зерно було більш виповнене і маса його істотно збільшувалась до 38,0–56,9 г ( $HIP_{05}=2,4$ ).

Зерно сортів, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, характеризувалось більшою масою 1000 зерен, порівняно із зерном сортів, отриманих методом добору.



## Маса 1000 зерен пшениці спельти різних сортів і ліній, г

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	46,2	56,2	49,1	51,0
Європа	54,9	52,3	49,8	52,3
NSS 6/01	46,5	56,9	46,8	50,0
Schwabekorn	46,2	52,0	45,6	47,9
Австралійська 1	34,4	38,0	31,5	34,6
Frankenkorn	43,4	50,4	41,4	45,1
LPP 3218	50,7	54,0	51,0	51,9
LPP 1305	45,1	47,3	46,4	46,3
LPP 3132	49,9	52,8	45,3	49,3
LPP 3124	47,3	50,1	48,7	48,7
LPP 3435	45,3	49,3	43,3	46,3
LPP 1224	44,3	47,9	44,1	45,4
LPP 3117	41,9	45,2	49,2	45,4
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	2,2	2,4	2,2	

За даними П. М. Жуковського відомо [82], що для пшениці дуже високою вважається маса 1000 зерен  $> 35$  г, високою, якщо цей показник знаходиться в межах  $- 30-35$ , середньою  $- 27-30$ , низькою  $< 27$  г.

Зерно усіх сортів і ліній характеризувалось дуже високою масою 1000 зерен, крім сорту Австралійська 1, в якого цей показник був високим (34,6 г). Із сортів пшениці спельти найбільшим цей показник був у зерна сорту Європа  $- 52,3$  г, який перевищував стандарт на 3 %, найменшим  $-$  у зерна сорту Австралійська 1  $- 34,6$  г, що складало лише 68 % від стандарту. Маса 1000 зерен сортів Schwabekorn і Frankenkorn становила відповідно 47,9 та 45,1, що підтверджується даними А. К. Нінієвої [155].

Серед ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, найбільшу

масу 1000 зерен мало зерно лінії LPP 3218, що перевищувало стандарт на 2 %. У решти ліній цей показник від 45,4 до 49,3 г.

У зерні пшениці спелти між об'ємом зернівки та масою 1000 зерен встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок ( $r = 0,72 \pm 0,05$ ), що описується таким рівнянням регресії  $y = 17,0 + 1,13x$ , де  $y$  – маса 1000 зерен (г),  $x$  – об'єм зернівки ( $\text{мм}^3$ ) (рис. 3.10).

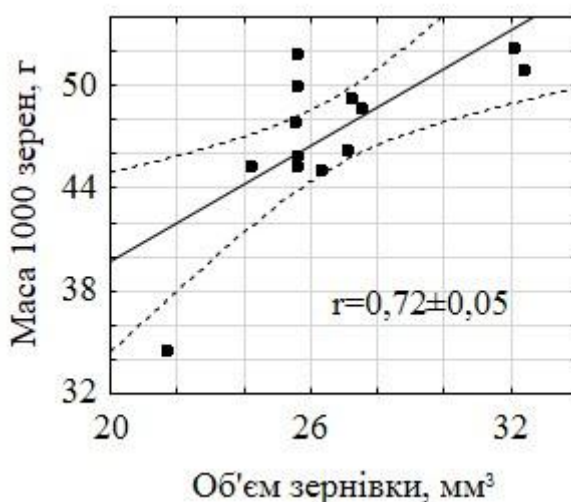


Рис. 3.10 Кореляційна залежність між об'ємом зернівки та масою 1000 зерен, 2013–2015 рр.

Натура зерна характеризує його виповненість і є ознакою борошномельності. Проте дрібне та виповнене зерно має таку ж щільність укладання як і велике або навіть більшу, що за однакової густини зумовлює рівну або більшу величину натури [197].

Згідно проведених досліджень, натура зерна пшениці спелти, в середньому за три роки досліджень, змінювалась від 654 до 763 г/л залежно від сорту (табл. 3.7). Серед сортів пшениці спелти, істотно за цим показником відрізняється зерно сорту Європа – 760 г/л, у зерні решти сортів натура від 654 до 701 г/л, що менше стандарту на 1–8 %.

Погодні умови 2014 р. сприяли формуванню великої натури зерна. Більш посушливі умови, що склалися в 2013 і 2015 рр. під час росту і розвитку та безпосередньо під час наливу зерна стали причиною формування щуплого зерна з нижчою на 1–3 % натурою.

**Натура зерна пшениці спельти різних сортів і ліній, г/л**

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	675	725	727	709
Європа	755	749	775	760
NSS 6/01	683	730	690	701
Schwabekorn	708	728	713	716
Австралійська 1	687	741	684	704
Frankenkorn	646	662	655	654
LPP 3218	708	715	721	715
LPP 1305	710	728	722	720
LPP 3132	751	760	778	763
LPP 3124	743	765	777	762
LPP 3435	761	770	740	757
LPP 1224	753	764	755	757
LPP 3117	758	773	781	771
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	36	37	37	–

Зерно усіх ліній перевищувало стандарт, у них натура становила від 715 до 763 г/л. Найбільшу натуру мало зерно лінії LPP 3117 (771 г/л), а найменшу – LPP 1224 (715 г/л). Крім цього, існує істотна різниця між обома групами сортів. Лінії, отримані гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, мали більшу натуру зерна, яка в середньому складала 745 г/л, порівняно з сортами, пшениці спельти – 707 г/л, що на 5 % менше.

Твердість зерна злакових культур – комплексний показник, що характеризує міцність зв'язку анатомічних складових зернівки. Технології переробки твердозерного та м'якозерного зерна відрізняються, тому визначення цього показника є необхідним [72, 187].

Твердість впливає на розмелювальну здатність зерна пшениці спельти. До твердозерного відносять зерно з індексом розміру часточок 13–26 %, а для м'якозерного типу цей показник становить  $> 27$  % [75]. Також встановлено [75], що пшениці з високою твердістю зерна мають індекс розміру часточок (ІРЧ) 13–17 %, середню з показником – 18–21, низьку – 22–26 %.

В результаті досліджень встановлено, що із досліджуваних зразків зерно всіх сортів пшениці спельти було м'якозерним і мало низьку твердість (рис. 3.11).

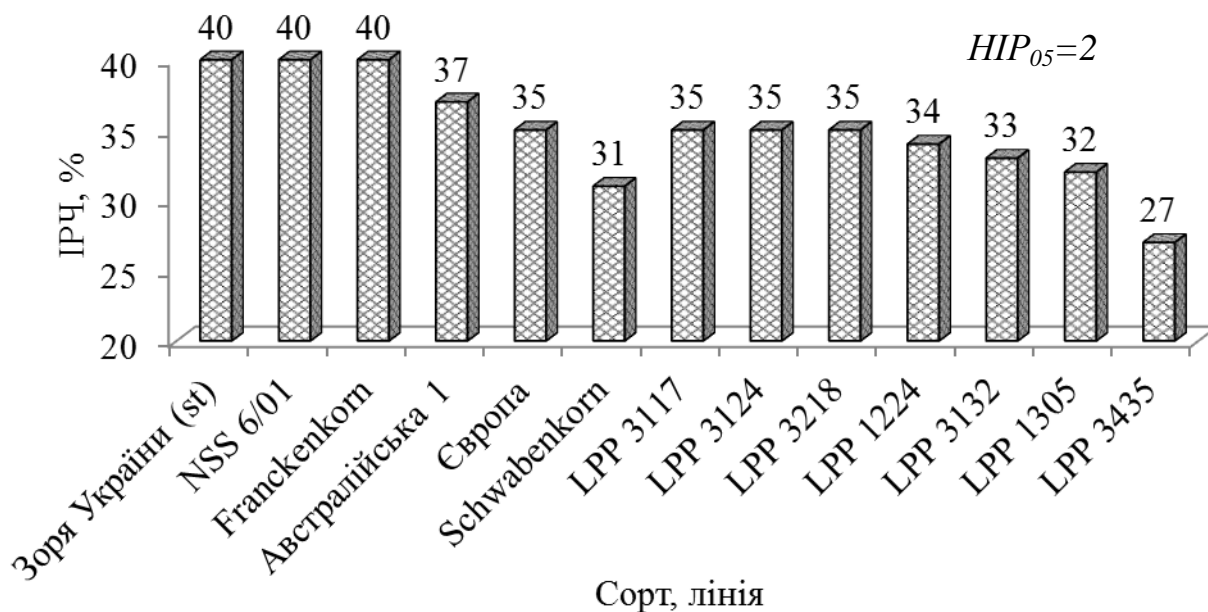


Рис. 3.11 Індекс розміру часточок різних сортів і ліній пшениці спельти, 2013–2015 рр.

Причому твердість зерна сортів Зоря України, NSS 6/01 і Franckenkorn найнижча – з ІРЧ 40 %, у решти сортів від 37 % у сорту Австралійська 1 до 31 % у сорту Schwabenkorn. Особливістю є те, що ІРЧ зерна ліній пшениці спельти знижувався з 35 до 27 %, таким чином, твердість зерна ліній була вищою ніж у сортів, але в загальному залишалася низькою.

Цінним технологічним показником зерна є склоподібність. Вона забезпечує одержання крупок під час подрібнення, які можна відокремити від менш цінних часточок зернівки – оболонки та алейронового шару [200].

Результати досліджень свідчать, що склоподібність зерна спельти змінювалась у дуже широких межах від 32 % до 87 %. Проте цей показник

залежав від року досліджень (табл. 3.8). Причому, зерно сортів пшениці спельти мало на 30 % вищу склоподібність порівняно із зерном ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*.

Таблиця 3.8

**Склоподібність зерна різних сортів і ліній пшениці спельти, %**

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	80	87	84	84
Європа	80	83	80	81
NSS 6/01	55	81	89	75
Schwabekorn	62	72	84	73
Австралійська 1	67	79	85	77
Frankenkorn	54	64	75	64
LPP 3218	61	66	78	68
LPP 1305	53	60	75	63
LPP 3132	56	62	65	61
LPP 3124	47	53	57	53
LPP 3435	47	52	77	59
LPP 1224	50	54	68	57
LPP 3117	32	37	49	39
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	3	3	4	–

У 2013 р. зерно пшениці спельти, характеризувалось істотно нижчою склоподібністю, що змінювалась у межах 32–80 % ( $HIP_{05}=3$ ), тоді як в 2014 р. – 37–87 % ( $HIP_{05}=3$ ), а в 2015 р. – 49–89 % ( $HIP_{05}=4$ ), вегетаційний період яких характеризувався високою температурою, нестачою вологи, стислим періодом наливання та досягання, що істотно підвищувало склоподібність зерна на 12 % у 2014 р. та на 23 % у 2015 р.

У середньому за три роки досліджень, найвищу склоподібність мало зерно сортів Зоря України та Європа відповідно – 84 і 81 %.

У зерна ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, склоподібність була від 39 % у лінії LPP 3117 до 68 % у LPP 3218, що в 1,2–2,2 раза менше за стандарт.

П. М. Жуковським встановлено [82], що склоподібним вважають зерно, якщо цей показник перевищує 70 %, напівсклоподібним – 50–70, напівборошнистим – 20–50, а борошнистим – менше 20 %.

Враховуючи зазначене, склоподібну консистенцію ендосперму мало зерно сортів Schwabekorn, NSS 6/01, Австралійська 1, Європа та Зоря України, в зернівках яких цей показник був у межах 73–84 %, напівсклоподібну – зерно сортів Franckenkorn (64 %) та ліній LPP 3124, LPP 1224, LPP 3435, LPP 3132, LPP 1305, LPP 3218 (53–68), напівборошнисту – LPP 3117 (39 %).

Очевидно, під час формування склоподібного та напівборошнистого ендосперму зернівок пшениці спелти істотну роль також мають дрібні зерна крохмалю. Якщо вони ограновані та щільно стикаються без значних прошарків білка, то ендосперм напівборошнистий, а якщо округлі й між ними є товсті прошарки білка – ендосперм склоподібний [102]. Можна вважати, що висока склоподібність зерна пшениці спелти пов'язана з високим вмістом білка.

Важлива складова зернівки – зародок. Е. Д. Казаков і В. Л. Кретович [90] вважають, що вміст зародку в зерні пшениці від 1,4 до 4,2 %, ендосперму – від 78,7 до 84,3, вміст оболонки – від 5,6 до 11,2 %, проте за даними Н. М. Козьміної [103] ці показники змінюються в менших межах – відповідно від 1,5 до 3,0 %, з 77,0 до 80,0, з 5,5 до 8,0 %.

Нами встановлено, що вміст зародку в зерні пшениці спелти за три роки проведення досліджень, змінювався від 0,9 до 2,8 % залежно від сорту та лінії (табл. 3.9). Серед сортів пшениці спелти зафіксовано суттєві зміни за цими показниками. Найбільший вміст зародку мала зернівка сорту Зоря України – 2,8 %, тоді як у сорту Schwabekorn цей показник утричі менший – 0,9 %. У зерна решти сортів вміст зародку від 1,1 до 1,9 %.

Серед ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, найбільший вміст зародку мало зерно ліній LPP 1224 – 1,7 %, LPP 3124 – 1,8 і LPP 3117 – 2,0 %.

**Вміст анатомічних складових у зернівках пшениці спельти різних сортів і ліній (2013–2015 рр.), %**

Сорт, лінія	Зародок	Оболонки	Ендосперм
Зоря України (st)	2,8	10,6	86,6
Європа	1,9	14,7	83,4
NSS 6/01	1,2	15,9	82,9
Schwabekorn	0,9	13,6	85,4
Австралійська 1	1,1	10,5	88,4
Franckenkorn	1,9	11,6	86,5
LPP 3218	1,5	14,1	84,4
LPP 1305	1,1	15,7	83,2
LPP 3132	1,1	16,2	82,7
LPP 3124	1,8	12,3	85,9
LPP 3435	1,2	14,6	84,2
LPP 1224	1,7	15,2	83,1
LPP 3117	2,0	10,8	87,2
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,1</i>	<i>0,7</i>	<i>4,2</i>

Найбільшим вмістом зародку характеризується зерно сортів та ліній – LPP 3124, Franckenkorn, Європа, LPP 3117 та Зоря України (1,8–2,8 %).

У результаті проведених досліджень встановлено, що серед сортів пшениці спельти, високий вміст оболонок мало зерно сортів Franckenkorn – 11,6 %, Schwabekorn – 13,6 і NSS 6/01 – 15,9 %, що перевищувало стандарт на 9–48 %, в якого цей показник становив 10,6 %.

Зерно ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, мало більший вміст оболонок порівняно з зерном сортів отриманих методом добора (в 1,3 раза), який змінювався від 10,6 до 15,9 % і перевищувало стандарт.

Зерно сортів Австралійська 1, Зоря України, Franckenkorn та лінії LPP 3117

характеризувалось найменшим вмістом оболонок (10,5–11,6 %), які при виробництві крупи або борошна видаляють, тому менший їхній вміст сприяє більшому виходу готового продукту.

Вміст ендосперму в зерні сортів змінювався від 82,9 до 86,6 %. Найбільшим він був у сорту Австралійська 1 – 88,4 %, що перевищувало стандарт на 2,1 %.

Серед зерна ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, лише зерно лінії LPP 3117 перевищувало стандарт на 0,7 %, а в решти цей показник становив 82,7–85,9 %, що позитивно впливатиме на вихід крупи та борошна.

Зерно сортів Австралійська 1, Зоря України, Franckenkorn та лінії LPP 3117 характеризувалось найвищим вмістом ендосперму (86,5–88,4 %). Найменший вміст ендосперму був у зерні ліній LPP 1224 (83,1 %), LPP 3132 (82,7 %) та сорту NSS 6/01 (82,9 %).

Слід зазначити, що погодні умови в роки проведення досліджень істотно не впливали на величину цих показників (додаток Б.5)

Між оболонками і ендоспермом встановлено сильний обернений кореляційний зв'язок ( $r = -0,97 \pm 0,01$ ), що описується рівнянням регресії  $y = 96,3 - 0,84x$ , де  $y$  – вміст ендосперму, %;  $x$  – вміст оболонок, % (рис. 3.12).

Середній обернений кореляційний зв'язок ( $r = -0,65 \pm 0,03$ ) встановлено між оболонками та зародком, що описується таким рівнянням регресії:  $y = 3,67 - 0,16x$ , де  $y$  – вміст зародку (%), а  $x$  – вміст оболонок (%).

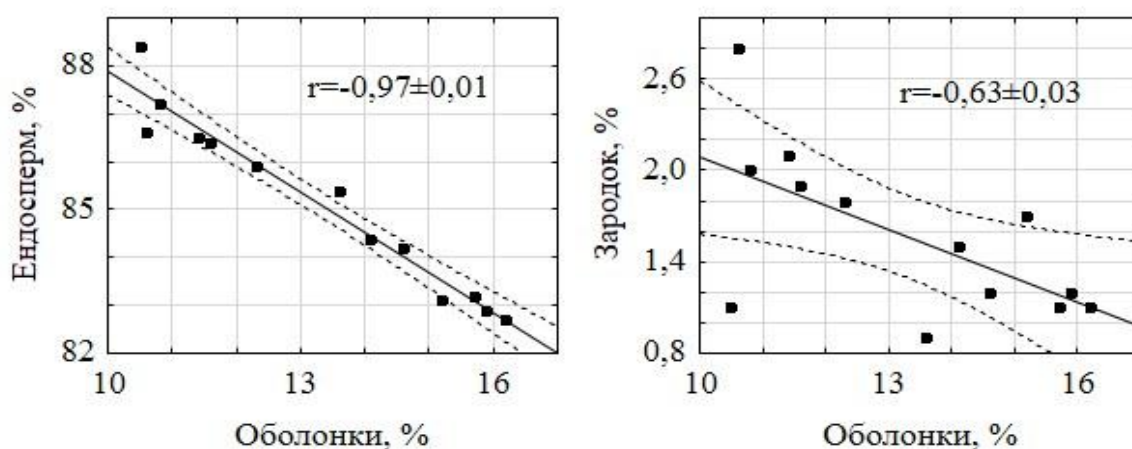


Рис. 3.12 Кореляційна залежність між вмістом оболонок, ендосперму та зародку



Зольність – важливий показник борошномельних властивостей зерна. За ним оцінюють якість кінцевого продукту переробки. Цей відносний показник якості зерна використовують для розрахунку виходу борошна. Зольність зерна залежить від особливостей сорту і ґрунтово-кліматичних умов вирощування культури [197]. Чим більше зольних елементів у зерні, тим вища зольність його борошна. Зольність зерна пшениці м'якої може бути від 1,26 до 2,97 %, а твердої – від 1,32 до 3,04 % [10]. Інші вчені [181, 241, 243, 257, 266] констатують, що вміст золи в зерні пшениці спельти варіює від 1,7 до 2,2 % і зазвичай він вищий ніж у зерні пшениці м'якої.

Високий вміст золи в цільнозерновому спельтовому борошні пов'язаний з високим вмістом макро- і мікроелементів, що підтверджують попередні дослідження Н. Zielinski [297]. Крім того, зерно пшениці спельти багатше цинком, міддю і селеном.

Результатами наших досліджень встановлено, що вміст золи в зерні пшениці спельти змінювався від 1,44 до 1,82 % залежно від походження сорту (табл. 3.10).

На формування вмісту золи в зерні також впливали і погодні умови. Найсприятливішими вони були в 2013 і 2014 роках, а в 2015 році спостерігалась посуха, за якої знижувався вміст золи в середньому на 20 % порівняно з попередніми роками.

Серед сортів пшениці спельти, найвищий вміст золи у зерна Franckenkorn – 1,82 %, що перевищувало стандарт на 3 %, найнижчий – Австралійська 1 – 1,66 %, що менше на 6 % за показника стандарту.

Зерно усіх ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, мало в 1,2 раза менший вміст золи – від 1,44 до 1,63 %, що на 7–18 % менше порівняно зі стандартом. Найвищий вміст золи мало зерно ліній LPP 1305 (1,53 %) і LPP 3124 (1,63 %).

Можна припустити, що виробництво сортового борошна за високої зольності може ускладнюватись, а також невідомо, як будуть відділятися оболонки. Крім того, зерно кожного сорту та лінії за вмістом золи істотно відрізняються. Це свідчить про те, що за вмістом мікро- і макроелементів є суттєві сортові

відмінності. Можна рекомендувати для переробки сорти з меншою зольністю – LPP 1224, LPP 3218, LPP 3435 та LPP 3132.

Таблиця 3.10

**Вміст золи в зерні різних сортів і ліній пшениці спельти, %**

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	1,91	1,83	1,55	1,76
NSS 6/01	1,85	1,92	1,45	1,74
Schwabekorn	1,83	1,75	1,55	1,71
Австралійська 1	1,75	2,00	1,25	1,66
Європа	1,72	1,71	1,70	1,71
Frankenkorn	1,81	2,00	1,65	1,82
LPP 3218	1,43	1,61	1,35	1,46
LPP 1305	1,45	1,64	1,5	1,53
LPP 3132	1,43	1,55	1,35	1,44
LPP 3124	1,67	1,82	1,4	1,63
LPP 3435	1,52	1,76	1,1	1,46
LPP 1224	1,50	1,65	1,25	1,47
LPP 3117	1,48	1,62	1,45	1,52
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,08</i>	<i>0,09</i>	<i>0,07</i>	–

Число падання є одним з важливих технологічних показників, який нормується стандартом [68]. Його можна використовувати як характеристику газоутворювальної здатності. За високої активності  $\alpha$ -амілази крохмаль розкладається до декстринів і незначної кількості мальтози, а  $\beta$ -амілази – утворюється мальтоза і незначна кількість декстринів. У другому випадку в тісті відбувається нормальне газоутворення, а в першому – воно істотно погіршується [50].

На основі проведених нами досліджень встановлено, що за показником числа

падання зерно всіх зразків (сортів і ліній) має відмінний результат – 346–381 с (рис. 3.13).

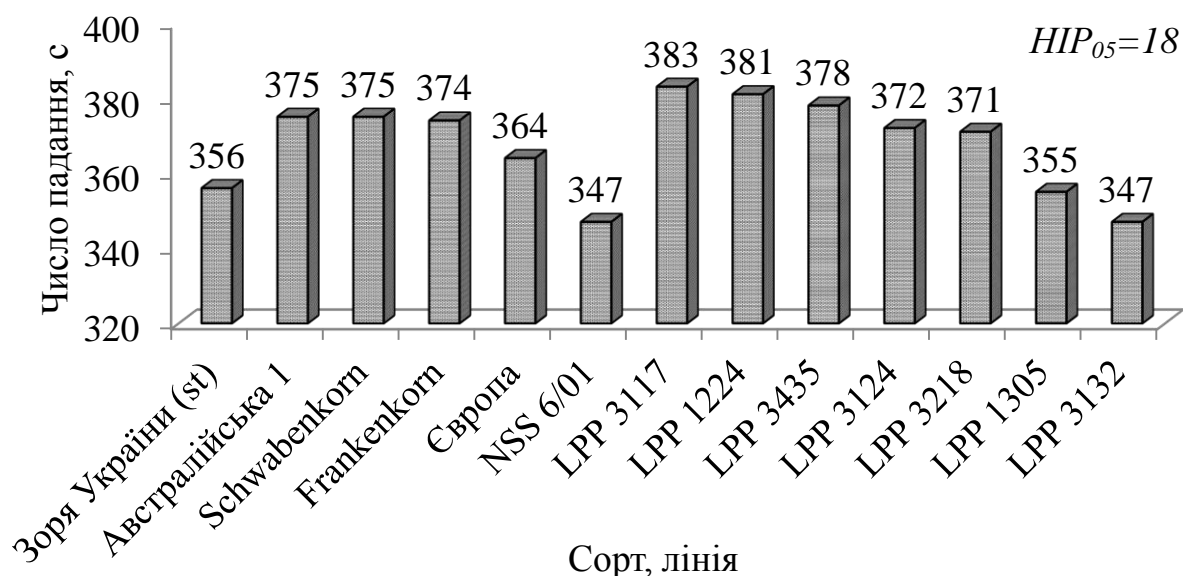


Рис. 3.13 Число падання зерна різних сортів і ліній пшениці спельти, 2013–2015 рр.

Причому різниця за зразками переважно не істотна, за виключенням зерна сорту Schwabenkorn (347 с) та ліній LPP 1305 (355), LPP 3132 (347 с). Це вказує на те, що активність  $\alpha$ -амілази низька, а стан крохмалю відмінний.

Погодні умови в роки проведення дослідження істотно не впливали на число падання (додаток Б.6).

Клейковина є білковим комплексом здатним утворювати стійку високорозвинену тонкостінну губчасту структуру під впливом діоксиду вуглецю, що виділяється під час бродіння. У порах цієї структури утримується велика кількість газу, що добре розпушує тісто. Чим вища якість клейковини, тим більше діоксиду вуглецю вона може утримувати в порах тіста. Чим більше в борошні міститься клейковини доброї якості, тим вища газотримувальна здатність цього борошна [2, 25].

Т. Vojňanská та Н. Frančáková встановлено [241], що вміст клейковини в зерні спельти змінюється залежно від сорту від 35,5 до 39,9 %. За даними Т. J. Schober,

S. R. Bean і M. Kuhn [290] цей показник змінюється в межах 21,4–57,1 % залежно від сорту та елементів агротехнології.

За даними П. М. Жуковського відомо [82], що для пшениці дуже високим вважається вміст клейковини > 36 %, високим, якщо цей показник знаходиться в межах 31–36, середнім – 26–31, низьким – 21–26 і дуже низьким < 21 %.

У табл. 3.11 наведено дані вмісту клейковини в зерні різних сортів і ліній пшениці спельти залежно від року досліджень.

Таблиця 3.11

**Вміст клейковини в зерні різних сортів і ліній пшениці спельти, %**

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	45,1	47,6	42,2	44,9
Європа	44,0	44,8	37,9	42,2
NSS 6/01	30,2	47,2	48,8	42,1
Schwabenkorn	36,7	40,0	43,6	40,1
Австралійська 1	35,1	37,6	35,9	36,2
Frankenkorn	27,1	33,2	41,9	34,1
LPP 3218	35,6	36,8	37,0	36,5
LPP 1305	33,1	34,8	37,1	35,0
LPP 3132	30,0	32,0	36,6	32,9
LPP 3124	30,1	32,0	38,0	33,4
LPP 3435	26,7	29,6	33,7	30,0
LPP 1224	26,7	29,2	38,8	31,6
LPP 3117	24,3	26,0	37,4	29,2
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>1,6</i>	<i>1,8</i>	<i>1,9</i>	

Серед сортів пшениці спельти найвищий вміст клейковини у зерні сорту Зоря України – 44,9 %, що відповідало дуже високому рівню. Такому ж рівню відповідав вміст клейковини в зерні сортів Schwabenkorn і NSS 6/01 і становив

40,1–42,1 %. У зерні решти сортів цей показник – між дуже високим і високим рівнем – 34,1–36,2 %, проте це на 19–24 % менше порівняно з контролем, у якого вміст клейковини становив 44,9 %.

Необхідно відмітити, що істотний вплив на вміст клейковини мали погодні умови. Під час накопичення клейковини в зерні за посушливих погодних умов року складаються сприятливі умови для його формування. У наших дослідженнях найсприятливішими були погодні умови 2014 та 2015 років, коли зерно мало найвищий рівень цього показника.

Серед ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, жодне зерно за вмістом клейковини не перевищувало стандарт. Вміст клейковини у зерні змінювався від 29,2 до 36,5 %, що відповідає середньому рівню. Проте найвищий вміст клейковини в зерні був у ліній LPP 3218 та LPP 1305 – 35,0–36,5 %. В зерні сортів пшениці спельти вміст клейковини становив 34,1–44,9 %, що в 1,2 раза більше, порівняно з зерном ліній – 29,2–36,5 %.

За шкалою рівнів-параметрів П. М. Жуковського [82] дуже високий вміст клейковини в зерні пшениці спельти сортів Зоря України, NSS 6/01, Європа, Schwabekorn і лінії LPP 3218, а в зерні решти цей показник був на рівні високого.

Між показниками вмісту клейковини та білка встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок ( $r = 0,95 \pm 0,01$ ), що описується рівнянням регресії  $y = 6,41 + 1,88x$ , де  $y$  – вміст клейковини (%); а  $x$  – вміст білка (%) (рис. 3.14).

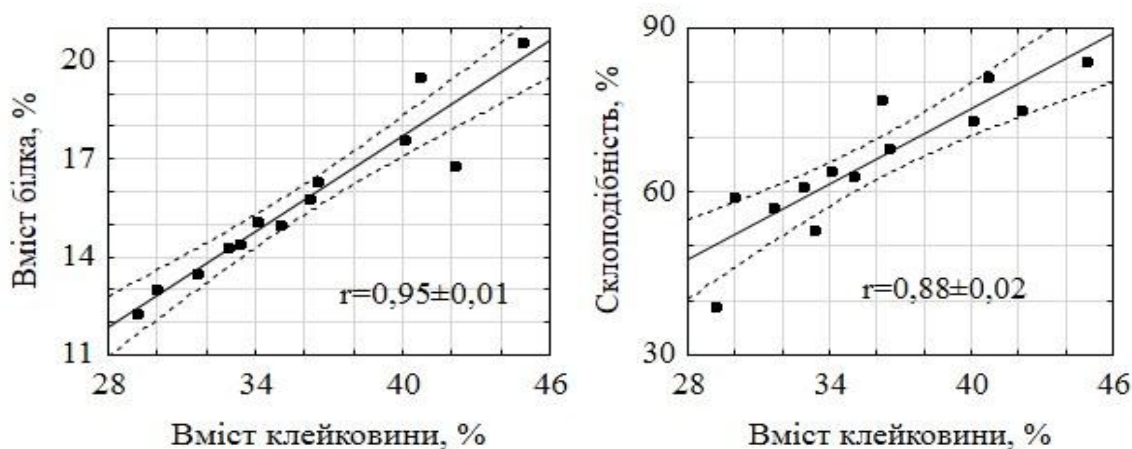


Рис. 3.14 Кореляційна залежність між показниками вмісту білка, склоподібністю та клейковини пшениці спельти

Прямий сильний кореляційний зв'язок ( $r = 0,88 \pm 0,02$ ) встановлено між склоподібністю та вмістом клейковини, що описується таким рівнянням регресії:  $y = -16,7 + 2,30x$ , де  $y$  – склоподібність (%),  $x$  – вміст клейковини (%) (рис. 3.14).

Поряд із кількістю клейковини важливе значення має її якість. Вона оцінюється сукупністю таких її фізичних властивостей, як пружність, еластичність, розтяжність і міцність. Якість клейковини у зерні майже на 50 % зумовлена особливостями сорту, а решта – умовами вирощування [78, 180].

Дослідження показали, що в середньому за 2013–2015 рр., якість клейковини у зерні змінювалася від 93 до 112 од. пр. ВДК (рис. 3.15).

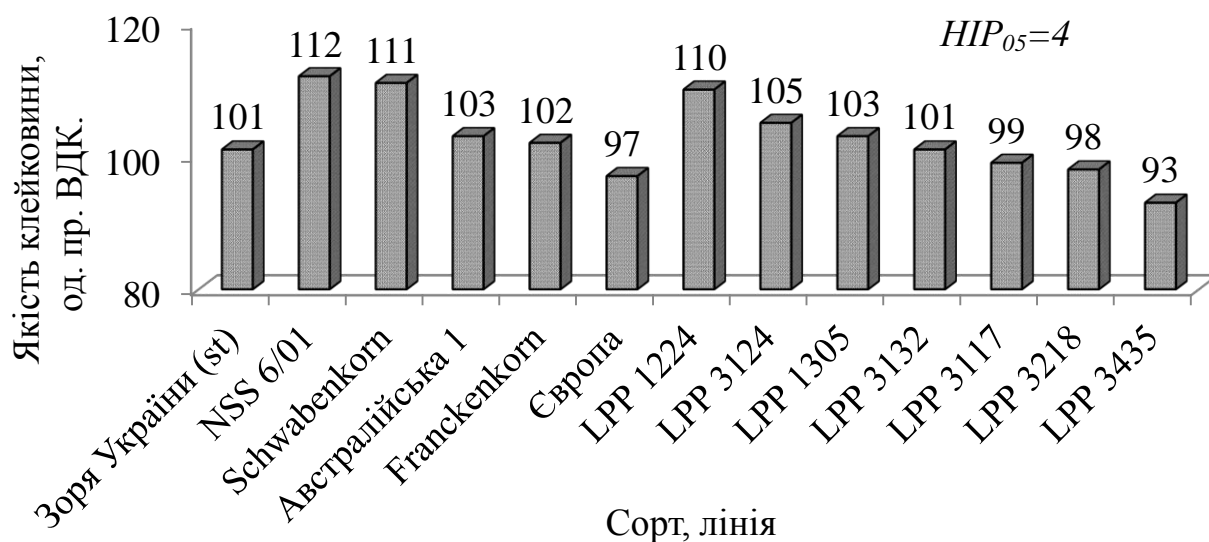


Рис. 3.15 Якість клейковини зерна різних сортів і ліній пшениці спельти, 2013–2015 рр.

У сортів пшениці спельти цей показник становив 101–112 од. пр. ВДК, що відповідає III групі якості – незадовільно слабка, крім сорту Європа, в якого якість клейковини становила – 97 од. пр. ВДК, що відповідає II групі якості – задовільно слабка.

Серед ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum/Tr. spelta*, зерно LPP 3435, LPP 3218 і LPP 3117 мало задовільно слабку якість клейковини (II група). В зерна решти ліній якість клейковини 101–110 од. пр. ВДК, що відповідає III групі.

Слід зазначити, що якість клейковини істотно не змінювалася від погодних умов років досліджень (додаток Б.7).

Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок, що за масою 1000 зерен лише сорт Європа (52,3 г) та лінія LPP 3132 (51,9 г), перевищували стандарт сорт Зоря України, у якого цей показник становив 51,0 г. Зерно ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, характеризувалось більшою масою 1000 зерен і натурою зерна. Крім цього маса 1000 зерен пшениці спельти дуже велика і сильно залежала від погодних умов року та особливостей сорту і ліній. Цей показник у сортів пшениці спельти (34,6–51,0 г) значно перевищує такий у ліній (45,4–51,9 г). Натура пшениці спельти залежала від походження зерна – у сортів 654–760 г/л, ліній – 715–771 г/л. Встановлено, що зерно пшениці спельти має м'якозерну консистенцію ендосперму, тому що ІРЧ зерна становить 27–40 % залежно від сорту та лінії. Встановлено істотний вплив особливостей сорту на вміст зародку. Найвища склоподібність зерна в сорту Зоря України (st) – 84 %, а найменша у лінії LPP 3117 – 39 %, що в 2,1 раза менше показника стандарту.

Зерно пшениці спельти характеризується високим вмістом клейковини (29,2–44,9 %), проте низької якості (93–112 од. п. ВДК). Найвищий вміст клейковини має зерно сортів Європа, NSS 6/01 та Зоря України 40,7–44,9 %. У зерна ліній вміст клейковини в 1,2 раза нижчий порівняно з сортами, що зумовлено гібридизацією зерна пшениці та спельти, а для пшениці м'якої характерний вміст клейковини 18,0–28,0 %. Зерно сорту Європа та ліній LPP 3435, LPP 3218 і LPP 3117 має задовільно слабку клейковину, решта – незадовільно слабку. Встановлено прямиий сильний кореляційний зв'язок між вмістом клейковини, білка та склоподібністю.

### **Висновки до розділу**

1. Встановлено, що технологічні властивості зерна пшениці спельти істотно залежать від походження сорту та лінії. Об'єм її зернівок від 21,7 до

32,4 мм<sup>3</sup>, площа зовнішньої поверхні – від 68,8 до 91,5 мм<sup>2</sup>, питома поверхня – від 2,5 до 3,2, об'єм поверхневих шарів – від 4,5 до 5,9 мм<sup>3</sup>, сферичність – від 0,38 до 0,50. Найбільші лінійні розміри має зерно сортів Зоря України та Європа (довжина 8,2–8,3 мм, ширина – 2,5–2,6, товщина 2,9–3,0 мм). Зерно цих сортів характеризується найбільшим об'ємом зернівки (32,1–32,4 мм<sup>2</sup>), площею її зовнішньої поверхні (88,4–91,5 мм<sup>2</sup>), об'ємом поверхневих шарів (5,7–5,9 мм<sup>3</sup>). Зерно ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, має менші досліджувані геометричні показники – порівняно з сортами в 1,2 раза, проте показник сферичності у цього зерна більший.

2. Хімічний склад зерна пшениці спельти змінюється залежно від сорту. Найбільший вміст білка в зерна сортів Європа та Зоря України (19,5–20,6 %), а найменший у – LPP 3117 і LPP 3435 (12,3–13,0 %). У середньому в зерні сортів пшениці спельти його вміст в 1,3 раза вищий (15,0–21,3 %), порівняно із зерном ліній (13,0–16,7 %). За високих температур повітря під час досягання зерна вміст білка в ньому суттєво (на 0,5–1,2 %) вищий. Амінокислотний склад білка в сортах і лініях пшениці спельти залежить від їх походження. Вміст амінокислот у зерні від 111,8 до 183,6 г/кг. За якісним складом переважає глютамінова кислота, пролін і лейцин. Лінії зерна пшениці спельти мають вищий вміст крохмалю (60,2–63,7 %) порівняно із зерном сортів (56,9–61,6 %), що є природним, адже в них вищий вміст білка. У зерна сортів і ліній пшениці спельти характерний стабільний вміст жиру (1,7–2,1 %) та клітковини (2,1–2,3 %).

3. Маса 1000 зерен пшениці спельти варіює в широкому діапазоні: від 34,6 г у сорту Австралійська 1 до 52,3 г у сорту Європа. Зерно, отримане методом гібридизації *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, має більшу на 6 % натуру, яка на рівні від 715 до 771 г/л. Нами встановлено, що зерно сортів і ліній має м'якозерну консистенцію ендосперму. ІРЧ зерна сортів Зоря України, NSS 6/01, Franckenkorn – 40 %, зерно сорту Schwabekorn на 22 %, ліній LPP 3117, LPP 3124, LPP 3218 – 13, LPP 1305 – 20, LPP 3435 – на 32 % менше порівняно зі стандартом, але залишається м'якозерним.

Найвища склоподібність зерна в сорту Зоря України (st) – 84 %, а найменша



у лінії LPP 3117 – 39 %, що в 2 рази менше за стандарт. Погодні умови 2014 р. та 2015 р. сприяли підвищенню склоподібності зерна на 13–25 %. Зерно сортів пшениці спельти на 31 % перевищує склоподібність зерна ліній, отриманих методом гібридизації *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*.

Співвідношення анатомічних складових зерна істотно залежить від особливостей сорту. Відсоток зародку становить від 0,9 до 2,8 залежно від сорту та ліній. Зерно сортів Австралійська 1, Зоря України, Franckenkorn та лінії LPP 3117 характеризується найменшим вмістом оболонки (10,5–11,6 %) і найвищим вмістом ендосперму (86,5–88,4 %). Між оболонками і ендоспермом встановлено сильний обернений кореляційний зв'язок ( $r = -0,97 \pm 0,01$ ), а між оболонками та зародком – середній обернений кореляційний зв'язок ( $r = -0,63 \pm 0,03$ ).

Серед сортів пшениці спельти, найвищий вміст золи у зерна Franckenkorn – 1,82 %, що перевищувало стандарт на 3 %. Зерно всіх ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, має в 1,2 рази менший вміст золи – від 1,44 до 1,63 %, що на 7–18 % менше порівняно зі стандартом.

Дослідження показали, що зерно пшениці спельти характеризується високим вмістом клейковини (29,2–44,9 %), проте низької якості (93–112 од.п.). Найвищий вміст клейковини має зерно сортів Європа, NSS 6/01 та Зоря України 40,7–44,9 %. У зерна ліній цей показник в 1,2 рази нижчий порівняно з сортами, що зумовлено гібридизацією зерна пшениці та спельти, а для пшениці м'якої характерний вміст клейковини 18,0–28,0 %. Зерно сорту Європа та ліній LPP 3435, LPP 3218 і LPP 3117 має задовільно слабку клейковину, решта – незадовільно слабку.

Між вмістом клейковини, білка та склоподібністю встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок.

Результати досліджень розділу 3 було апробовано на 11 конференціях [19, 20, 22, 23, 125, 129, 131, 132, 134, 169, 171] і висвітлено в шести статтях [37, 127, 160, 167, 168, 170].

1. Осокіна Н. М., Возіян В. В. Врожайність та технологічні властивості зерна спельти // Збірник наукових праць УНУС. Умань. 2015. № 1 (87). С. 149–157.

2. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В., Петренко В. В. Борошномельні показники якості зерна спельти залежно від сорту // Вісник ЖНАЕУ. Житомир. 2015. № 2 (50), т.1. С. 296–305.

3. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від вуглеводно-амілазного комплексу // Збірник наукових праць «Агробіологія». Біла Церква. 2015. № 2 (121). С. 57–61.

4. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Енергетична оцінка зерна пшениці спельти залежно від сорту // Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2015. № 81. С. 116–120.

5. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Фізичні показники якості зерна спельти залежно від сорту // Хранение и переработка зерна: научно-практический журнал. 2015. № 5 (193). С. 45–49.

6. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Геометрична характеристика зерна спельти залежно від сорту // Наукові праці НУХТ. Київ. 2016. № 1 (22). С. 201–209.

7. Возіян В. Фракционный состав белка спельты в зависимости от сорта // Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Тернопіль, 2014. Випуск IV. С. 15–17.

8. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Содержание белка и клейковины в зерне спельты в зависимости от сорта // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ: НУХТ, 2014. С. 193.

9. Возіян В. В. Якість зерна спельти залежно від сорту // Рослинний світ України: нетрадиційні і рідкісні види у наукових дослідженнях та господарсько-практичній діяльності: матеріали Всеукр. наук.-практ. сем. Крути: ДС «Маяк» ІОБ НААН, 2015. С. 24–28.

10. Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Proteins fractions in grain of spelt wheat depending on the variety // Стратегія збалансованого

використання економічного, технологічного та ресурсного потенціалу країни: матеріали Міжн. наук.-прак. інт.-конф. Кам'янець–Подільський, 2015. С. 41–43.

11. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хімічний склад зерна спельти залежно від сорту // Scientific proceedings of their ternational network AgroBioNet of the institution and researcher of international research, education and development programme «Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality». Nitra, 2015. С. 450–454.

12. Любич В. В., Возіян В. В. Склоподібність зерна спельти залежно від сорту // Аграрна наука: розвиток і перспективи: матеріали Міжн. наук.-прак. інт.-конф. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2015. С. 8–9.

13. Любич В. В., Возіян В. В. Оценка зерна спельты по основным физическим показателям качества // Агротехнологии XXI века: материалы Всерос. научн.-практ. конф. с международным участием. Пермь, 2015. С. 221–226.

14. Любич В. В., Возіян В. В. Натура зерна спельти // Селекція, генетика та технології вирощування с-г культур: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів. Центральне, 2016. С. 72.

15. Возіян В. В. Лінійні розміри зерна спельти залежно від сорту // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань, 2016. С. 68–69.

16. Любич В. В., Возіян В. В. Вміст та якість клейковини в зерні спельти // Розвиток аграрної науки у XXI сторіччі: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Миколаїв, 2016. С. 2.

17. Возіян В. В., Авсейцев Р. В., Любич В. В. Характеристика зерна пшениці спельти за вмістом амінокислот // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. Умань, 2016. С. 156–157.

## РОЗДІЛ 4

### ВПЛИВ ВОДОТЕПЛООВОГО ОБРОБЛЕННЯ ТА ЛУЩЕННЯ НА ВИХІД І ЯКІСТЬ КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ

#### 4.1 Вплив зволоження, відволоження та лущення зерна на вихід і якість круп'яних продуктів

Найкращий спосіб покращення технологічних властивостей зерна перед лущенням – водотеплове оброблення (ВТО), яке полягає у впливі на нього вологи (пари) і тепла. При цьому відбувається спрямована зміна властивостей складових зерна – ендосперму й оболонки. Під час застосування раціональних способів і режимів оброблення, оболонки легше відокремлюються від ядра, останнє менше дробиться, що зумовлює підвищення виходу крупи і поліпшенню її якості [224]. Особливо висока ефективність ВТО за підготовки зерна круп'яних культур, з яких отримують крупу подрібнену, що пов'язано з легшим відділенням оболонки і меншим стиранням ендосперму, в результаті чого зростає вихід крупи і зменшується вихід мучки кормової. Крім того, застосування ВТО покращує споживні властивості крупи, зовнішній вигляд, харчові і смакові властивості та стійкість під час зберігання [79].

Під час проникнення вологи, у зернівці відбуваються глибокі фізико-хімічні зміни, часткове ущільнення її структури, внаслідок чого зерно стає пластичним і міцним, що призводить до зменшення кількості подрібненого ядра за шліфування [203].

В результаті проведених досліджень встановлено, що вихід крупи з зерна пшениці спельти сорту Зоря України значно залежав від тривалості лущення зерна та не залежав від його вологості (рис. 4.1). За вологості зерна 12 %, збільшення тривалості лущення з 20 до 180 с зумовлювало зменшення виходу крупи з 93,4 до 77,1 % завдяки видаленню оболонки з поверхні зернівки та більшому стиранню ендосперму.

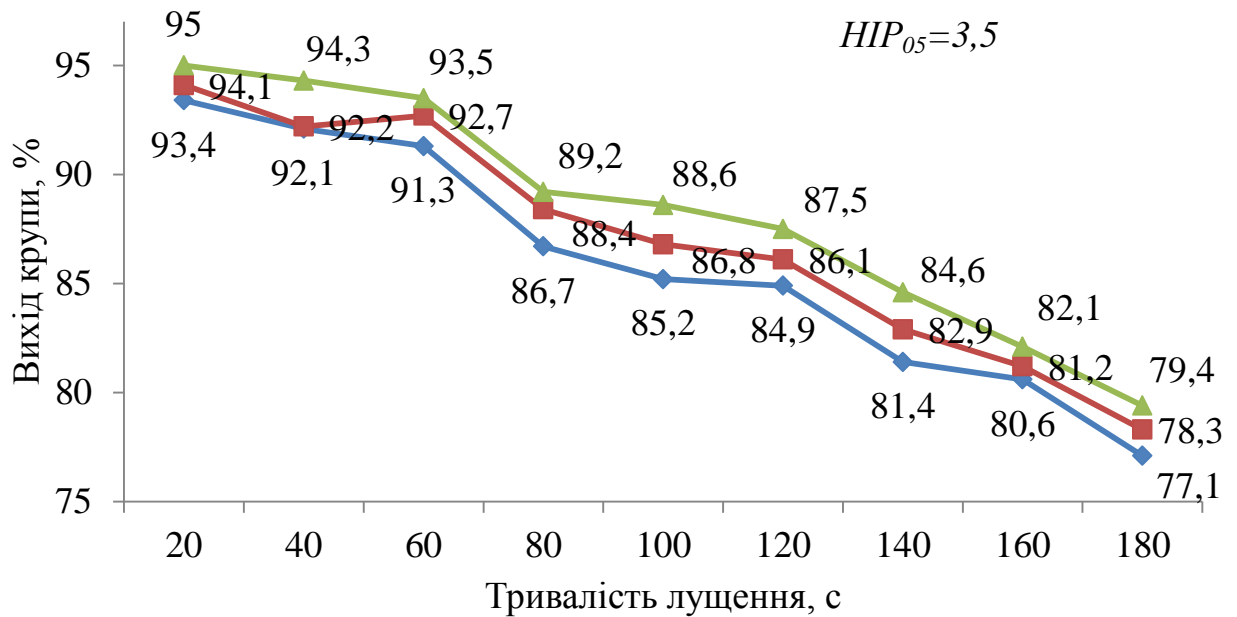


Рис. 4.1 Вихід крупи з пшениці спельти № 1 сорту Зоря України (2013–2015 рр.):

◆ – 12 %; ■ – 13 %; ▲ – 14 %.

Із підвищенням вологості зерна до 13 %, вихід крупи збільшувався за тієї ж тривалості лушення 20 і 180 с відповідно на 0,7 і 1,5 %. А за вологості зерна 14 %, цей показник був більший порівняно із виходом крупи за вологості зерна 12 і 13 % на 1,7–3 %, проте це не є істотним. Однак це збільшення було не істотним завдяки структурно-механічним властивостям зернівки – вищій міцності та в'язкості, внаслідок чого підвищується стійкість до механічної обробки.

Проте вихід крупи з пшениці спельти після зволоження зерна до 15 і 16 % істотно змінювався залежно від тривалості лушення (табл. 4.1). Так, за вологості 15 % і тривалості відволоження 30 хв, вихід крупи зменшувався за лушення впродовж 20–180 с з 97,1 % до 84,4 %. Зі збільшенням тривалості відволоження до 60 хв він збільшувався неістотно і становив 97,3–84,6 %. За відволоження впродовж 90 хв вихід крупи збільшувався на 0,1–0,5 % порівняно із 30 хвилинним. За відволоження впродовж 120 хв він зменшувався неістотно.

Подібну тенденцію встановлено для зерна пшениці спельти вологістю 16 %. Вихід крупи за тривалості відволоження 30 хв становив від 84,2 до 97,0 %, а за тривалості 180 с становив від 77,1 до 84,6 %.

залежно від тривалості лушення. Продовження тривалості відволожування до 120 хв майже не змінювало цей показник – 83,8–97,3 % залежно від тривалості лушення.

Таблиця 4.1

**Вихід крупи з пшениці спельти № 1 сорту Зоря України (2013–2015 рр.), %**

Тривалість лушення, с	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15 %				
20	97,1	97,3	97,2	97,0
40	96,2	96,4	96,4	96,0
60	95,3	95,7	95,5	95,2
80	92,8	93,0	93,1	93,0
100	90,9	91,1	91,3	91,1
120	89,1	89,4	89,6	89,3
140	87,5	87,8	87,9	87,0
160	86,3	86,5	86,7	86,5
180	84,4	84,6	84,8	84,6
Вологість зерна 16 %				
20	97,0	96,8	97,2	97,3
40	96,1	95,9	96,2	96,2
60	95,1	95,4	95,3	95,4
80	92,6	93,2	92,2	92,5
100	90,6	90,3	90,1	90,4
120	89,0	88,8	89,2	89,3
140	87,0	87,0	87,0	86,7
160	86,1	86,2	86,3	85,9
180	84,2	84,3	84,1	83,8
<i>НІР<sub>05</sub></i>	3,5			

Отже, вихід крупи з пшениці спельти № 1 істотно змінюється від тривалості лушення та вологості зерна, а відволожування зерна не істотно впливає на цей показник.

Встановлено, що лушення зерна впродовж 20–40 с не викликало істотних змін на поверхні зернівок (рис. 4.2).



20



40



60



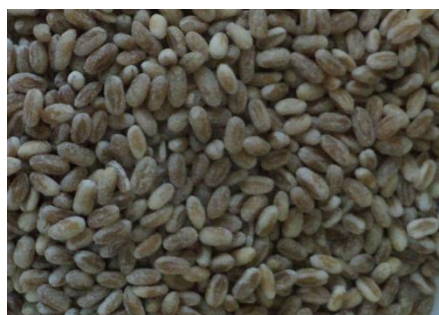
80



100



120



140



160



180

Рис. 4.2 Загальний вигляд крупи з пшениці спельти № 1 сорту Зоря України залежно від тривалості лушення

Зі збільшенням тривалості лушення з 60 до 180 с спостерігалось поступове стирання оболонок, зерно набувало округлої форми, характерної для крупи Полтавської.

Під час виробництва крупи з пшениці спельти № 1 із зерна сорту Європа спостерігалась аналогічна тенденція (додаток В.1, В.2).

У результаті лушення отримують суміш продуктів: лушене зерно, нелушене зерно, подрібнене ядро та мучку кормову.

Дослідженнями встановлено, що збільшення тривалості лушення зерна зумовлювало підвищення вмісту мучки кормової (рис. 4.3). Найвищий її вихід за вологості зерна 12 % – 5,9–22,2 % упродовж 20–180 с лушення. За підвищення вологості зерна до 14,0 % її вихід зменшувався на 11–33 % залежно від тривалості лушення.

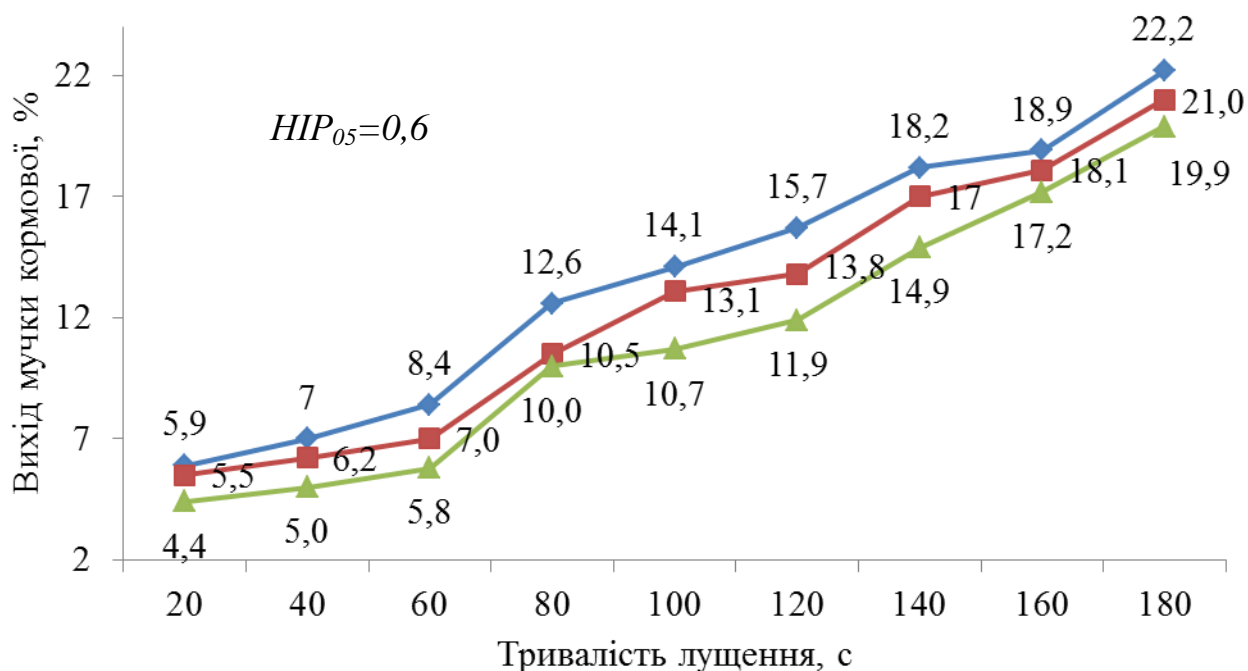


Рис. 4.3 Вихід мучки кормової під час виробництва крупи з пшениці спельти № 1 сорту Зоря України (2013–2015 рр.):

— 12 %; — 13 %; — 14 %.

Встановлено, що тривалість відволожування зерна неістотно впливала на вихід мучки кормової (табл. 4.2).



**Вихід мучки кормової під час виробництва крупи з пшениці спельти № 1  
сорту Зоря України (2013–2015 рр.), %**

Тривалість лущення, с	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15,0 %				
20	2,2	2,0	2,1	2,3
40	3,1	2,9	2,9	3,3
60	4,0	3,7	3,8	4,1
80	6,5	6,3	6,2	6,3
100	8,4	8,2	8,0	8,2
120	10,2	10,0	9,7	10,0
140	11,8	11,6	11,4	12,3
160	12,7	13,0	12,6	12,8
180	14,9	14,7	14,5	14,7
Вологість зерна 16,0 %				
20	2,3	2,5	2,1	2,0
40	3,2	3,4	3,1	3,2
60	4,2	3,9	4,0	4,1
80	6,3	6,1	7,1	7,2
100	8,7	9,0	9,2	8,9
120	10,3	10,5	10,1	10,0
140	12,3	12,3	12,3	12,6
160	13,2	13,0	13,0	13,4
180	15,1	15,0	15,2	15,5
<i>HIP<sub>05</sub></i>	0,4			

Під час зволоження зерна до вологості 15 % та відволоження впродовж 30 хв вихід мучки кормової становив 2,2–14,9 %, що на 3,7–7,3 % менше порівняно із зерном, луццним за вологості 12,0 %. За збільшення тривалості відволоження з 60 до 120 хв встановлено подібну тенденцію.

Підвищення вологості зерна до 16 % під час луццнення зменшувало частку мучки кормової. Так, цей показник становив: за тривалості відволоження 30 хв – 2,3–15,1 %; 60 хв – 2,5–15,0; 90 хв – 2,1–15,2; 120 хв – 2,0–15,5 %.

Під час виробництва крупи з пшениці спельти № 1 із зерна сорту Європа вихід мучки кормової аналогічний із зерна сорту Зоря України. Це свідчить про те, що особливості сорту зерна пшениці спельти істотно не впливали на ефективність круп'яного виробництва (додаток В. 3, В. 4).

Для впровадження розробленої технології важливе значення має якість готового продукту та його органолептична характеристика.

Крупу оцінюють за смаком, запахом, кольором, вологістю, вмістом різних домішок, у тому числі й металомангітних, вирівняністю за крупністю, вмістом і доброякісністю ядра та нелуццених зерен. Для окремих видів круп додатково визначають вміст золи, зародку та кислотність [182].

Крупа з пшениці спельти № 1 відповідала нормам регламентованих документів [111], що свідчить про її високу якість, тому доцільно проводити органолептичну оцінку каші (додаток В.5).

Органолептична оцінка каші з пшениці спельти № 1 змінювалась залежно від тривалості луццнення зерна (табл. 4.3).

Сильно виражений запах мала крупа за тривалості луццнення зерна 80–180 с – 9 балів. Смак каші крупи з пшениці спельти № 1, за тривалості луццнення зерна 120–180 с, був сильно виражений, що зумовлено нижчим вмістом оболонки зерна в крупі. Менша тривалість луццнення зерна (20–100 с) зумовлювала виражений смак каші. Колір каші змінювався від кремового забарвлення з коричневим відтінком за тривалості луццнення зерна 20–40 с, темно-кремового (60–100 с) до світло-кремового з жовтим відтінком за тривалості луццнення зерна 120–180 с. Консистенція каші з крупи пшениці спельти не залежала від тривалості луццнення

та була розсипчастою.

Таблиця 4.3

**Органолептична оцінка каші з крупи пшениці спельти № 1 сорту Зоря  
України (2013–2015 рр.), бал**

Тривалість лущення, с	Запах	Смак	Колір	Консистенція
20	7	7	5	9
40	7	7	5	9
60	7	7	7	9
80	9	7	7	9
100	9	7	7	9
120	9	9	9	9
140	9	9	9	9
160	9	9	9	9
180	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	–

Для встановлення оптимального індексу видалення оболонок проаналізовано консистенцію каші під час розжовування, оскільки цей показник визначає споживні властивості крупи. Встановлено (рис. 4.4), що консистенція каші під час розжовування залежала від тривалості лущення.

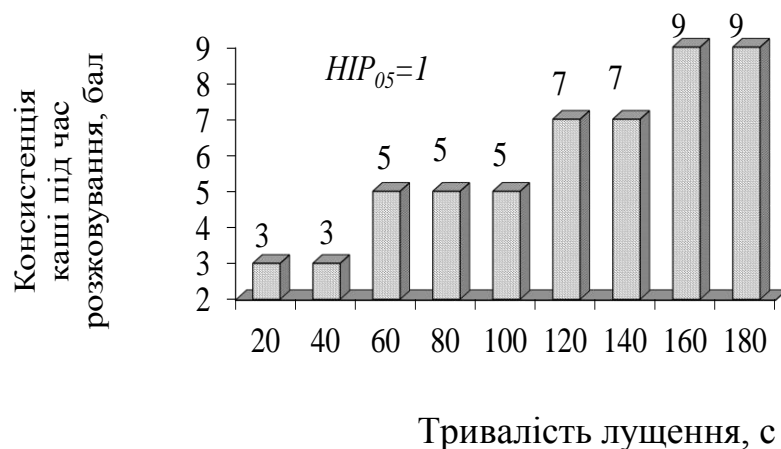


Рис. 4.4 Консистенція каші під час розжовування крупи з пшениці спельти № 1 сорту Зоря України (2013–2015 рр.)

Показник консистенції каші під час розжовування крупи з пшениці спельти № 1 коливався від 3 до 9 балів залежно від тривалості луцення. Добре розжовувалась, дуже ніжна, без хрусту каша (9 балів) з крупи за тривалості луцення зерна 160–180 с. Добре розжовувану, досить ніжну, без хрусту кашу (7 балів) одержано за тривалості луцення зерна 120–140 с. Консистенція каші з крупи пшениці спельти № 1 під час розжовування за тривалості луцення зерна 20–100 с – жорсткувата, трохи грудкувалась зі слабким хрустом (3–5 балів).

Поліноміальні криві відповідних залежностей перетинаються в точці, що відповідає тривалості луцення 120–140 с (рис. 4.5). Очевидно, що оптимальним для зерна пшениці спельти є тривалість луцення 120–140 с, що відповідає найкращій консистенції каші під час розжовування за незначного зменшення виходу крупи.

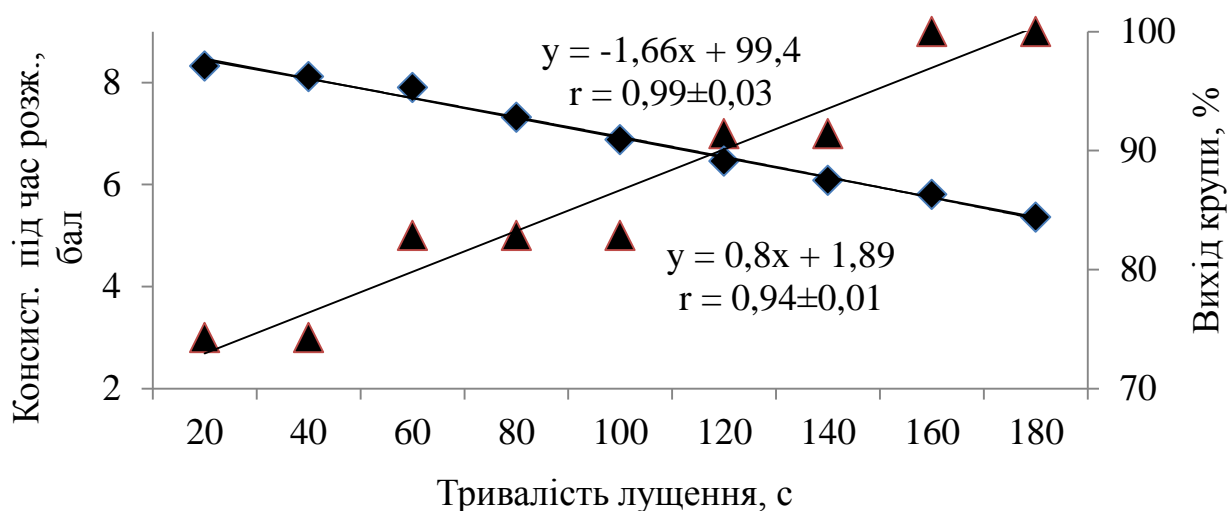


Рис. 4.5 Вихід крупи з пшениці спельти № 1 та консистенція каші під час розжовування (вологість 15 % тривалість відволожування 30 хв) залежно від тривалості луцення:

◆ – вихід крупи, %; ▲ – консистенція під час розжовування, бал.

Встановлено (рис. 4.6), що і загальна органолептична оцінка крупи з пшениці спельти № 1 змінювалась залежно від тривалості луцення. Найвищий цей показник за тривалості луцення 120–180 с – 8,6 та 9,0 балів, а найменший – за 20–40 с – 6,2 бали, в решти – 7,0–7,4 балів.

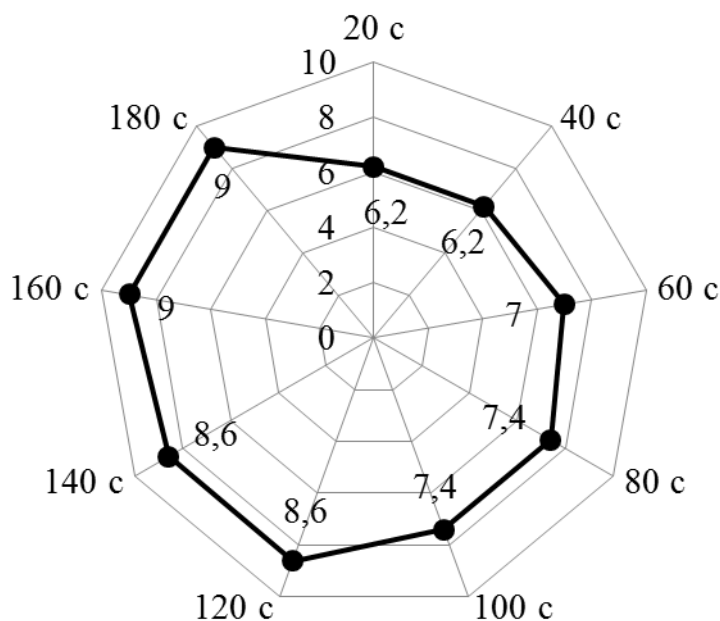


Рис. 4.6 Загальна органолептична оцінка каші з крупи пшениці спельти № 1 залежно від тривалості лушення (2013–2015 рр.), бал

Крупа з пшениці спельти № 1 характеризувалась довшою тривалістю варіння, проте цей показник напряму залежав від тривалості лушення (рис. 4.7).

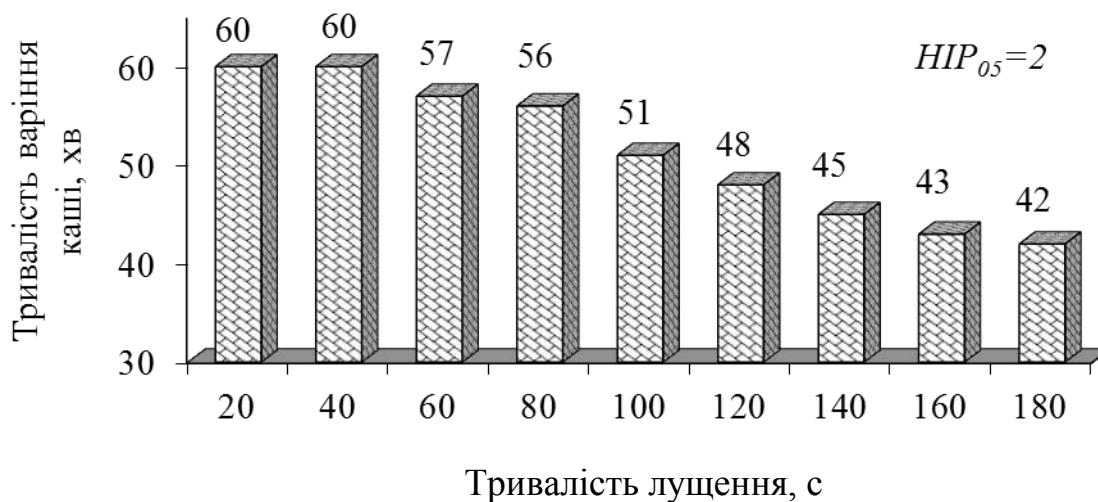


Рис. 4.7 Тривалість варіння каші з крупи пшениці спельти № 1 сорту Зоря України (2013–2015 рр.)

Так, найменша тривалість варіння крупи була за тривалості лушення 160–180 с – 42–43 хв. Найдовше (60 хв) варилась крупа за тривалості лушення

20–40 с, очевидно оболонки зерна затримували проникнення води в ендосперм під час варіння.

Встановлено (рис. 4.8), що зі зменшенням тривалості варіння каші коефіцієнт розварювання збільшувався. Цей показник зростав з 5,4 за тривалості лушення зерна 20–40 с до 6,2 – за тривалості лушення 180 с. Проте оптимальним варіантом є тривалість лушення 120–140 с.

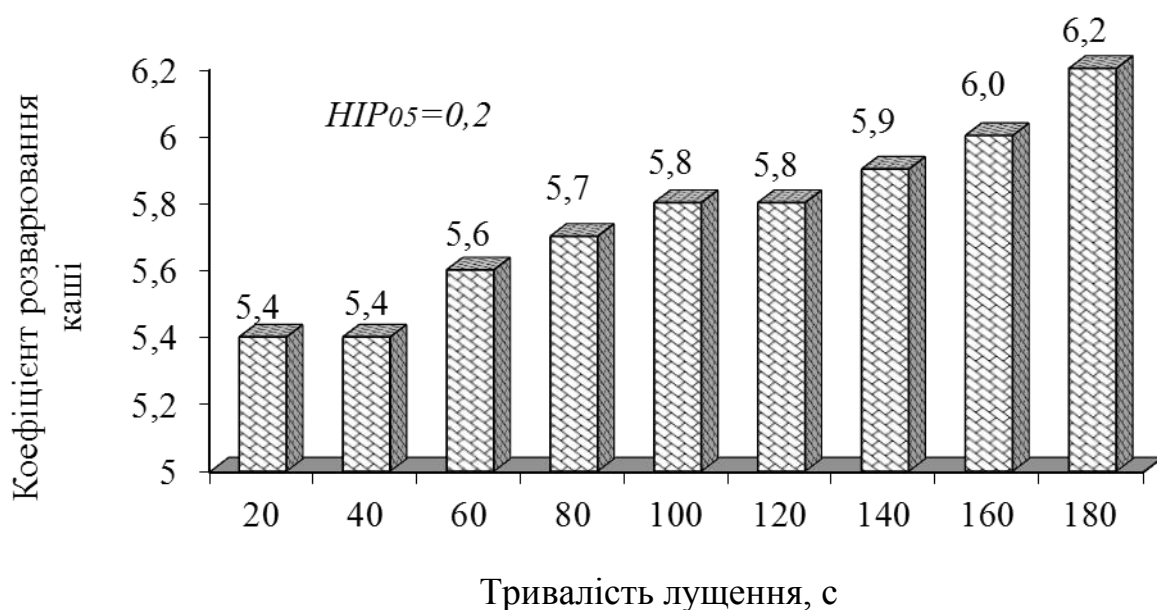


Рис. 4.8 Коефіцієнт розварювання каші з крупи пшениці спельти № 1 сорту Зоря України (2013–2015 рр.)

Основними критеріями оцінювання ефективності виробництва крупи з пшениці спельти № 1 були: вихід крупи та мучки кормової. Параметрами удосконалення були тривалість лушення, вологість та тривалість відволожування, рівні та кроки яких вказані в табл. 4.4.

У загальному вигляді функції представляли так:

$$F = f(X_1, X_2, X_3); \quad (4.1)$$

$$M = f(X_1, X_2, X_3), \quad (4.2)$$

де  $F$  – вихід крупи, %;

$M$  – вихід мучки кормової, %;

$X_1$  – вологість, %;

$X_2$  – тривалість відволожування, хв;

$X_3$  – тривалість лушення, с.

Таблиця 4.4

### Рівні та крок варіювання

Показник/параметр	Позначення	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Нульовий рівень	$X_0$	14	75	90
Верхній рівень	$X_+$	16	120	180
Нижній рівень	$X_-$	12	30	20
Інтервал вимірювань	$\lambda$	1	30	20

За результатами експерименту, відповідно до теорії Тейлора, отримали таке рівняння регресії:

$$F, M = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_4 X_1^2 + B_5 X_2^2 + B_6 X_3^2 + B_7 X_1 X_2 + B_8 X_1 X_3 + B_9 X_2 X_3, \quad (4.3)$$

де  $B_0, B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7, B_8, B_9$  – коефіцієнти регресії.

Для проведення дослідів склали матрицю планування експерименту з вказаними числами дослідів і межами зміни чинників.

Матрицю експерименту в розкодованому вигляді статистично оброблено, проведено перевірку моделей на адекватність, відсутність автокореляції та встановлені суттєві коефіцієнти регресії (табл. 4.5 і 4.6).

Таблиця 4.5

### Показники перевірки моделей

Показник	F	M
R	0,99	0,98
$R^2$	0,98	0,97
R (скорегований)	0,98	0,97
F(9,78)	597	348
p	0,00	0,00
DW	1,73	1,60

**Результати оброблення експериментальних даних під час моделювання  
виходу крупи**

Показник	Значення В	Відхилення В	t(78)	Значення похибки
B <sub>0</sub>	<i>59,41844</i>	13,29200	4,47024	0,000023
B <sub>1</sub>	<i>4,67768</i>	1,93265	2,42034	0,017538
B <sub>2</sub>	<i>0,22131</i>	0,05160	4,28919	0,000045
B <sub>3</sub>	<i>-0,14093</i>	0,02013	-7,00247	0,000000
B <sub>4</sub>	<i>-0,14016</i>	0,07037	-1,99172	0,049468
B <sub>5</sub>	<i>-0,00024</i>	0,00007	-3,41312	0,000968
B <sub>6</sub>	<i>-0,00005</i>	0,00003	-1,82293	0,071671
B <sub>7</sub>	<i>0,00407</i>	0,00139	2,92357	0,004388
B <sub>8</sub>	0,00005	0,00004	1,24290	0,217170
B <sub>9</sub>	<i>-0,01212</i>	0,00368	-3,29365	0,001420

*Примітка.* Шрифт курсив – значення істотні.

Тоді функціональна залежність виходу крупи залежно від тривалості лушення, вологості та тривалості відволожування набувала такого вигляду:

$$F = 59,41844 + 4,67768X_1 + 0,22131X_2 - 0,14093X_3 + 0,14016X_1^2 - 0,00024X_2^2 + 0,00407 X_1X_2 - 0,01212X_1X_3. \quad (4.4)$$

Як видно із формули 4.4, найбільше на вихід крупи впливала тривалість лушення зерна.

Встановлено, що для функції М, коефіцієнти регресії B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> і B<sub>6</sub> були істотними (додаток А.2). Функціональна залежність виходу мучки кормової залежно від тривалості лушення, вологості та тривалості відволожування набувала вигляду:

$$M = 39,61948 - 4,64385X_1 - 0,22856X_2 + 0,14196X_3 - 0,00025X_2^2 - 0,00411X_1X_2 - 0,01257X_1X_3. \quad (4.5)$$



Вплив параметрів лущення та водотеплового оброблення на вихід мучки кормової був подібним до дії цих параметрів на вихід крупи, проте отримані коефіцієнти кореляції були обернено пропорційними.

Із формул 4.4 і 4.5 видно, що на всі досліджені критерії ефективності виробництва крупи (вихід крупи, мучки кормової) істотно впливали тривалість лущення та вологість, за виключенням тривалості відволожування. Тому площини відклику цих функцій побудовано з фіксацією відповідного показника на мінімальному рівні (рис. 4.9).

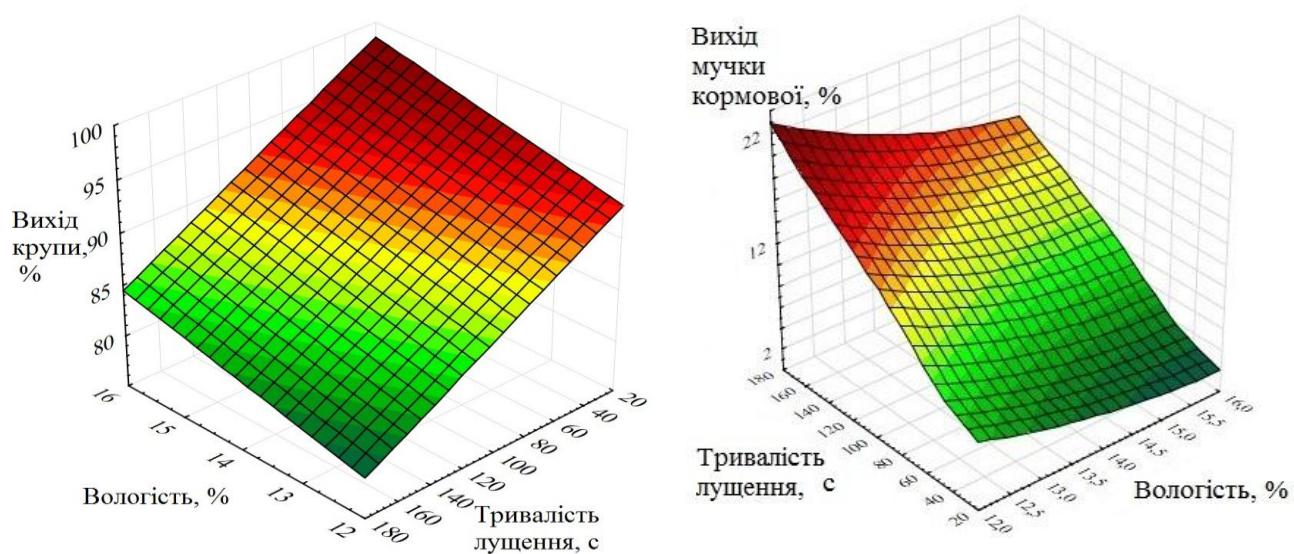


Рис. 4.9 Вихід крупи та мучки кормової залежно від вологості та тривалості лущення зерна пшениці спельти, %

Враховуючи всі показники, що впливають на вихід крупи та її органолептичну оцінку, можна зробити висновок, що для збільшення конкурентоспроможності нового круп'яного продукту доцільно лущити зерно пшениці спельти впродовж 120–140 с, що відповідає індексу лущення 11–13 %, зволожувати до вологості 15–16 % та відволожувати упродовж 30 хв.

У результаті лущення зерна пшениці спельти загальна органолептична оцінка отриманих продуктів висока, тому шліфування проводити недоцільно, у зв'язку з тим, що цей прийом технології сприятиме зниженню виходу крупи.

Відповідно до «Правил...» [111] технологією перероблення зерна пшениці передбачено виробництво круп із пшениці м'якої шліфованих № 1 і 2 та круп із

пшениці м'якої подрібнених і шліфованих № 1, 2 і 3.

Аналогічно до цих назв, продукти, що отримані нами під час перероблення зерна пшениці спельти рекомендовано називати крупа з пшениці спельти № 1 та крупи з пшениці спельти подрібнені № 1, 2 і 3 [111]. У табл. 4.7 наведено характеристику крупи з пшениці спельти № 1 та круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2 і 3 за крупністю.

Таблиця 4.7

#### Класифікація круп з пшениці спельти за крупністю

Номер круп	Діаметри отворів двох суміжних пробивних сит, мм		Норма проходу та сходу двох суміжних сит (%), не менше
	прохід	схід	
Крупа з пшениці спельти			
№ 1	4,0	2,5	80
Крупи з пшениці спельти подрібнені			
№ 1	3,2	2,8	70
№ 2	2,8	2,2	70
№ 3	2,2	0,63	70

Виробництво крупи з пшениці спельти № 1 та круп подрібнених з пшениці спельти № 1, 2 і 3 проводили у круп'яному цеху на універсальній крупорушці УКР–2. Зерно перед луценням зволожувати до вологості 15–16 % з тривалістю відволожування 30 хв. Індекс луцення зерна становив 11 %.

Порівняльна оцінка круп із пшениці м'якої та спельти наведено на рисунках 4.10 та 4.11.

Встановлено, що вихід крупи з пшениці спельти № 1, у порівнянні з крупами із пшениці м'якої шліфованої № 1 і 2 був вищий на 24,6 % (рис. 4.10).

Загальний вихід круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2 і 3 перевищував вихід таких із м'якої пшениці подрібнених і шліфованих на 14,1–19,3 % (рис. 4.11).

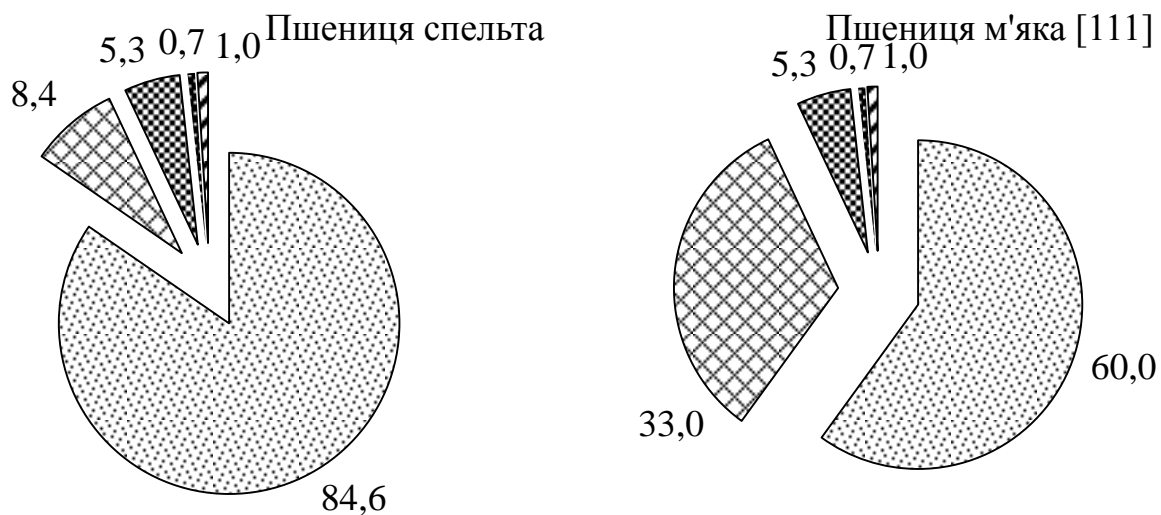


Рис. 4.10 Вихід крупи № 1, %:

▣ – крупка № 1; ▤ – мучка кормова; ▥ – відходи I і II кат.;

▦ – механічні втрати; ▧ – усушка.

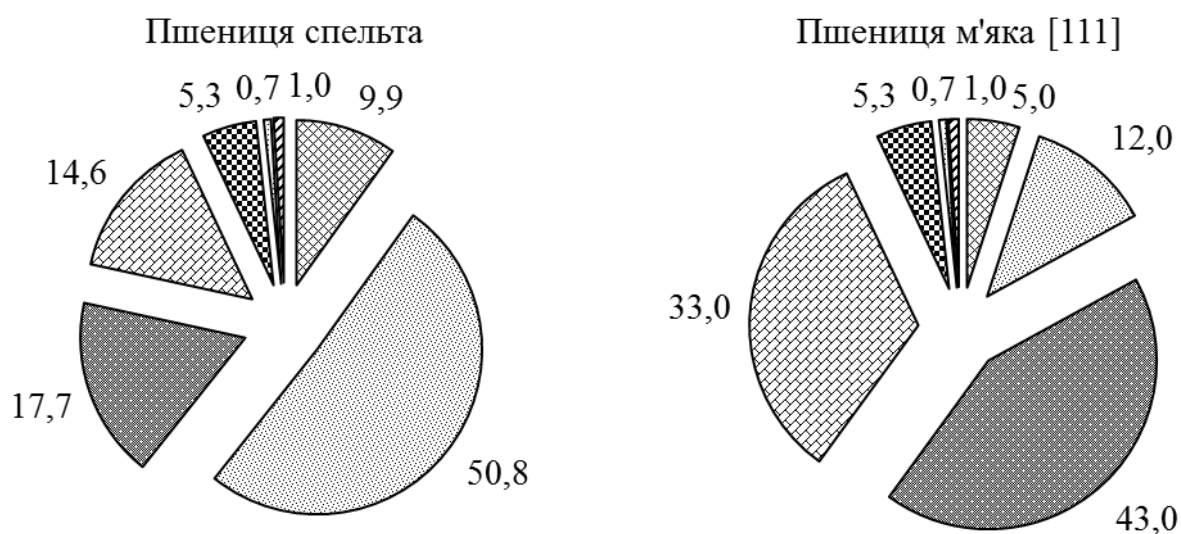


Рис. 4.11 Вихід круп подрібнених № 1, 2 і 3, %

▣ – крупка № 1; ▤ – крупка № 2; ▥ – крупка № 3;  
 ▦ – мучка кормова; ▧ – відходи I і II кат.; ▨ – механічні втрати;  
 ▩ – усушка.

Тривалість варіння круп з пшениці спельти подрібнених становила 18–25 хв залежно від номеру крупи (рис. 4.12).

Найдовша тривалість варіння у крупи подрібненої № 1 (25 хв), а найменша – у № 3 (18 хв). Показники кольору, запаху, смаку та консистенція каші під час розжовування не відрізнялися, проте консистенція каші у крупи № 3 була слабо розсипчастою (липкою) і відповідала 7 балам, тоді як у крупи № 2 – розсипчаста (9 балів).

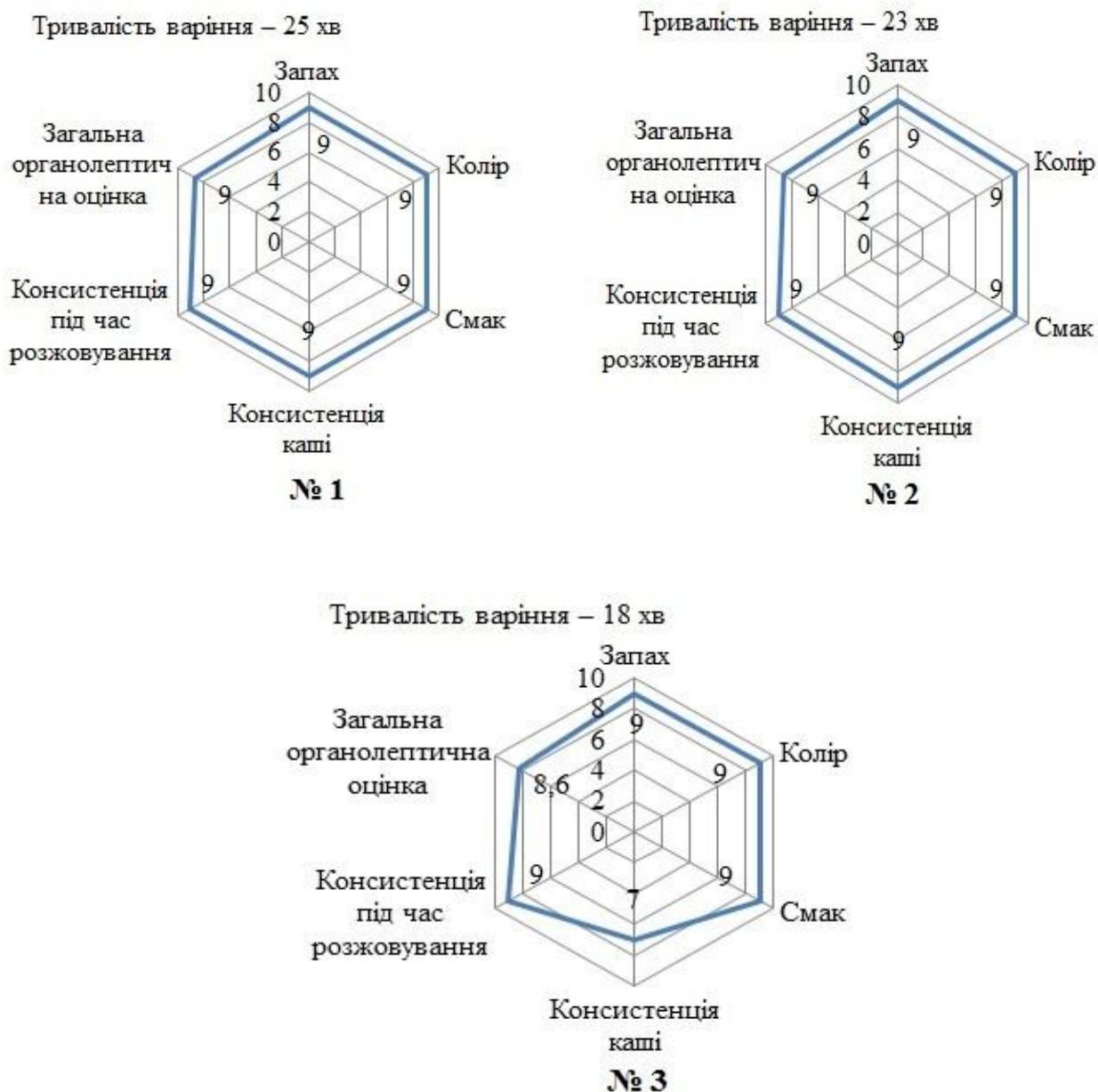


Рис. 4.12 Показники органолептичної оцінки каші з круп пшениці спельти подрібнених (2013–2015 рр.), бал

Отже, дослідженнями встановлено, що тривалість лушення зерна впродовж 120 с сприяє видаленню 10,9 % оболонки, консистенція каші під час розжовування та загальна органолептична оцінка – висока (7 та 8,6 балів). Тому для зерна пшениці спельти оптимальним є індекс лушення 11–13 %, збільшення виходу продукту сприяє зволоженню зерна до вологості 15–16 % та відволоженню впродовж 30 хв.

Крупи з пшениці спельти подрібнені № 1, 2 і 3 характеризуються високими показниками якості та можуть бути конкурентоспроможними в умовах сучасних ринкових відносин. Оскільки крупа з пшениці спельти № 1 має довшу тривалість (42–60 хв) варіння порівняно з подрібненими крупами (18–25 хв), її доцільно переробляти на крупу плющену, яка користується більшим попитом.

#### **4.2 Вплив тривалості пропарювання, відволоження та лушення зерна на вихід і якість крупи плющеної**

Значному зменшенню тривалості приготування крупи сприяє її плющення. Плющені крупи – ядра завтовшки 0,8–1,5 мм. Під час плющення частково руйнується структура ядра, завдяки цьому збільшується їхня поверхня, проте і зменшується товщина, що полегшує поглинання води під час приготування каші [73, 189].

Технологічний процес отримання плющених круп з високим виходом і харчовою цінністю, крім звичайних операцій з очищення від домішок і поверхні зерна, передбачає попереднє зволоження із відволоженням, пропарюванням, плющенням і сушінням [79, 97, 118, 137, 190].

Режими пропарювання крупи встановлюють залежно від її виду та вихідної вологості. Використовуючи технічні можливості пропарювача безперервної дії – широкий діапазон регулювання його продуктивності (0,5–2 т/год) і наявність надлишкового тиску пари, з'являється можливість змінювати технологічні та фізико-хімічні властивості отриманого продукту впливом на білок і крохмаль.

У результаті пропарювання відбувається денатурація білка, часткова клейстеризація крохмалю, а також утворення декстринів та інших низькомолекулярних продуктів гідролізу крохмалю. Завдяки цьому зростає засвоєння продукту.

О. В. Твердохліб та ін. встановлено [218], що найбільше впливає на вихід плющених круп вологість зерна перед водотепловим обробленням – зі збільшенням вологості зерна їхній вихід зростає. При цьому збільшення виходу плющених круп спостерігається за зменшеної тривалості відволожування та збільшення часу пропарювання. Це можна пояснити наявністю мінімально вільної вологи на поверхні ядер зерна після пропарювання перед плющенням, що покращує пластифікацію.

В результаті проведених досліджень встановлено, що вихід крупи плющеної за початкової вологості сировини 14 % залежав від тривалості лущення, пропарювання та відволожування (табл. 4.8).

Найбільший вихід крупи плющеної з пшениці спельти, незалежно від тривалості пропарювання, отримано за тривалості лущення зерна 20 с, що відповідало індексу лущення 2,9 %, а за тривалості пропарювання 10 хв та відволожування впродовж 5 хв він становив 97,5 %, 10 хв – 97,9 і 15 хв – 98,2 %. Відволожування впродовж 5 і 15 хв істотно зменшувало вихід крупи плющеної на 2–3 % (95,4–97,3 %).

Збільшення тривалості лущення істотно змінювало вихід крупи плющеної з пшениці спельти. Так, найменший вихід крупи від 97,9 до 92,3 % був за пропарювання та відволожування впродовж 5 хв та тривалості лущення 180 с, що відповідає індексу лущення 15,6 %.

Проте за тривалості лущення 100–160 с (індекс лущення 9–15 %) зростала роль пропарювання зерна. За тривалості лущення 120 с (індекс лущення 11 %), вихід крупи за пропарювання впродовж 5 хв становив 92,2–93,3 %, за 10-хвилинного пропарювання – 94,4–95,5, а за 15 хв – 94,8–95,4 % залежно від тривалості відволожування. Подібну тенденцію отримано і за вищого індексу лущення (12,5–15,6 %).

**Вихід крупи плющеної з пшениці спельти сорту Зоря України  
(2013–2015 рр.), %**

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	96,8	97,1	97,3	97,5	97,9	98,2	95,4	95,6	95,1
40	3,8	96,1	96,7	97,1	96,8	97,2	97,5	97,6	97,1	97,2
60	4,7	95,1	95,7	95,9	96,5	96,9	97,2	96,1	96,3	96,9
80	7,2	94,8	95,1	95,9	95,2	95,7	95,9	95,8	95,9	96,8
100	9,1	93,4	93,1	93,8	93,7	94,1	94,6	95,2	95,8	96,4
120	10,9	92,2	93,8	93,3	94,4	94,8	95,5	94,8	95,3	95,4
140	12,5	92,4	93,6	93,5	93,3	93,5	94,1	95,1	95,6	95,9
160	13,7	92,1	92,5	92,9	93,5	93,8	94,4	95,3	95,4	96,1
180	15,6	92,3	92,8	93,5	93,2	93,6	94,2	95,2	95,7	95,8
<i>НІР<sub>05</sub></i>		2,7								

*Примітка.* Вологість зерна –14,1 %.

Підвищення індексу лушення знижувало вихід готового продукту завдяки зменшенню вмісту оболонки, що утримували часточки ендосперму. Зменшення кількості оболонки лушенням зерна зумовлює крихкість готового продукту після сушіння.

Під час плющення крупи важливим етапом технологічного процесу переробки є видалення мучки кормової, тому що цей продукт містить відносно велику кількість жиру, часточки крохмалю та білка, наявність яких може призводити до утворення клейстеру.

Встановлено, що зі збільшенням тривалості лушення від 20 до 180 с, вихід

мучки кормової зростає від 1,3 до 7,9 % залежно від режиму водотеплового оброблення (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

**Вихід мучки кормової за виробництва крупи плющеної з пшениці спеліти сорту Зоря України (2013–2015 рр.), %**

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	3,2	2,9	2,7	2,5	2,1	1,8	4,6	4,4	4,9
40	3,8	3,9	3,3	2,9	3,2	2,8	2,5	2,4	2,9	2,8
60	4,7	4,9	4,3	4,1	3,5	3,1	2,8	3,9	3,7	3,1
80	7,2	5,2	4,9	4,1	4,8	4,3	4,1	4,2	4,1	3,2
100	9,1	6,6	6,9	6,2	6,3	5,9	5,4	4,8	4,2	3,6
120	10,9	7,8	6,2	6,7	5,6	5,2	4,5	5,2	4,7	4,6
140	12,5	7,6	6,4	6,5	6,7	6,5	5,9	4,9	4,4	4,1
160	13,7	7,9	7,5	7,1	6,5	6,2	5,6	4,7	4,6	3,9
180	15,6	7,7	7,2	6,5	6,8	6,4	5,8	4,8	4,3	4,2
<i>НІР<sub>05</sub></i>		0,2								

*Примітка.* Вологість зерна –14,1 %.

Так, найвищий вихід мучки кормової за пропарювання зерна впродовж 5 хв та тривалості лушення 160 с (індекс лушення 13,7 %) – 7,1–7,9 % – за 5–15-хвилинного відволожування. У результаті збільшення тривалості пропарювання та відволожування кількість мучки кормової зменшувалась внаслідок вищого ступеню клейстеризації крохмалю. Ця тенденція залишалась незмінною і не залежала від тривалості лушення. Встановлено, що найменша кількість мучки кормової була за пропарювання та відволожування крупи



впродовж 5 хв.

Важливим показником виробництва крупи плющеної [111] є вологість крупи перед плющенням, тому що відповідно до існуючих технологій передбачено сушіння пропареного круп'яного продукту перед плющенням, якщо його вологість після пропарювання вища за базисну (23–25 %).

Встановлено, що вологість крупи плющеної істотно змінювалась залежно від тривалості лушення, пропарювання та відволожування (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

**Вологість крупи з пшениці спельти перед плющенням сорту Зоря України (2013–2015 рр.), %**

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	15,6	16,3	17,3	16,3	17,6	18,9	19,5	20,4	21,1
40	3,8	15,8	16,5	17,5	16,4	17,7	19,1	19,7	20,6	21,3
60	4,7	15,8	16,5	17,4	16,7	18,1	18,9	19,6	20,7	21,4
80	7,2	16,2	16,9	17,9	17,3	18,6	19,5	20,3	21,1	21,7
100	9,1	17,1	18,2	19,4	17,9	19,3	20,5	21,6	22,1	22,9
120	10,9	18,4	19,1	19,8	19,2	19,9	21,7	22,4	23,1	23,8
140	12,5	18,9	19,9	20,7	20,4	20,9	22,1	23,4	24,1	24,7
160	13,7	18,8	20,4	21,3	20,8	21,5	22,9	24,1	24,8	25,2
180	15,6	19,5	20,6	21,7	21,3	22,2	23,6	25,7	25,2	25,7
<i>НІР<sub>05</sub></i>		0,9								

*Примітка.* Вологість зерна –14,1 %

Найвища вологість крупи перед плющенням була за тривалості лушення 160–180 с, пропарювання впродовж 15 хв – 24,1–25,7 % за відволожування 5–15 хв.

Найменша – за тривалості пропарювання впродовж 5 хв, лушення – 20–60 с – 15,6–17,4 % за відволожування 5–15 хв. Проте, за тривалості лушення 120–140 с, що відповідає індексу лушення 10,9–12,5 %, вологість крупи коливалась від 18,4 до 24,7 % залежно від режиму водотеплового оброблення. Це означає, що продукт додаткового сушіння не потребує, внаслідок чого зменшуються енерговитрати.

У процесі пропарювання відбуваються глибокі біохімічні зміни, що викликає не тільки зміну хімічного складу, але й зміну структурно-механічних властивостей зерна. У результаті впливу пари відбувається спрямована зміна властивостей крупи, крім цього, поліпшуються її споживні властивості – смакові та харчові, зовнішній вигляд, підвищується стійкість під час зберігання [112].

Тривалість варіння каші з крупи плющеної з пшениці спельти істотно змінювалась залежно від тривалості лушення (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

**Тривалість варіння каші з крупи плющеної з пшениці спельти сорту Зоря України (2013–2015 рр.), хв**

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	35	35	35	33	33	33	32	32	32
40	3,8	33	33	33	32	32	32	30	30	30
60	4,7	32	32	32	31	31	31	30	30	30
80	7,2	29	29	28	27	27	26	26	25	25
100	9,1	25	25	24	24	23	23	22	22	21
120	10,9	21	21	21	20	20	20	19	19	19
140	12,5	20	20	20	18	18	17	16	16	15
160	13,7	19	19	18	16	15	15	12	12	11
180	15,6	15	15	15	14	13	13	12	12	11
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>1</i>								

*Примітка.* Вологість зерна –14,1 %.

Варіння каші відбувалось від 11 до 35 хв за різної тривалості луцення, проте не залежало від режиму відволожування й істотно не зменшувалось унаслідок збільшення тривалості пропарювання. Дослідженнями В. В. Новікова [159] встановлено, що оболонки гальмують процес передачі тепла. У результаті цього відбувається низький рівень денатурації білків і клейстеризації крохмальних зерен.

За 20–60 с луцення зерна, що відповідало індексу 2,9–4,7 %, тривалість варіння каші найдовша – 30–35 хв. Збільшення тривалості луцення зерна істотно змінювало період варіння крупи плющеної з пшениці спельти. Так, за тривалості луцення 80–120 с цей показник становив від 19 до 29 хв, а за 140–180 с – 11–20 хв.

За встановленого оптимального індексу луцення зерна 11–13 %, що відповідає тривалості луцення 120–140 с, тривалість варіння каші з крупи плющеної з пшениці спельти становила 21 хв, що відповідає вимогам [111], де передбачено варіння крупи плющеної з зерна пшениці не більше 25 хв.

Коефіцієнт розварювання каші з крупи плющеної з пшениці спельти змінювався залежно від тривалості луцення зерна. Так, зі збільшенням тривалості луцення з 20 до 180 с (індекс луцення 2,9–15,6 %), коефіцієнт розварювання каші підвищувався від 4,7 до 6,2. Тривалість пропарювання та відволожування крупи на цей показник не впливали (додаток В.6).

Крупа плющена з пшениці спельти відповідала регламентованим нормам якості (додаток В. 7), тому доцільно проводити органолептичне оцінювання.

Дослідженнями встановлено, що каша з крупи пшениці спельти характеризувалась сильно вираженим запахом, що не змінювався залежно від параметрів луцення та режимів водотеплового оброблення (додаток В. 8). Так, за шкалою оцінювання запах каші в усіх досліджуваних зразках – 9 балів.

На колір каші з крупи плющеної істотний вплив мала тривалість луцення, тоді як тривалість пропарювання та відволожування взагалі не впливали на цей показник (табл. 4.12).

**Колір каші з крупи плющеної з пшениці спельти сорту Зоря України  
(2013–2015 рр.), бал**

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв									
		5			10			15			
		Тривалість відволожування, хв									
		5	10	15	5	10	15	5	10	15	
20	2,9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
40	3,8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
60	4,7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
80	7,2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
100	9,1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
120	10,9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
140	12,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
160	13,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
180	15,6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>1</i>									

*Примітка.* Вологість зерна –14,1 %.

За тривалості лушення зерна 20–40 с (індекс лушення 2,9–3,8 %) каша мала креманий колір, що відповідав оцінці в 5 балів. Збільшення тривалості лушення зерна до 60–100 с (індекс лушення 4,7–9,1 %) зумовлювало появу темнішого кремового кольору каші з оцінкою в 7 балів, що пояснюється відмінністю забарвлення ендосперму й оболонки. Проте найвищу оцінку каші – (9 балів) отримано за тривалості лушення зерна 120–180 с.

Смак каші з крупи плющеної з пшениці спельти не залежав від режиму її водотеплового оброблення, проте залежав від тривалості лушення. Так, за тривалості лушення 20–60 с (індекс лушення 2,9–4,7 %) смак каші виражений

(7 балів), а зі збільшенням тривалості лушення до 80–180 с, (індекс лушення 7,2–15,6 %), цей показник сильно виражений (9 балів) (додаток В.9). Консистенція каші мала високу оцінку (9 балів) та залишалася сталою незалежно від режимів водотеплового оброблення та лушення зерна (додаток В. 10).

Консистенція каші змінювалась від нерозсипчастої до слабо-розсипчастої залежно від тривалості лушення, що пояснюється відмінністю фізико-хімічних властивостей оболонки і ендосперму (табл. 4.13).

Таблиця 4.13

**Консистенція каші під час розжовування крупи плющеної з пшениці  
спельти сорту Зоря України (2013–2015 рр.), бал**

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	3	3	3	3	3	3	3	3	3
40	3,8	3	3	3	3	3	3	3	3	3
60	4,7	5	5	5	5	5	5	5	5	5
80	7,2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
100	9,1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
120	10,9	7	7	7	7	7	7	7	7	7
140	12,5	7	7	7	7	7	7	7	7	7
160	13,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9
180	15,6	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>1</i>								

*Примітка.* Вологість зерна –14,1 %.

Встановлено, що параметри водотеплового оброблення не впливали на цей показник. Так, не залежно від тривалості пропарювання та відволожування зерна,

найгіршу консистенцію мала каша з тривалістю лушення зерна 20–40 с. Її консистенція була жорсткою з хрустом під час розжовування й утворювала грудки (3 бали). Збільшення тривалості лушення до 100 с сприяло покращенню консистенції, але каша була жорсткувата, утворювала невеликі грудки та мала слабкий хруст (5 балів). Досить ніжна, добре розжовувалась і без хрусту каша отримана за тривалості лушення 120–140 с (індекс лушення 10,9–12,5 %) – 7 балів. Максимального значення (9 балів) мали зразки каші з лушенням зерна впродовж 160–180 с, що відповідало індексу лушення 13,7–15,6 %.

Крупа плющена з пшениці спельти характеризувалась високою органолептичною оцінкою (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

**Загальна органолептична оцінка крупи плющеної з пшениці спельти  
сорту Зоря України (2013–2015 рр.), бал**

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
40	3,8	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
60	4,7	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
80	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
100	9,1	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
120	10,9	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
140	12,5	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
160	13,7	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
180	15,6	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>1</i>								

*Примітка.* Вологість зерна –14,1 %.

Найнижчу загальну органолептичну оцінку мала крупа отримана за тривалості лушення зерна 20–40 с (індекс лушення 2,9–3,8 %) – 6,6 балів. Зі збільшенням тривалості лушення зерна, органолептична оцінка крупи становила 7,4–9,0 балів.

Отже, крупа з низьким індексом лушення (2,9–3,8 %) характеризувалась низькою загальною органолептичною оцінкою (6 балів). Це пояснюється тим, що каша із високим вмістом оболонки мала дуже грудкувату, з сильним хрустом і занадто жорстку консистенцією під час розжовування та темно-коричневий колір. Проте загальна органолептична оцінка крупи зростала до дуже високої (9 балів) за тривалості лушення 160–180 с, що відповідає індексу лушення 13,7–15,6 % і не залежала від режимів водотеплового оброблення.

Під час виробництва крупи з пшениці спельти сорту Європа параметри водотеплового оброблення та тривалості лушення впливали на вихід крупи, мучки кормової та органолептичну оцінку аналогічно як із зерна сорту Зоря України (додаток В.11–21).

Нами оцінена ефективність виробництва крупи плющеної з зерна пшениці спельти за виходом крупи, мучки кормової, вологістю крупи перед плющенням, загальною органолептичною оцінкою та тривалістю варіння каші. Параметрами удосконалення були тривалість лушення, пропарювання та відволожування рівні та кроки яких вказані в табл. 4.15.

Таблиця 4.15

#### Рівні та крок варіювання

Показник/параметр	Позначення	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Нульовий рівень	$X_0$	90	10	10
Верхній рівень	$X_+$	180	15	15
Нижній рівень	$X_-$	20	5	5
Інтервал вимірювань	$\lambda$	20	5	5

У загальному вигляді функції представляли так:

$$F = f(X_1, X_2, X_3), \quad (4.6)$$

$$M = f(X_1, X_2, X_3), \quad (4.7)$$

$$W = f(X_1, X_2, X_3), \quad (4.8)$$

$$O = f(X_1, X_2, X_3), \quad (4.9)$$

$$TB = f(X_1, X_2, X_3), \quad (4.10)$$

де F – вихід крупи, %;

M – вихід мучки кормової, %;

W – вологість крупи перед плющенням, %;

O – загальна органолептична оцінка, бал;

TB – тривалість варіння, хв;

X<sub>1</sub> – тривалість лушення, %;

X<sub>2</sub> – тривалість пропарювання, хв;

X<sub>3</sub> – тривалість відволожування, хв.

Рівняння отримували, попередньо передбачивши справедливність моделей відповідно до теорії Тейлора за формулою 4.4.

Було проведено перевірку моделей на адекватність, відсутність автокореляції, встановлені суттєві коефіцієнти регресії та побудовані відповідні залежності:

$$F = 97,28111 - 0,06709X_1 + 0,00008X_1^2 - 0,01193X_2^2 + 0,00263 X_1X_2; \quad (4.11)$$

$$M = 2,718889 + 0,067086 X_1 - 0,000075X_1^2 + 0,011933X_2^2 - 0,002629X_2X_3; \quad (4.12)$$

$$W = 14,10556 - 0,17409 X_2 + 0,23585X_3 + 0,000012X_1^2 + 0,03027X_2^2 + 0,00043X_1X_2 - 0,00550X_2X_3; \quad (4.13)$$

$$TB = 36,78081 - 0,06492 X_1 + 0,00024 X_1^2; \quad (4.14)$$

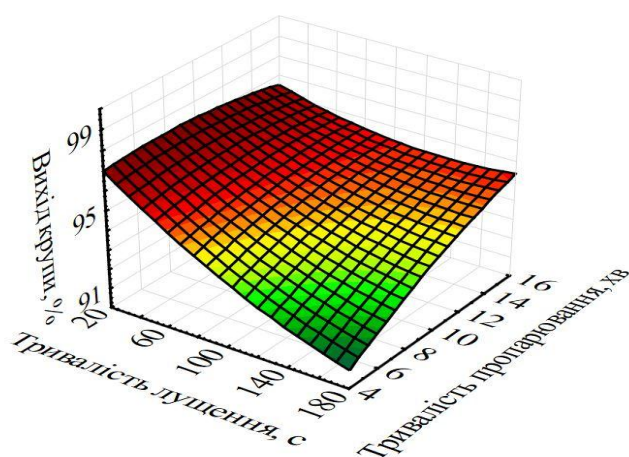
$$O = 6,098182 + 0,022303 X_1 - 0,000030 X_1^2. \quad (4.15)$$

Із рівнянь 4.11–4.15 видно, що тривалість відволожування пропареної крупи не впливала на ефективність круп'яного виробництва, оскільки коефіцієнти її регресії були не істотними. Тому під час побудови площин відклику вказаних функцій значення тривалості відволожування зафіксовано на мінімальному рівні (5 хв) (рис. 4.13).

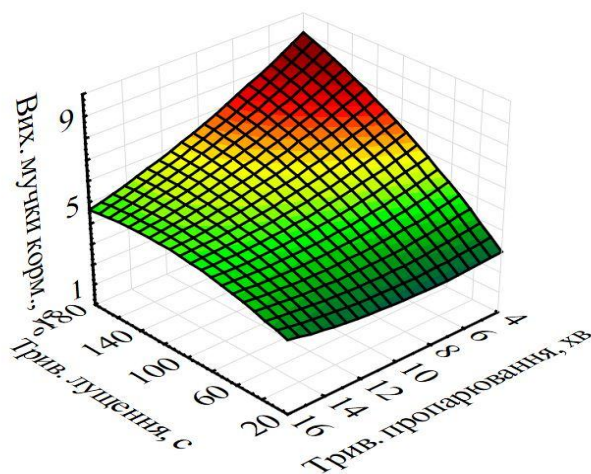
Із побудованих площин відклику та аналізом зовнішнього вигляду круп'яних продуктів можна зробити висновок, що тривалість лушення істотно впливала на



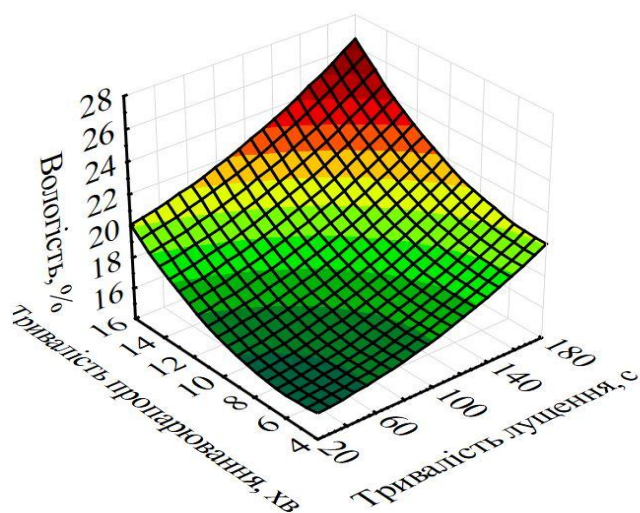
вихід і якість крупи.



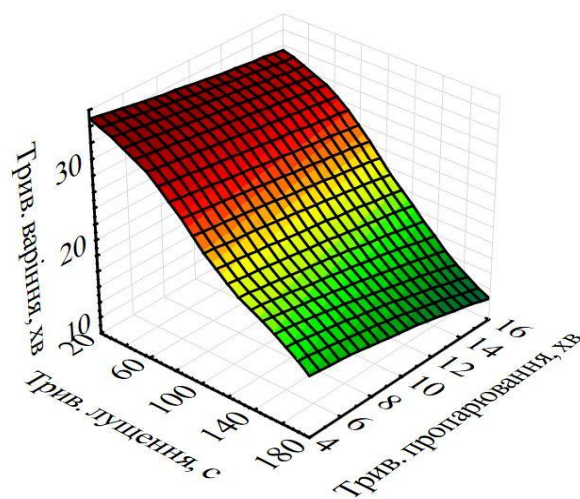
Вихід крупи плющеної, %



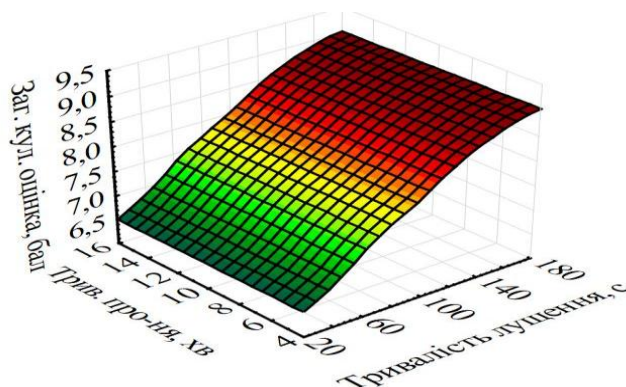
Вихід мучки кормової, %



Вологість крупи перед плющенням, %



Тривалість варіння каші, хв.



Загальна органолептична оцінка крупи, бал

Рис. 4.13 Показники ефективності виробництва крупи плющеної з зерна пшениці спельти залежно від тривалості лушення та пропарювання (тривалість відволожування 5 хв)

Порівняльною характеристикою крупи плющеної та зерна пшениці спельти встановлено, що в результаті оброблення зерна кількість крохмалю зменшувалась на 4,4 %, клітковини – 0,7, жиру – 0,4, золи – 0,55 і загального вмісту білка – на 1,1 % (табл. 4.16). Проте, таке зниження неістотне і вказує на високу харчову цінність і засвоюваність отриманого продукту.

Таблиця 4.16

**Хімічний склад зерна пшениці спельти та крупи плющеної з пшениці спельти (2013–2015 р.), %**

Показник	Зерно	Крупа плющена
Білок, %	20,6	19,5
Крохмаль, %	57,6	53,2
Клітковина, %	2,2	1,5
Жир, %	2,1	1,7
Зола, %	1,76	1,21

На основі аналізу отриманих даних можна зробити висновок, що збільшення тривалості пропарювання та відволожування не підвищує вихід готового продукту та не знижує тривалість його варіння. Тому рекомендуємо під час виробництва крупи плющеної з пшениці спельти використовувати крупу з пшениці спельти № 1, проводити її пропарювання і відволожування впродовж 5 хв та лушити впродовж 120–140 с, що відповідає індексу луцення 10,9–12,5 %.

Крупа плющена з пшениці спельти, що отримана за рекомендованого режиму характеризується високою органолептичною оцінкою (8,6 балів) та низькою тривалістю варіння (20 хв).

### **4.3 Вплив особливостей сорту та лінії на вихід і якість крупи плющеної**

Для з'ясування впливу особливостей сорту на вихід і якість крупи, взято крупи з пшениці спельти № 1 різних сортів і ліній, всього 12 зразків. За встановленого нами раціонального режиму проводили її пропарювання і

відволожування впродовж 5 хв та лушили впродовж 120–140 с, що відповідає індексу лушення 10,9–12,5 %.

Встановлено, що вихід крупи плющеної за роки досліджень суттєво не змінювався і становив 91,6–93,9 % залежно від сорту та лінії (рис. 4.14), (додаток В. 22).

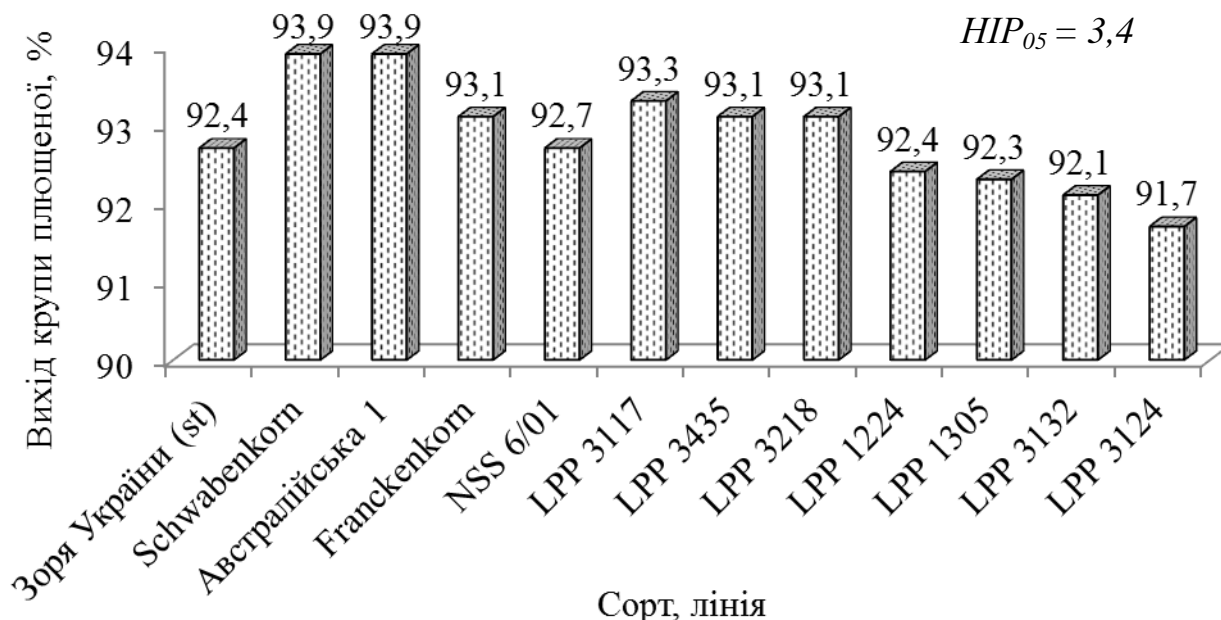


Рис. 4.14 Вихід крупи плющеної з пшениці спельти різних сортів і ліній, 2013–2015 рр.

Найвищий цей показник із зерна сортів Schwabenkorn (93,9 %), Австралійська 1 (93,9) та лінії LPP 3117 (93,3 %), що перевищувало стандарт на 1,5 %, проте це не істотно ( $HIP_{05} = 3,4$ ). Із зерна сорту Franckenkorn і ліній LPP 3218, LPP 3435, вихід крупи плющеної становив 93,1 %, а найменший – у ліній LPP 3124 – 91,7 % і LPP 1305, LPP 3132 – 92,1–92,3 %.

Тривалість варіння крупи плющеної не залежала від погодних умов року дослідження, сорту та лінії пшениці спельти та становила 20 хв (додаток В.23).

Дослідженнями встановлено, що коефіцієнт розварювання крупи плющеної змінювався залежно від сорту та лінії, тоді як погодні умови у рік дослідження на цей показник не впливали (додаток В.24). Так, серед сортів зерна пшениці спельти, найбільшим цей показник був у крупи із сорту NSS 6/01 – 5,9, а найменшим – із сортів Franckenkorn і Австралійська 1 – 4,8–4,9 (рис. 4.15).

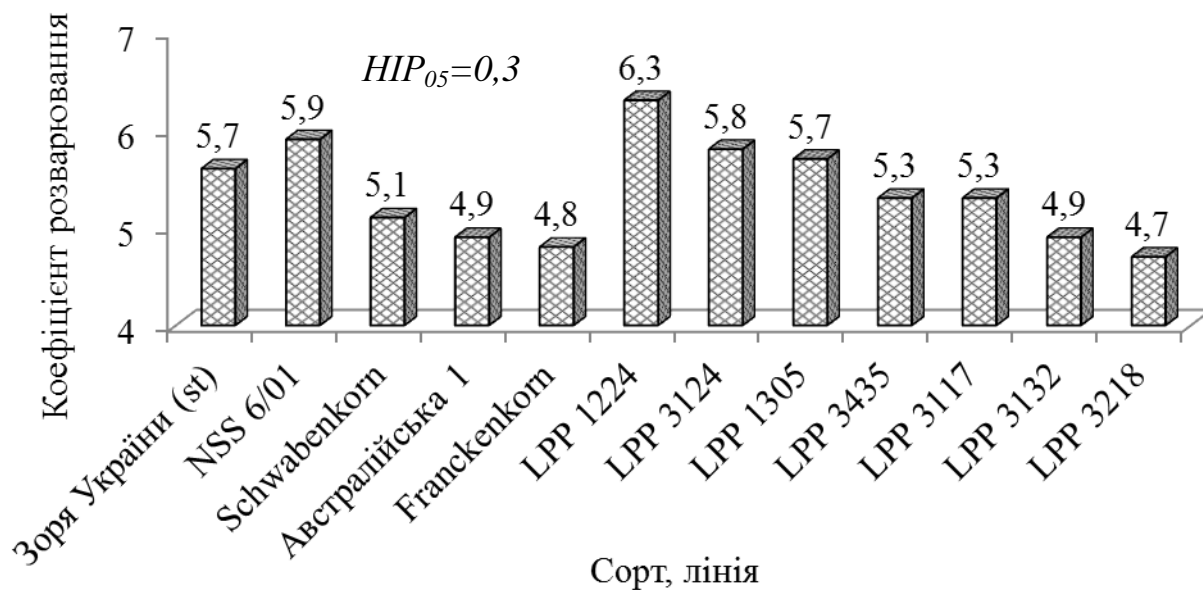


Рис. 4.15 Коефіцієнт розварювання крупи плющеної різних сортів і ліній, 2013–2015 рр.

У крупах із зерна ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum/Tr. spelta*, лінії LPP 1305, LPP 3124 і LPP 1224 мали найвищий коефіцієнт розварювання – 5,7–6,3. У решти цей показник варіював від 4,7 до 5,3.

Органолептичні властивості крупи оцінюють за якістю каші та визначають колір, смак, структуру, тривалість варіння, коефіцієнт розварювання та консистенцію [182].

Набухання часточок крупи під час варіння зумовлено деструкцією геміцелюлози, екстенсину, набухання крохмалю і меншою мірою розпадом протопектину [8, 16, 202].

Встановлено, що органолептична оцінка каші з крупи плющеної з пшениці спельти істотно не змінювалась залежно від сорту, лінії та року дослідження (табл. 4.17), (додаток В. 25–29).

Так, із 12 сортів і ліній пшениці спельти каші із дев'яти мали сильно виражений запах (8–9 балів). Виражений запах (7 балів) мали каші із крупи отриманої із ліній LPP 3435 і LPP 1224, а з LPP 3117 – слабо виражений запах. Встановлено, що походження сорту та лінії не впливало на показник запаху каші.

**Органолептична оцінка каші з крупи плющеної з пшениці спельти різних сортів і ліній (2013–2015 рр.), бал**

Сорт, лінія	Запах	Смак	Колір	Консистенція	Консистенція під час розжовування
Зоря України (st)	9	9	9	9	7
NSS 6/01	9	9	9	7	7
Австралійська 1	9	9	9	8	7
Schwabekorn	8	8	9	8	7
Franckenkorn	8	8	9	9	7
LPP 3218	9	9	9	7	7
LPP 1305	9	9	9	8	7
LPP 3132	9	9	9	9	9
LPP 3124	8	8	7	9	7
LPP 3435	7	7	7	9	9
LPP 1224	7	7	7	9	7
LPP 3117	5	7	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

Смак каші з крупи плющеної з пшениці спельти змінювався аналогічно показникам запаху. Найвищу оцінку за цим показником мали каші із зерна сортів NSS 6/01, Schwabekorn, Австралійська 1, Franckenkorn і ліній LPP 3218, LPP 1305, LPP 1197, LPP 3132, LPP 3124 – 8–9 балів.

В. С. Голік встановлено [33], що підвищення вмісту білка в зерні пшениці покращує запах і смак готового продукту. Це підтверджується і нашими дослідженнями. Каша із зерна сортів та ліній з вищим (Зоря України, NSS 6/01, Австралійська 1, Schwabekorn, Franckenkorn, LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124) вмістом білка мала кращий запах і смак – 8–9 балів, а відповідно з нижчим (LPP 3435, LPP 1224, LPP 3117) – 5–7 балів.

Колір звареної каші з крупи плющеної з пшениці спельти з дев'яти сортів незалежно від походження сорту був світло-кремовим з жовтим відтінком і лише каша із зерна ліній LPP 3124, LPP 3435 і LPP 1224 мала злегка темніший відтінок, що зумовлено більшою кількістю оболонки.

Розсипчаста консистенція каші з крупи плющеної з пшениці спельти сортів, Зоря України, Schwabekorn, Австралійська 1, Franckenkorn та ліній LPP 1305, LPP 1197, LPP 3132, LPP 3124, LPP 3435, LPP 1224, LPP 3117, що оцінена в 8–9 балів. Лише каша із зерна сорту NSS 6/01 і лінії LPP 3218 мали слабо розсипчасту консистенцію (7 балів). За показником розжовування каші з плющеної крупи спельти лише три лінії мали найвищу органолептичну оцінку – LPP 3132, LPP 3435, LPP 3117.

Результати досліджень свідчать, що крупа з зерна пшениці спельти мала високу загальну органолептичну оцінку, що істотно не змінювалась залежно від сорту та лінії (рис. 4.16).

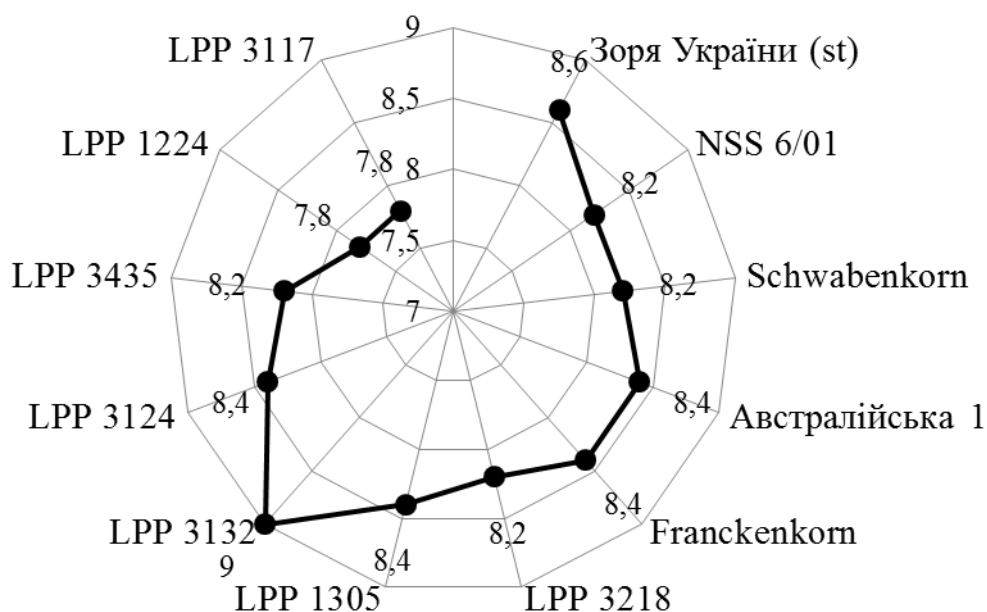


Рис. 4.16 Загальна органолептична оцінка крупи плющеної з пшениці спельти залежно від сорту та лінії (2013–2015 рр.), бал

Найвищу загальну органолептичну оцінку (9 балів) мала крупа із зерна лінії LPP 3132. Найнижчу оцінку (7,8 балів) – LPP 1224 і LPP 3117. Крупа із решти

сортів та ліній мала органолептичну оцінку на рівні 8,2–9,0 балів.

Отже, вихід крупи плющеної з пшениці спельти істотно не залежить від сорту та лінії та складає 92–94 %. Плющена крупа, отримана з зерна пшениці спельти всіх сортів і ліній характеризується високою органолептичною оцінкою. Загальна органолептична оцінка крупи плющеної з пшениці спельти становить від 7,8 до 9,0 балів, тобто походження сорту та лінії пшениці спельти не впливає на цей показник.

#### **4.4 Поживна цінність, безпека круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти та зміна їхньої якості впродовж зберігання**

Особливість технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти полягає в тому, що вони істотно не відрізняються за вмістом білка, жиру та вуглеводів (табл. 4.18). Це зумовлено однаковою індексом луцення зерна та мінімальним температурним впливом на нього.

Енергетична цінність – кількість енергії, що утворюється за біологічного окиснення жирів, білків і вуглеводів у продуктах. Вона виражається в кілоджоулях (кДж) або кілокалоріях (ккал) [34].

*Таблиця 4.18*

#### **Енергетична цінність крупи плющеної з пшениці спельти (вологість 14 %)**

Показник	Вміст, %	Теоретична калорійність, ккал/100 г	Фактична калорійність	
			ккал/100 г	кДж/100 г
Білок	19,4	77,6	65,5	274,0
Вуглеводи	77,8	291,7	278,8	1166,5
Жир	2,7	24,3	22,8	95,4
Всього		393,6	367,1	1535,9

Одним із найнестабільніших компонентів зерна і його продуктів переробки є жир, розпад якого погіршує фізико-хімічні та органолептичні властивості

продукту, зменшуючи термін його зберігання. В необробленому зерні жир залишається відносно стабільним, однак порушення цілісності поверхневих шарів під час лущення, шліфування або плющення може призводити до втрати його вмісту за неконтрольованих ферментативних процесів [136].

Серед визначальних чинників, що впливають на ферментативні процеси під час зберігання є вологість продукту, кислотність, мікробіологічне обсіменіння продукту. Відповідно до регламенту термін зберігання крупи пшеничної становить 6 міс., а швидкорозварюваних круп – 9 міс.

Під час дослідження проведено визначення показників кислотності та мікробіологічного обсіменіння продуктів, отриманих за їхньої переробки.

Відомо, що кислотність круп'яних продуктів не повинна перевищувати 5 град. За теплової обробки крупи під дією надлишкового тиску, температури та вологого середовища в продуктах відбувається збільшення частки вільних жирних кислот, що може підвищувати їхню кислотність [73, 74, 93, 146, 230].

Вчені [69, 92, 157, 230] дійшли висновку, що водотеплове оброблення підвищує стійкість круп'яних продуктів до прогрікання та подовжує термін їхнього зберігання.

У результаті проведених досліджень встановлено, що кислотність крупи плющеної була дещо меншою (3,0–4,7 град) у порівнянні з крупою № 1 (3,2–4,9 град) та подрібненою № 1, 2 і 3 (3,2–5,5 град), очевидно пропарювання сприяло інактивації ферментів (рис. 4.17).

Під час зберігання крупи плющеної впродовж одного місяця її кислотність залишалася стабільною (3,0–3,1 град), а після 2–6 міс. процеси протікали інтенсивніше (3,3–4,0 град). За зберігання впродовж 7–9 міс. (4,3–4,7 град) фізико-хімічні зміни уповільнювалися, а інтенсивність кислотонакопичення зменшилась.

Аналіз отриманих даних підтвердив, що крупа з зерна пшениці спелти входить до регламентованих норм діючих стандартів на харчові продукти із зерна пшениці: 6 міс. для крупи № 1 і подрібненої № 1, 2 і 3 та 9 міс. для крупи плющеної.



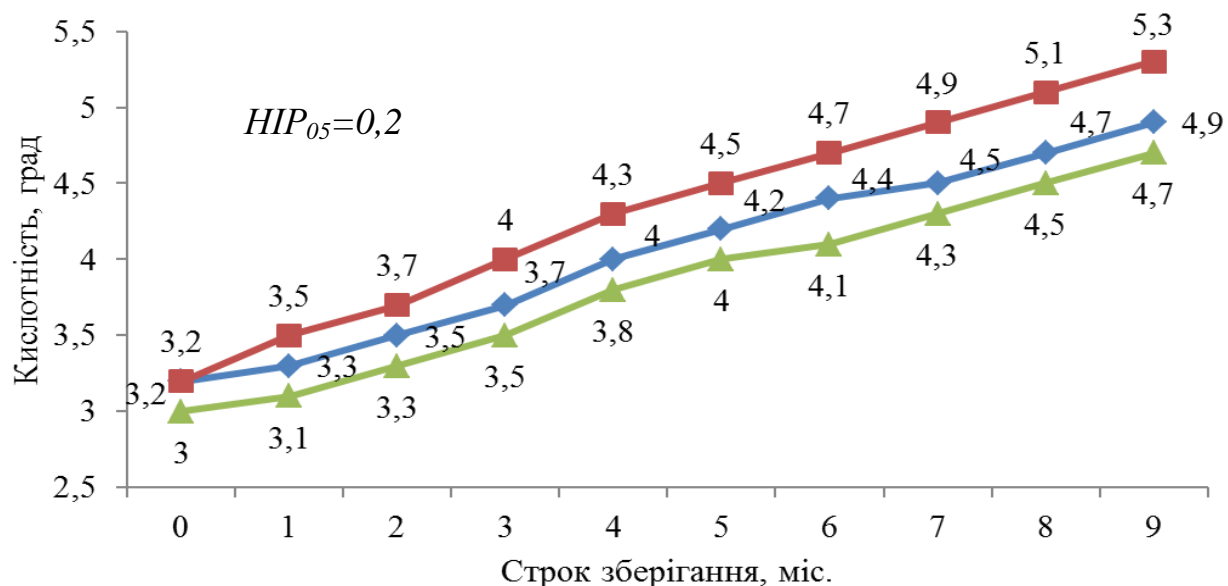


Рис. 4.17 Кислотність круп'яних продуктів залежно від тривалості зберігання (2013–2015 рр.):

- ◆ – крупа з пшениці спельти № 1;
- – крупи з пшениці спельти подрібнені № 1, 2, 3;
- ▲ – крупа плющена з пшениці спельти.

На безпечність продукту та термін його придатності істотний вплив має мікробіологічне обсіменіння. Ступінь обсіменіння мікроорганізмами зерна круп'яних продуктів може значно змінюватись залежно від сорту, умов вирощування, способу обробки, терміну та умов зберігання [1, 30, 32, 230]. До операцій, що сприяють зменшенню мікробіологічного обсіменіння продуктів під час перероблення зерна є лушення та водотеплова обробка. На поверхні зернівки домінують безспоріві бактерії, факультативно-аеробні паличкоподібні бактерії *Erwinia herbicola*, які в процесі зберігання зерна або його продуктів переробки гинуть [53, 123, 178].

Частка бактерій і плісневих грибів у продуктах із зерна пшениці регламентується ДСТУ 1055:2006 [65], згідно якого кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) у крупі плющеної не повинна перевищувати  $5 \times 10^3$  КУО в 1 г, плісневих грибів – 50 КУО в 1 г, наявність бактерій групи кишкових паличок, патогенних

мікроорганізмів не допускається. Для крупи № 1 та подрібненої № 1, 2 і 3 кількість МАФАНМ не повинна перевищувати  $2,5 \times 10^4$  КУО в 1 г, а плісневих грибів –  $2 \times 10^2$  КУО в 1 г [64, 123].

Проведені дослідження мікробіологічного обсіменіння круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти впродовж 9 міс. зберігання, які наведено в табл. 4.19.

Таблиця 4.19

**Мікробіологічне обсіменіння продуктів із зерна пшениці спельти в процесі зберігання (2013–2015 рр.), КУО в 1 г**

Показник	Термін зберігання, місяців	Крупа з пшениці спельти		
		№ 1	подрібнена № 1, 2, 3	плющена
МАФАНМ	0	$2,5 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$0,8 \times 10^3$
	3	$2,6 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$0,9 \times 10^3$
	6	$2,8 \times 10^3$	$2,7 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
	9	$2,9 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$
Плісневі гриби	0	15	15	10
	3	21	19	12
	6	25	23	18
	9	29	28	21

Встановлено, що за тривалого зберігання у крупі спостерігалось збільшення кількості бактерій та плісневих грибів. Проте, незалежно від цього, частка МАФАНМ і кількість плісневих грибів у готових продуктах під час зберігання впродовж 9 міс. не перевищувала регламентовані стандартами норми.

**4.5 Розробка технології первинного очищення та виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти**

Вагомим недоліком зерна пшениці спельти є важкий вимолот зерна, що вимагає розробки окремої технології для відділення плівок. Зерно пшениці

спельти, що надходить на круп'яні заводи міститься у плівці та має домішки, не виділення яких значно ускладнює процес обробки зерна і призводить до погіршення якості готової продукції.

Розроблена схема очищення зерна пшениці спельти представлена на рис. 4.18.

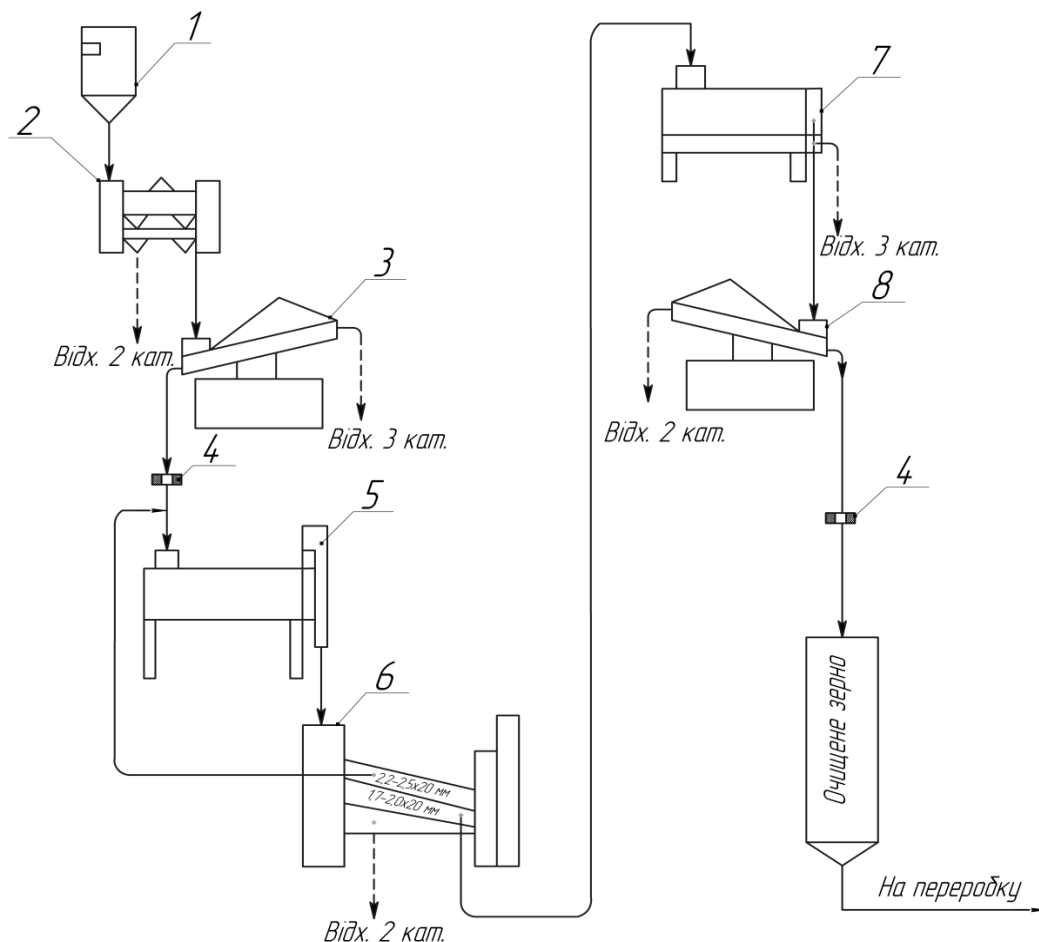


Рис. 4.18 Рекомендована технологічна схема очищення зерна пшениці спельти від плівок

Зважування зерна здійснюється на автоматичних вагах (1), що забезпечує стабільність потоку зерна перед його спрямуванням у бурат (2), де відбувається первинне очищення зернової маси видаленням грубих домішок. Очищене від сміттєвих домішок зерно спрямовують у каменевідбірну машину РЗ–БКТ (3) для видалення мінеральних домішок. Після цього в магнітних сепараторах У1–БМЗ (4) проводять вилучення металоманітних домішок. Зерно подають в луцильну машину КМРЛ 1000 (5) для видалення від плівок, а потім очищують у

повітряно-ситовому сепараторі ЗСМ–5 (6). У сепараторі зерно очищується на двох рядах штапованих сит – сортувальному з діаметром отворів 7 мм і підсівному з отворами 2,2×20 мм – на першому та 1,7×20 мм – на другому проходах. Сходом сортувального сита відокремлюються великі домішки, сходом підсівного – очищене зерно. Проходом підсівного сита 2,2×20 мм відсортовуються дрібні мінеральні домішки разом з битим і дрібним зерном (до 5–6 %), проходом підсівного сита 1,7×20 мм – дрібні мінеральні домішки, бите та щупле зерно. При цьому зерно піддається обробці потоком повітря для відділення легких домішок.

Після повітряно-ситового сепаратора зерно направляють на трієр ЗТО–5М (7), де очищують від довгих домішок, вівсюга, вівса та іншого подібного за розмірами насіння сміттєвих рослин.

Завершальним етапом в очищенні зерна пшениці спельти є сортування його на вібропневмостолі (8), де відходять важковідокремлювальні домішки та плівки. Очищене зерно від плівок через магнітний захист спрямовують у бункер, а звідти на переробку.

Враховуючи те, що зерно пшениці спельти за технологічними властивостями подібне до пшениці м'якої, і відноситься до м'язозерного, його технологію переробки здійснювали на основі технології виробництва крупи із пшениці м'якої за «Правилами організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах» [111].

Загальноприйнята технологія виробництва круп'яних продуктів з пшениці м'якої включає очищення зерна від грубих домішок на скальператорі, сепараторі А1–БЛС, каменевідбірнику РЗ–БКТ–100, кукілевідбірнику А9–УТО–6 і вівсюговідбірнику А9–УТК–6.

Для очищення та луцення зерна відокремлюють дрібну фракцію – прохід сита 1,7×20 мм, яку спрямовують у відходи І і ІІ категорії. Схід зерна зволожують до 14,5–15,0 % з тривалістю відволожування 30–120 хв. Після цього зерно луцять в оббивальних машинах з абразивними циліндрами дворазово із сепаруванням кожного проходу в аспіраторах. Шліфування зерна проводять в машинах А1–ЗШН, а подрібнення – на вальцьовому верстаті [111].

Контроль мучки кормової здійснюють на ситі з дротяної сітки № 063 з наступним пропусканням через магнітні сепаратори [111].

За геометричними розмірами зерно пшениці спельти наближається до зерна пшениці, що зумовлює доцільність його очищення на сепараторі, камневідбірнику та трієрах без їхнього додаткового налаштування.

Відповідно до розробленої схеми зерно пшениці спельти із бункерів для неочищеного зерна надходить на попереднє очищення у скальператор (1) (рис. 4.19). А звідси, для ведення контролю виробництва, зерно перед етапом основного очищення зважують на автоматичних вагах (3).

Очищення зерна пшениці спельти від домішок здійснюють із використанням традиційного зерноочищувального обладнання: ситоповітряного сепаратору (4), камневідбірної машини (5) і трієрів (6 і 7). Після цього зерно зволожують в зволожувальній машині (8) до 15–16 % та відволожують в бункерах для відволожування (9) впродовж 30 хв.

Для досягнення індексу лушення зерна пшениці спельти – 11–13 %, зерношліфувальні машини А1–ЗШН замінюють на машини типу «Каскад» (11), що характеризуються вищою ефективністю роботи та здатні за один прохід мати необхідний індекс лушення. Після кожної системи проводять сепарування отриманого продукту через дуаспіратор (13). Перед аспіраційною мережею та машинами ударно-стиральної дії встановлюють магнітну колонку (10).

Після другої системи круп'яний продукт, за необхідності, сепарують на розсійнику (18) для отримання крупи № 1 і подрібнюють на вальцьовому верстаті (17) та спрямовують на розсійник (18), де відбирають крупи подрібнені № 1, 2 і 3.

Вихід крупи з зерна пшениці спельти за такої технології становить 80–90 %, що на 18–25 % більше порівняно з відомими технологіями виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці.

Проте, розроблена схема призначена для безплівкових сортів пшениці спельти. Для плівкових сортів пшениці спельти, зерно яких пройшло попереднє очищення від плівок, доцільно оминати очищення на скальператорі та трієрах, а далі процес аналогічний.

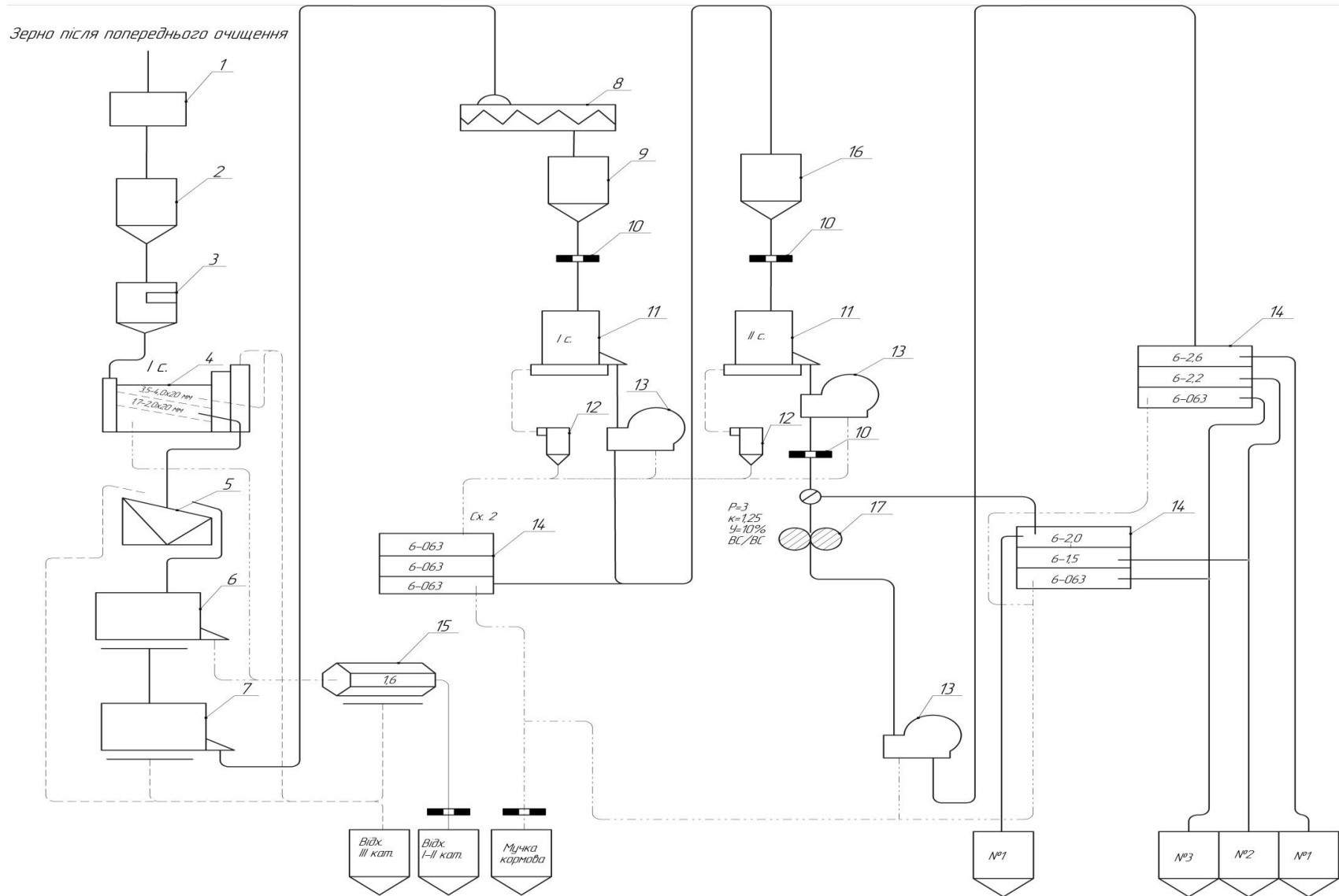


Рис. 4.19 Рекомендована технологічна схема виробництва круп з пшениці спельти № 1 та подрібнених № 1, 2 і 3

Розробку технології виробництва крупи плющеної з зерна пшениці спельти здійснювали на основі технології швидкорозварюваних круп пшеничних [111]. Проте, з урахуванням фізико-хімічних властивостей зерна пшениці спельти та не доцільності проектування підприємств великої продуктивності, крупу плющену з пшениці спельти рекомендовано виробляти за скороченою технологічною схемою (рис. 4.20).

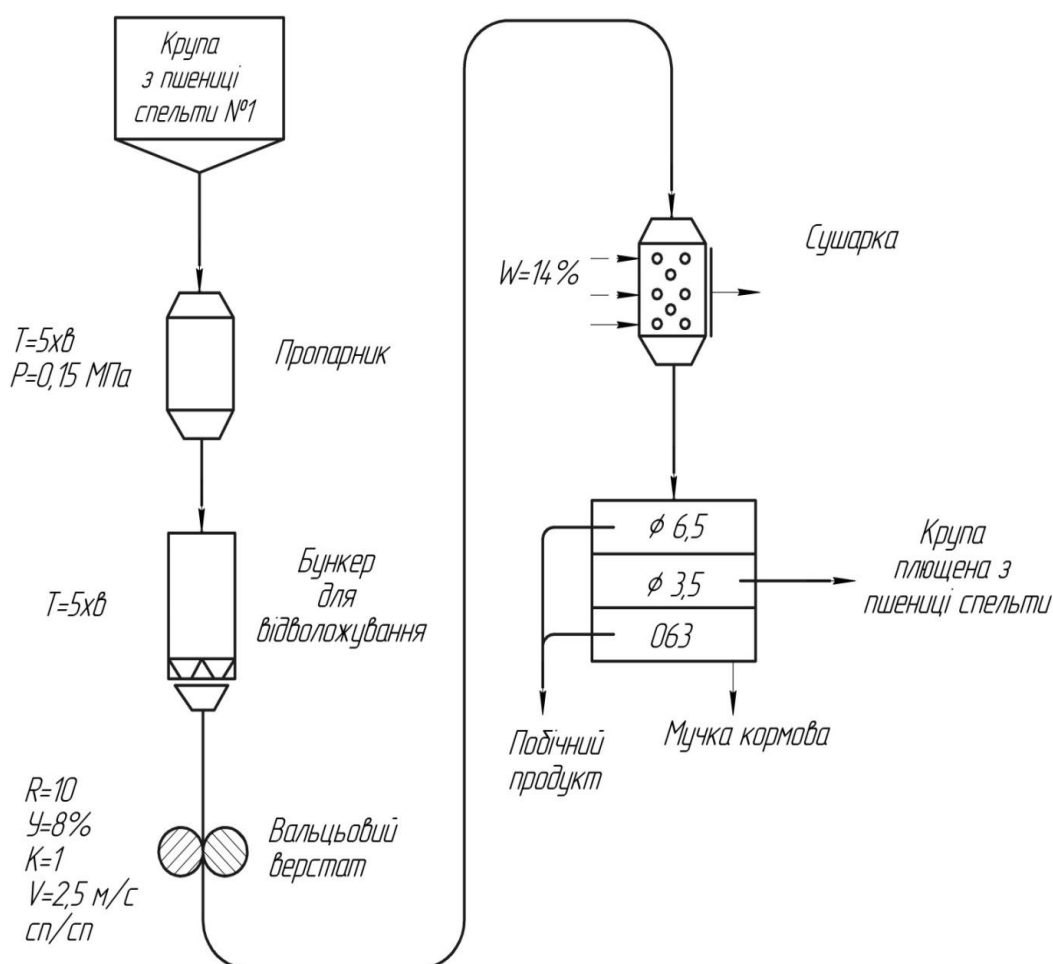


Рис. 4.20 Технологічна схема виробництва крупи плющеної з пшениці спельти

Для виробництва крупи плющеної з пшениці спельти нами рекомендовано використовувати крупу з пшениці спельти № 1 без додаткового сортування. Крупу зважують, пропарюють у пропарювачі безперервної дії (1) за тиску насиченої пари 0,15 МПа впродовж 5 хв та відволожують у термоізолюваному бункері (2) упродовж 5 хв. Вологість крупи після водотеплового оброблення – 20 % і не потребує додаткового підсушування. Після темперування, зерно плющать на плющильному верстаті (3) за диференціалу 1:1. Крупу плющену

сушать до вологості 14 % у сушарці (5), після чого охолоджують в охолоджувальній колонці (6). Крупу плющену з пшениці спельти отримують проходом сита Ø 6,5 мм і сходом сита Ø 3,5 мм на розсійнику (7). Перед аспіраційною мережею встановлюють магнітний сепаратор (4).

Така технологія отримання крупи плющеної з пшениці спельти забезпечує зменшення тривалості варіння каші на 5 хв порівняно з технологією виробництва швидкорозварюваних пшеничних круп. Крім того, технологія здійснюється за скороченою схемою виробництва з меншими енергосиловими витратами.

За представленими технологіями розроблені технологічні інструкції з виробництва круп з пшениці спельти № 1, круп подрібнених № 1, 2 і 3 та крупи плющеної з пшениці спельти (додаток Е.1, Е.2).

### **Висновки до розділу**

1. Вихід крупи з пшениці спельти № 1 залежить від тривалості луцення, зволоження та відволоження. Оптимальним водотепловим обробленням є зволоження зерна до вологості 15–16 % та відволоження впродовж 30 хв. Найвищий вихід крупи з пшениці спельти № 1 становить від 93,4 до 97,1 % за луцення впродовж 20 с, зменшуючись до 77,1–84,4 % за луцення впродовж 180 с.

2. Найвагоміший вплив на органолептичну оцінку крупи з пшениці спельти № 1 має тривалість луцення. Найкращі кулінарні властивості крупи забезпечує тривалість луцення зерна пшениці спельти 120–140 с. При цьому каша має сильно виражений запах і смак, світло кремовий колір та досить ніжну без хрусту консистенцію. Проте тривалість варіння крупи з пшениці спельти № 1 становить 42–60 хв залежно від тривалості луцення.

Розроблена технологія виробництва крупів із пшениці спельти подрібнених № 1, 2 і 3 має на 18 % вищий вихід, порівняно з існуючою технологією виробництва крупи із пшениці м'якої подрібненої і шліфованої, а крупа має дуже високу загальну органолептичну оцінку (8,6–9,0 балів) та низьку тривалість



варіння 18–23 хв.

3. Вихід крупи плющеної більше залежить від тривалості луцення зерна пшениці спельти, ніж від режимів пропарювання. Проте це не змінює органолептичну оцінку каші. За тривалості луцення 120–140 с (індекс луцення 11–13 %) оптимальним є пропарювання та відволожування впродовж 5 хв, що забезпечує вихід готового продукту 92,2–92,4 %. Тривалість варіння крупи плющеної зменшується до 21 хв.

4. Отримані математичні моделі повнофакторного експерименту є адекватними, відтворюваними, статистично надійними з відхиленою гіпотезою про наявність автокореляції та можуть бути використані для отримання проміжних значень змінних.

5. Встановлено, що походження сорту та лінії зерна пшениці спельти істотно не впливає на вихід та органолептичну оцінку крупи плющеної. Вона має високий вихід (91,5–94,1 %) та загальну органолептичну оцінку (7,8–9 балів).

6. Розроблено технологічну схему виробництва крупи з пшениці спельти № 1 та круп подрібнених № 1, 2 і 3, що забезпечує вихід – 80–90 % готового продукту, що на 18–25 % більше порівняно з відомими технологіями виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці.

7. Розроблено технологічну схему виробництва крупи плющеної з крупи пшениці спельти № 1, що забезпечує зменшення тривалості варіння каші на 4 хв та скорочення схеми виробництва з меншими енергосиловими витратами порівняно з технологією виробництва швидкорозварюваних пшеничних круп.

8. Встановлено, що крупа № 1 та крупи подрібнені № 1, 2 і 3, крупа плющена з пшениці спельти стійкі до прогрікання впродовж 9 міс. зберігання. Кислотність продукту не перевищує 5 град. З урахуванням мікробіологічного обсіменіння продукції, їхній строк зберігання не повинен перевищувати 6 міс. для крупи № 1 та подрібненої № 1, 2, 3 та 9 міс. – крупи плющеної.

Результати досліджень розділу 4 були апробовані на п'ятьох конференціях [124, 126, 130, 166, 262] та представлені в шести наукових статтях [18, 128, 164, 165, 263, 274] і трьох патентах [209, 210, 212].

1. Liubych V., Voziian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties // *Episteme czasopismo naukowo-kulturalne*. Krakow. 2016. Nr 30. tom II. P. 111–122.

2. Осокіна Н., Любич В., Возіян В. Вихід і якість крупи із зерна пшениці спельти залежно від індексу лущення // *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. Nitra. 2016. № 1. С. 341–345.

3. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід і якість крупи плющеної з пшениці спельти залежно від елементів технології переробки // *Збірник наукових праць УНУС*. Умань. Вип. 90. 2017. С.91–98.

4. Любич В. В., Возіян В. В. Кулінарна оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // *Зернові продукти і комбікорми*. № 2 (58). 2015. С. 14–18.

5. Osokina N., Liubych V., Voziyan V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on yield and its quality of cereal // *Ukrainian Journal of Food Science*. Kyiv. 2015. № 1 (3). P. 23–32.

6. Возіян В. В. Ефективність переробки зерна спельти в крупу // *Зернові продукти і комбікорми*. № 4 (60). 2015. С. 29–32.

7. Любич В. В., Возіян В. В. Органолептична оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // *Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів*. Одеса, 2015. С. 378–379.

8. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід цілої крупи із зерна спельти залежно від його зволоження та тривалості відволоження // *Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми: матеріали Міжн. наук.-практ. конф.* Одеса: ОНАХТ, 2015. С. 7–18.

9. Любич В. В., Возіян В. В. Влияние степени шелушения зерна спельты на выход крупы и ее качество // *Развитие биотехнологических и постгеномных технология для оценки качества с/х сырья и создания продуктов здорового питания: 18-ая Межд. научн.-практ. конф., посвященная памяти В. М. Горбатова*. Москва, 2015. С. 306–309.

10. Liubych V., Voziian V. Cereal properties of spelt wheat grains depending on

the variety // 5th International conference for young researchers «Multidirectional research in agriculture, forestry and technology». Krakow, 2016. P. 72.

11. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив вологості та тривалості відволожування на вихід цілої крупи із зерна спельти // матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених «Актуальні проблеми садівництва в сучасній аграрній науці». Умань, 2016. С. 150–151.

12. Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти: пат. 115355 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В., Довгун Р. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 11499; заявл. 14.11.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.

13. Спосіб отримання крупи цілої зі спельти: пат. 115198 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 10000; заявл. 30.09.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.

14. Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти: Пат. 115765 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 11569; заявл. 16.11.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.

**РОЗДІЛ 5**  
**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА КРУП'ЯНИХ**  
**ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ**

Економічна ефективність від впровадження розроблених технологій показана на прикладі розрахунку рентабельності та терміну окупності виробництва для технологій круп із пшениці спельти подрібнених № 1, 2 і 3 та крупи плющеної з пшениці спельти. Вихідні дані для розрахунку наведено в табл. 5.1.

*Таблиця 5.1*

**Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності впровадження  
розроблених технологій виробництва круп**

Показник	Крупа	
	подрібнена № 1, 2, 3	плющена
Продуктивність, т/добу	4	4
Річний робочий період, діб	315	315
Вартість сировини, грн/т	8000	10500
Витрати на сировину в рік, грн	10 080 000	13 230 000

Для розрахунку економічної ефективності виробництва круп'яних продуктів з зерна пшениці спельти використовували ціни 2016 маркетингового року.

Вартість устаткування за гуртовими цінами виробника становить для круп із пшениці спельти подрібнених № 1, 2 і 3 – 3 580 200 грн та крупи плющеної з пшениці спельти – 2 320 000 грн.

До загальних капітальних витрат на впровадження розроблених технологічних ліній належать витрати на запчастини, що становлять 2 % від вартості устаткування, на комплектацію – 0,7 %, на заготівельно-складські роботи – 1,2 %, на транспортування – 5 % та інші витрати – 5 % (додаток Ж.1).

Норми виходу круп'яних продуктів за розроблених технологій виробництва представлені в додатку Ж.2.

На підприємстві крупи з зерна пшениці спельти подрібнені № 1, 2, 3 та крупу

плющену з пшениці спельти фасують в пакети по 1 кг, ціна одного пакета 0,50 грн. Мучку кормову фасують в мішки по 45 кг, ціна одного мішка 2,0 грн (додаток Ж.3).

Вартість електроенергії та води на технологічні цілі визначається множенням кількості затраченої енергії на вартість одиниці цих витрат по видах. Так, на 1 т перероблюваного зерна витрачається 100 кВт електроенергії та 3 м<sup>3</sup> води для круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3 та 5 м<sup>3</sup> для круп плющеної з пшениці спельти (додаток Ж.4).

Адміністративно-управлінський персонал може включати 8 осіб (додаток Ж.5) та працювати в дві зміни, на кожній зміні 4 основних працівники. Всього промислово виробничий персонал може складатись з 12 осіб (додаток Ж.6).

Нарахування на заробітну плату складають 20,5 % (податок на заробітну плату). Цей податок складає  $871\ 200 \text{ грн} \cdot 0,205 = 178\ 596 \text{ грн}$ .

До елемента відрахувань на соціальні заходи належать:

- обов'язкове державне пенсійне страхування 31,2 %;
- обов'язкове державне страхування з тимчасової втрати працездатності 1,5 %;
- обов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття 1,3 %;
- обов'язкове державне страхування від нещасних випадків 1,16 %;
- відрахування на індивідуальне страхування персоналу підприємства 1,14 % [214].

Разом ці відрахування складають 36,3 % від фонду заробітної плати:  $871\ 200 \cdot 0,363 = 316\ 245 \text{ грн}$ .

До відрахувань на утримання основних засобів відносять витрати на амортизацію, яка складає 15 % від вартості обладнання та поточний ремонт обладнання – 10 % від його вартості (додаток Ж.7).

Розрахунки собівартості окремих видів продукції використовуються для визначення потреби в оборотних коштах, плануванні прибутку, визначенні економічної ефективності виробництва. В результаті проведених розрахунків встановлено, що повна собівартість для круп з пшениці спельти подрібнених

№ 1, 2 і 3 – 10 532 грн, а для крупи плющеної з пшениці спельти – 13 107 грн (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Зведені витрати на виробництво круп'яних продуктів з визначенням повної собівартості 1 т кожного виду продукції**

Показник	Крупа	
	подрібнена № 1, 2, 3	плющена
Витрати на виробництво, в т. ч. сировина, грн на рік	10 080 000	13 230 000
допоміжні матеріали, грн	336 180	336 180
Витрати енергії на технологічні потреби у т. ч. електроенергія, грн	252 000	304 400
вода, грн	41 580	69 300
Оплата праці виробничих працівників, грн	593 727	593 727
Амортизація, грн	537 030	348 000
Поточний ремонт обладнання, грн	358 020	232 000
Всього, грн	12 287 831	15 291 901
Адміністративні витрати (5 %), грн	614 391	764 595
Витрати на збут (3 %), грн	368 635	458 757
Всього витрат, грн	12 270 857	16 515 253
Повна собівартість одиниці продукції, грн	10 532	13 107

Залежно від виходу продукції та реалізаційної ціни розраховано річний прибуток від реалізації, який становив 14 096 628 грн для круп з пшениці спельти

подрібнених № 1, 2, 3 та 19 211 094 грн для крупи плющеної з пшениці спельти (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

### Розрахунок з надходження прибутку

Найменування продукції	Кількість з 1 т, %	Ціна за 1 т продукції, грн	Прибуток від реалізації, грн/за рік
Крупа подрібнена: № 1	9,9	14 500	1 808 730
№ 2	50,8	14 000	8 961 120
№ 3	17,7	13 500	3 010 770
Мучка кормова	14,6	1500	275 940
Відходи I і II кат.	5,3	600	40 068
Всього	–	–	14 096 628
Крупа плющена	92,0	16500	19 126 800
Мучка кормова	2,7	1500	51 030
Відходи I і II кат.	4,4	600	33 264
Всього	–	–	19 211 094

Основні техніко-економічні показники виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти наведено в табл. 5.4.

Плановий прибуток від реалізації продукції становив 1 825 771 грн для круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3 та 2 695 841 грн для крупи плющеної з пшениці спельти. Плановий-чистий прибуток (80 % планового прибутку від реалізації) становив відповідно 1 748 578 грн та 2 156 672 грн.

Рівень рентабельності розраховували як відсоткове співвідношення прибутку до собівартості реалізованої продукції. Так, для круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2 і 3 цей показник становив 11,9 %, для крупи плющеної з пшениці спельти – 13 %. Термін окупності капітальних вкладень для круп подрібнених № 1, 2 і 3 – 2,3 роки, тоді як для крупи плющеної – 1,2 роки, що

обґрунтовується меншими втратами на обладнання та її вищим виходом.

Таблиця 5.4

**Техніко-економічні показники на впровадження розроблених технологій  
виробництва круп**

Показник	Крупа	
	подрібнена № 1, 2, 3	плющена
Собівартість 1 т продукції, грн	10 532	13 107
Ціна реалізації 1 т продукції, грн	14 5000	16 500
Плановий прибуток від реалізації продукції, грн	1 825 771	2 695 841
Плановий-чистий прибуток, грн	1 748 578	2 156 672
Рентабельність виробництва, %	12	13
Термін окупності капітальних вкладень, рік	2,3	1,2

**Висновки до розділу**

1. Проведені економічні розрахунки підтверджують доцільність впровадження розроблених технологій виробництва круп із пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3 та крупы плющеної з пшениці спельти, оскільки термін окупності капіталовкладень з щорічним прибутком в 1 748 578 грн, складає 2,3 роки за рівня рентабельності – 12 % для круп подрібнених № 1, 2, 3 та для круп плющених з пшениці спельти – 2 156 672 грн з терміном окупності 1,2 роки за рівня рентабельності 13 %.

Основні матеріали цього розділу опубліковано в праці [21].

1. Возіян В. В., Улянич І. Ф. Економічна ефективність виробництва круп із пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3 та крупы плющеної з пшениці спельти // Селекція, генетика та технології вирощування с-г культур: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів. Центральне, 2017. С. 26.



## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення питання оцінювання якості зерна пшениці спельти залежно від особливостей сортів, ліній, погодних умов вирощування, первинної обробки та розробленої технології виробництва круп'яних продуктів.

В результаті проведених експериментальних досліджень сформульовано наступні висновки:

1. За геометричною характеристикою зерно пшениці спельти відповідає таким параметрам: завдовжки – 6,7–8,3 мм, завширшки – 2,1–2,6 мм, завтовшки – 2,6–3,0 мм, об'ємом – 21,7–32,4 мм<sup>3</sup>, площею зовнішньої поверхні – 68,8–91,5 мм<sup>2</sup>, питомою поверхнею – 2,6–3,2 од., об'ємом поверхневих шарів – 4,5–5,9 мм<sup>3</sup> зі сферичністю – 0,38–0,50. Для цього зерна підбір сит сепараторів, встановлення режимів луцильних машин може бути таким, як і для зерна пшениці м'якої. Між площею зовнішньої поверхні та об'ємом зернівки встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок  $r = 0,70 \pm 0,02$ .

2. На підставі комплексного оцінювання харчової цінності та технологічних властивостей залежно від сорту, лінії та погодних умов вегетації, зерно пшениці спельти містить: 12,3–20,6 % білка, 29,2–44,9 % клейковини з ІДК 93–112 од. п., 56,9–63,7 % крохмалю з числом падання від 347 до 383 с, 1,7–2,1 % жиру, 2,1–2,3 % клітковини. В його складі збалансований вміст амінокислот – валін, ізолейцин, лейцин, треонін, триптофан, феніланін + тирозин. За амінокислотним скором бездефіцитними у зерні є лізин і метіонін.

3. У сортів та ліній пшениці спельти в широкому діапазоні варіює маса 1000 зерен – 34,6–52,3 г, натура – 654–771 г/л, склоподібність – 39–84 %. За індексом розміру часточок (27–40 %) зерно пшениці спельти відноситься до м'якозерного. Співвідношення анатомічних складових зерна істотно залежить від особливостей сорту. Частка зародку становить 0,9–2,8 % залежно від сорту та ліній. Зерно сортів Австралійська 1, Зоря України, Franckenkorn та лінії LPP 3117 характеризується найменшим вмістом оболонки (10,5–11,6 %) та

найвищим вмістом ендосперму (86,6–88,4 %). Між вмістом оболонок і ендоспермом встановлено сильний обернений кореляційний зв'язок ( $r = -0,97 \pm 0,01$ ), а між вмістом оболонок і зародку – середній ( $r = -0,65 \pm 0,03$ ). За показниками якості зерна пшениці спельти встановлено сортоспецифічну залежність. Переваги за зерном сортів Зоря України та Європа.

4. Розроблена технологія первинного очищення зерна пшениці спельти від плівок передбачає його очищення на бураті, каменевідбірнику, луценні на луцильнику, очищенні в повітряно-ситовому сепараторі та доочищенні на трієрі й вібропневмостолі.

5. Оптимізовано технологічний процес виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти, що передбачає його зволоження до вологості 15–16 %, відволоження впродовж 30 хв, луцення за індексу 11–13 %. Це забезпечує: 87,5–89,1 % вихід крупки з пшениці спельти № 1 з тривалістю варіння 45–48 хв і органолептичною оцінкою каші 8,6 балів; 78,4 % вихід крупки подрібнених № 1, 2 і 3 з оцінкою каші – 8,6–9,0 балів за тривалості варіння 18–23 хв.

6. Для крупки плющеної рекомендовано використовувати крупку з пшениці спельти № 1. Пропарювання та відволоження її проводити за тиску насиченої пари 0,15 МПа впродовж 5 хв. Вихід крупки плющеної – 92,2 %, за 20-хвилинного її варіння органолептична оцінка каші – 8,6 бала.

7. Енергетична цінність крупки плющеної із зерна пшениці спельти становить 1535,9 кДж/100 г. Круп'яні продукти з пшениці спельти стійкі до прогрівання впродовж 9 міс. зберігання, а їхня кислотність не перевищує 5 град. З урахуванням мікробіологічного обсіменіння продукції, строк зберігання не повинен перевищувати 6 міс. для крупки № 1 та подрібнених № 1, 2, 3 і 9 міс. – крупки плющеної.

8. За розрахунками економічної ефективності виробництво крупки із зерна пшениці спельти № 1, 2 і 3 забезпечує окупність капіталовкладень за 2,3 роки зі щорічним прибутком 1 748 578 грн і рівнем рентабельності 11,9 %, а крупку плющених за 1,2 роки з прибутком 2 156 672 грн і рентабельністю 13,0 %.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для виробництва круп на зернопереробних підприємствах використовувати зерно сортів пшениці спельти Зоря України та Європа.

2. Для очищення зерна пшениці спельти від плівок застосовувати розроблену технологію, описану в патенті № 115355 «Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти».

3. Виробництво круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти проводити за розробленими нормативними матеріалами – «Технологічна інструкція на виробництво круп з пшениці спельти № 1 та круп подрібнених № 1, 2, 3» і «Технологічна інструкція на виробництво крупи плющеної з пшениці спельти».

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Авдусь П. Б., Сапожникова А. С. Определение качества зерна, муки и крупы: монография. М.: Колос. 1976. 336 с.
2. Аверкиева Н. Н. Изменение клейковины и физических свойств теста в процессе тестоведения пшеницы разной «силы» // Тезисы докладов научной конференции молодых специалистов и аспирантов ВНИИЗ. Москва. 1965. С. 13.
3. Артюх О. Д. Вплив погодних умов на якість зерна пшениці озимої після різних попередників // Вісник аграрної науки. 2001. Випуск 3. С. 26–28.
4. Афанасьев В. А. Научно-практические основы тепловой обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов: автореф. дис. ... док. техн. наук: 05.18.01 Московский гос. ун-т пищевых производств. Москва. 2003. 48 с.
5. Баган А. В. Оцінка сучасних сортів озимої м'якої пшениці за врожайністю та якістю зерна // Збірник Уманського державного аграрного університету: тези наукової конференції. 2007. С. 63–64.
6. Байтова С. Н. Технология крупы и хлопьев из овса голозерного: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Могилевский гос. ун-т продовольствия. 2012. 30 с.
7. Бачурская Л. Д., Гуляев В. Н. Пищевые концентраты: монография. М.: Пищевая промышленность. 1976. 335 с.
8. Беляев М. И. Индустриальные технологии производства продукции общественного питания: монография. М.: Экономика, 1989. 270 с.
9. Беркутова Н. С. Микроструктура эндосперма зерновок отдельных сортов пшеницы // Научные труды НИИСХ ЦРНЗ. 1971. Выпуск 26, т. II. С. 42–48.
10. Беседова Е. А. Качество зерна сегодня // Ставропольский бизнес. 2010. С. 15–18.
11. Богатырева Т. Г. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2013. Выпуск 2. С. 40–43.
12. Боровиков В. П., Боровиков И. П. Statistika. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. М.: Филинь. 1997. 608 с.

13. Бутковский В. А., Мельников Е. М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. М.: Агропромиздат. 1989. 464 с.

14. Вавилов Н. И. Мировые ресурсы сортов хлебных злаков, зерновых бобовых, льна и их использование в селекции. Опыт агроэкологического обзора важнейших полевых культур: монография. Л.: Изд-во АН СССР. 1957. 462 с.

15. Вайнштейн С. Г., Масик А. М., Ермак И. В. Пищевые волокна в лечении органов пищеварения // Гастроэнтерология. 1985. Выпуск 7. С. 87–89.

16. Василенко З. В., Артёмова Е. Н. Растительные добавки в технологии пищевых продуктов: монография. Орёл: ГТУ. 2006. 244 с.

17. Виробництво основних видів промислової продукції в Україні [Електронний ресурс] [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2006/pr/prm\\_gic/prm\\_gic\\_u/vov2005\\_u.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2006/pr/prm_gic/prm_gic_u/vov2005_u.html)

18. Возіян В. В. Ефективність переробки зерна спельти в крупу // Зернові продукти і комбікорми. № 4 (60). 2015. С. 29–32.

19. Возіян В. В. Лінійні розміри зерна спельти залежно від сорту // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань, 2016. С. 68–69.

20. Возіян В. В., Авсейцев Р. В., Любич В. В. Характеристика зерна пшениці спельти за вмістом амінокислот // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. Умань, 2016. С. 156–157.

21. Возіян В. В., Улянич І. Ф. Економічна ефективність виробництва круп із пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3 та крупи плющеної з пшениці спельти // Селекція, генетика та технології вирощування с-г культур: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів. Центральне, 2017. С. 26.

22. Возіян В. В. Якість зерна спельти залежно від сорту // Рослинний світ України: нетрадиційні і рідкісні види у наукових дослідженнях та господарсько-практичній діяльності: матеріали Всеукр. наук.-практ. сем. Крути: ДС «Маяк» ІОБ НААН, 2015. С. 24–28.

23. Возиян В. Фракционный состав белка спельты в зависимости от сорта // Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Тернопіль, 2014. Випуск IV. С. 15–17.

24. Войсковой А. А., Дубина В. Качество зерна и хлебопекарская оценка пшеницы в Ставропольском крае // Хлебопродукты. 2003. № 12. С. 24–28.

25. Газообразующая и газодерживающая способность муки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://hlebinfo.ru/tema-10-gazoobrazuyushhaya-i-gazouderzhivayushhaya-sposobnost-muki.html>

26. Гайдай Г. С. Технологічні властивості зерна залежно від розміру зернівки // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Частина 1. Умань. 2012. С. 183–185.

27. Гаро В. Е. Влияние воднотепловой обработки зерна на белковые вещества и качество пшеничной муки: автореф. канд. техн. наук: 05.18.02. Одесский технологический ин-т пищевой промышленности им. И. В. Ломоносова. Одесса. 1981. 21 с.

28. Гасанова І. Максимум для пшениці // Рослинництво. 2013. № 5. С. 46–51.

29. Гиль О. Б. Обоснование, разработка технологии, оценка качества первых и вторых блюд на основе крупяных бинарных композиций: автореф. дис. ... кан. тех. наук: 05.18.15. Тихоокеан. гос. экон. ун-т. Владивосток. 2005. 23 с.

30. Гинзбург А. С., Громов М. А. Теплофизические свойства зерна, муки и крупы: монография. М.: Колос. 1984. 304 с.

31. Гинзбург М. Е. Технология крупяного производства: монография. М.: Колос. 1969. 256 с.

32. Гринберг Е. Н. Производство крупы: монография. М.: Агропромиздат. 1986. 104 с.

33. Голик В. С. Селекция *Triticum durum* Desf: монография. Харьков. 1996. 387 с.

34. Головоченко. А. П. Технологии, нормы качества и товарная экспертиза крупы: монография. Самара.СГСХА.2003. 196 с.

35. Горн Е. Лучше чем пшеница, но... // Фермерське господарство. 2008. № 4 (372). С. 21–22.
36. Гончаров Н. П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей: монография. Новосибирск. 2002. 252 с.
37. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від вуглеводно-амілазного комплексу // Збірник наукових праць «Агробіологія». Житомир. 2015. № 2 (121). С. 57–61.
38. Господаренко Г. М., Ткаченко І. Ю. Якість пшениці спельти залежно від удобрення // Вісник Сумського НАУ. 2013. Вип. 11 (26). С. 47 – 50.
39. Господаренко Г., Ткаченко І. Якість пшениці спельти залежно від особливостей удобрення азотними добривами // Вісник Львівського НАУ: серія «Агрономія». 2014. № 18. С. 68 – 75.
40. ГОСТ 30498–97 Зерновые культуры. Определение числа падения. Москва. 1997. 10 с.
41. ГОСТ 10845–98. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала. Москва. 2000. 6 с.
42. ГОСТ 26971–86. Зерно, крупа, мука, толокно для продуктов детского питания. Метод определения кислотности. Москва. 1987. 5 с.
43. ГОСТ 10840–64. Зерно. Методы определения натурности. Москва. 1964. 6 с.
44. ГОСТ 10987–76. Зерно. Методы определения стекловидности. Москва. 1977. 4 с.
45. ГОСТ 30518–97. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). Москва. 1998. 7 с.
46. ГОСТ 31746–2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*. Москва. 2012. 22 с.
47. ГОСТ 28805–90. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества осмоотolerантных дрожжей и плесневых грибов. Москва. 1993. 5 с.

48. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Москва. 1994. 7 с.

49. Губанов Я. В., Иванов Н. Н. Озимая пшеница: монография. М.: Агропромиздат. 1988. 303 с.

50. Гунько С. М. Зміна якості зерна пшениці озимої та виготовленого з нього борошна за тривалого зберігання // Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. Частина 2 (162). С. 213–217.

51. Гуртовой М. В., Гаврилов О. В. [Електронний ресурс]: ОНАХТ. – Одеса, 2005.

52. Глупак З. І., Радченко М. В. Аналіз якості пшениці м'якої озимої в умовах ННБК Сумського НАУ // Вісник Сумського національного аграрного університету: науковий журнал. 2014. Вип. 3 (27). С. 164–169.

53. Данилов М. С. Микробиология крупы, муки, хлеба [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://slidegur.com/doc/1737074/mikrobiologiya-krupy--muki--hleba-ministerstvo>

54. Дорофеев В. Ф., Удачин Р. А., Семенова Л. В. и др. Пшеницы мира: монография. Ленинград.: ВО Агропромиздат. 1987. 560 с.

55. Дорохов Б. А. Изменение хозяйственных признаков у озимой пшеницы в результате селекции и в зависимости от погодных условий: монография. Каменная Степь. 2014. 146 с.

56. Дробот В. И., Семенова А. Б., Михоник Л. А. Влияние овсяных хлопьев на технологический процесс и качество хлеба из цельносмолотого зерна спельты // Хранительна наука, техника и технологи. 2013. Том ІХ. С. 119–124.

57. Дробот В. І., Семенова А. Б., Михонік Л. А. Технологічні аспекти використання борошна спельти у хлібопеченні // Продовольчі ресурси: збірник наукових праць. 2014. № 2. С. 15–17.

58. Дробот В. І., Михонік Л. А., Семенова А. Б. Порівняльна характеристика хімічного складу та технологічних властивостей суцільнозмеленого пшеничного борошна та борошна спельти // Хранение и переработка зерна. 2014. № 4. С. 37–39.



59. ДСТУ ISO 520:2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен. Київ. 2015. 10 с.
60. ДСТУ ISO 7302:2003. Зерно і зернові продукти. Визначання загального вмісту жиру. Київ. 2003. 9 с.
61. ДСТУ ГОСТ 29144:2009. Зерно і зернопродукти. Визначення вологості (базовий контрольний метод) Київ. 2009. 11 с.
62. ДСТУ 4252:2003. Зернові культури та продукти помелу зернових. Визначання загальної золи. Київ. 2003. 6 с.
63. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. Київ. 2007. 7 с.
64. ДСТУ 4634:2006. Концентрати харчові сніданки сухі пластівці круп'яні. Загальні технічні умови. Київ. 2006. 18 с.
65. ДСТУ 1055:2006. Крупи, що швидко розварюються. Технічні умови. Київ. 2006. 12 с.
66. ДСТУ ISO 5498:2004. Продукти харчові сільськогосподарські. Загальний метод визначення вмісту сирої клітковини. Київ. 2004. 15 с.
67. ДСТУ ISO 21415–1:2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Ч. 1. Визначення сирої клейковини ручним способом. Київ. 2011. 12 с.
68. ДСТУ 3768:2010. Пшениця. Технічні умови. Київ. 2011. 13 с.
69. Евдокимова Г. И. Влияние гидротермической обработки зерна кукурузы на биохимические и товарные свойства крупы: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.375 Одесский технологический ин-т пищевой промышленности им. И. В. Ломоносова. Одесса. 1975. 27 с.
70. Егоров Г. А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна: монография. М.: Колос. 1973. 264 с.
71. Егоров Г. А. Управление технологическими свойствами зерна. Воронеж. Воронежский государственный университет. 2000. 348 с.
72. Егоров Г. А., Петренко Т. П. Технология муки и крупы. М.: Издательский комплекс МГУПП. 1999. 336 с.

73. Егоров Г. А., Мельников Е. М., Журавлёв В. Ф. Технология и оборудование мукомольно-крупяного и комбикормового производства. М.: Колос. 1979. 368 с.
74. Егоров Г. А. Технология муки. Технология крупы. М.: Колос. 2005. 296 с.
75. Егоров Г. А. Технологические свойства зерна: монография. М.: Агропромиздат. 1985. 334 с.
76. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»». 2014. 332 с.
77. Жемела Г. П., Кузнецова О. А. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої // Вісник Полтавської державної академії. 2012. №3. С.23–25.
78. Жемела Г. П. Якість зерна озимої пшениці: монография. К.: Урожай. 1973. 184 с.
79. Жигунов Д. А. Режимы влаготепловой обработки зерна пшеницы различных типов // Хранение и переработка зерна. 2012. № 10. С. 53–57.
80. Жемела Г. П., Сидоренко А. В., Кулик М. І. Роль погодних факторів у поліпшенні якості зерна озимої пшениці // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2007. № 2. С. 16–22.
81. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи: монография. Ленинград: Колос. 1971. 752 с.
82. Жуковский П. М. Пшеница в СССР: монография. Л.: Сельхозгиз. 1957. 610 с.
83. Журавлев А. П., Журавлева Л. А. Послеуборочная обработка зерна с основами хранения зернопродуктов: монография. Самара: СГСХА. 2012. 364 с.
84. Запаренко Г. В., Олійник С. Г., Самохвалова О. В. Характеристика спельти, як альтернативної зернової сировини хлібопекарського виробництва // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі: матеріали Всеукр. Наук.-практ. Конф. Молодих учених і студентів. Х: ХДУХТ. 2011. Ч. 1. С. 63.
85. Зачиняева Е. В. Разработка рецептур крупяных блюд повышенной

биологической ценности: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16. Санкт-Петербург. торгово-экон. ин-т. Санкт-Петербург. 1998. 29 с.

86. Зенкова А. Н., Каминский В. П., Пятницкая И. Н., Панкратьева И. А., Давыдова И.А., Политуха О.В. Крупяные продукты как компонент здорового питания. М.: ГНУ Россельхозакадемии. 2008. 72 с.

87. Иунихина В. С. Крупяные продукты: взгляд с точки зрения здорового питания // Материалы научно-практической конференции «Технология крупяных продуктов вчера, сегодня, завтра». М.: Издательский комплекс МГУПП. Ч. 2. 2007. С. 4.

88. Іщенко А. В. Урожай та білковість зерна ярої твердої пшениці залежно від гідротермічних умов Степу України // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв: МДАУ. 2006. Випуск 3 (35). С. 28–33.

89. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия дефектного зерна и пути его использования: монография. М.: Наука. 1979. 152 с.

90. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки: монография. М.: Колос. 1989. 368 с.

91. Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. Биохимия зерна и хлебопродуктов: монография. П.: ГИОРД. 2005. 512 с.

92. Каминский В. Д. Влияние режимов гидротермической обработки риса-зерна и гречихи на потребительские свойства и стойкость круп при хранении: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.03. Одесский технологический ин-т пищевой промышленности им. И. В. Ломоносова. Одесса. 1980. 23 с.

93. Каминский В. Д., Евдокимова Г. И. Изменение микрофлоры при хранении крупы из зерна гречихи, повергнутого мокрой обработке // Изв. вузов. пищ. технология. 1987. № 4. С. 13–15.

94. Каминский В. Д., Остапчук Н. В. Производство крупы: монография. К.: Урожай. 1992. 64 с.

95. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В. Технологічна оцінка клейковини зерна спельтоподібних форм пшениці // Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут

землеробства НААН". 2015. Випуск 2. С. 192–198.

96. Кірян В. М. Оцінка вихідного матеріалу пшениці озимої м'якої за ознаками якості зерна // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. № 2. С. 35–40.

97. Кирдяшкин В. В., Мельников Е. М., Ушакова А. В. Производство зерновых хлопьев быстрого приготовления // Индустрия продуктов зернового питания – третье тысячелетие. Тезисы докладов. М.: МГУПП. Часть 2. 1999. 58 с.

98. Кирпа М. Я., Скот С. О. Особливості сепарування зерна кукурудзи // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ. 2007. № 30. С. 127–132.

99. Княгичев М. Г., Комаров В. И. Влияние концентрации и рН кислот на набухание муки с сильной и слабой клейковиной // Биохимия зерна и хлебопечения. М.: Наука. 1964. С. 180–194.

100. Ковбаса В. М. Наукове обґрунтування високотемпературної екструзії природних біополімерів та розроблення раціональних технологій харчоконцентратів і хлібопродуктів поліпшеної якості: автореф. докт. техн. наук.: спец. 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів та харчоконцентратів». УДУХТ. Київ. 1998. 46 с.

101. Ковальская Л. П., Сыроедов В. И. Разработка процессов, обеспечивающих производство круп быстрого приготовления. ЦНИИТЭ Илеппищемаш. 1985. Выпуск 4. С. 5–8.

102. Кожухар Т. В. Вплив елементів технології вирощування та факторів зберігання на показник склоподібності зерна пшениці // Науковий вісник національного аграрного університету. Київ. 2008. № 126. С. 155–161.

103. Козьмина Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки: монография. М.: «Колос». 1976. 374 с.

104. Козьмина Н. П. Технологические свойства сортов крупяных и зернобобовых культур : монография. М.: Колос. 1981. 176 с.

105. Костецька К. В. Порівняльна оцінка технологічних властивостей зерна озимої пшениці та ярого тритикале // Матеріали Всеукраїнської наукової конфер.

молодих учених. Умань. 2012. Частина 1. С. 192–195.

106. Колючий В. Т., Власенко В. А., Борсук Г. Ю. та ін. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України: монографія. К.: Аграр. наука. 2007. 794 с.

107. Кочеткова А. А. Функциональные продукты в концепции здорового питания // Пищевая промышленность. 1999. № 3. С. 4–5.

108. Кривов В. М. Ґрунтово-екологічні основи формування стійких агроландшафтів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.3. Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського. Харків. 1995. 20 с.

109. Кривченко В. И. Селекция и генофонд растений на устойчивость и инфекционным болезням // Вестник с.-х. науки. 1982. № 8. С. 71–78.

110. Кривченко В. И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней: монография. Москва. 1984. С. 303.

111. Крошко Г. Д., Левченко В. І., Назаренко Л. Н. та ін. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. Київ: Віола, 1998. 163 с.

112. Кулешов Н. Н. Процесс зернообразования в связи с технологическими качествами урожая // Вестник сельскохозяйственной науки. 1964. № 5. С. 28–33.

113. Курдюмов В. И., Павлушин А. А., Карпенко Г. В. та ін. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа: монография. Ульяновск: УГСХА им. П. А. Столыпина. 2013. 290 с.

114. Кустов І. О. Розробка технології підготовки і переробки голозерного вівса в круп'яні продукти: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02. Одеська національна академія харчових технологій. Одеса. 2015. 23 с.

115. Куприца Я. Н. Технология мукомольного производства: монография. М.: Колос. 1958. 228 с.

116. Куприца Я. Н. Физико-химические основы размола зерна: монография. М.: Заготиздат. 1946. 213 с.

117. Клюева И. П. Расширение ассортимента и совершенствование технологии крупяных запеченых изделий: автореф. дис... канд. техн. наук:

03.15.02 Ленинградский институт советской торговли им. Ф. Энгельса. Ленинград. 1990. 16 с.

118. Лисюк Г. М., Постнова О. М., Богуславський Р. Л. Перспектива використання продуктів переробки полби у харчових продуктах // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. Збірник наукових праць. Харків, ХДУХТ. 2005. Випуск 1. С. 224–230.

119. Лихочвор В. В., Демчишин А. М. Озима пшениця: врожайність та якість зерна різних сортів. Пропозиція. 2003. № 3. С.31–33.

120. Лозінська Т. П. Формування елементів продуктивності нових сортів пшениці м'якої ярої в умовах Лісостепу // Агробіологія. 2013. Випуск 10. С. 22–25.

121. Лопата О. О., Терлецька В. А., Янюк Т. І. Перспективи використання цілого зерна у виробництві каш // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: Міжнародна науково-практична конференція: тези доповідей. 2011. Частина 1. С. 32–33.

122. Лукин С. В., Сушков В. П. Влияние удобрений и погодных условий на урожайность озимой пшеницы // Зерновое хозяйство. 2005. № 3. С. 2–4.

123. Лурье И. С., Скокан Л. Е., Цитович А. П. Технохимический и микробиологический контроль в производстве: справочник. М.: «Колос». 2003. 416 с.

124. Любич В. В., Возиян В. В. Влияние степени шелушения зерна спельты на выход крупы и ее качество // Развитие биотехнологических и постгеномных технология для оценки качества с/х сырья и создания продуктов здорового питания: 18-ая Межд. научн.-практ. конф., посвященная памяти В. М. Горбатова. Москва, 2015. С. 306–309.

125. Любич В. В., Возиян В. В. Вміст та якість клейковини в зерні спельти // Розвиток аграрної науки у XXI сторіччі: матеріали Міжн. наук.-практ. конф. Миколаїв, 2016. С. 2.

126. Любич В. В., Полянецька І. О., Возиян В. В. Вплив вологості та тривалості відволожування на вихід цілої крупы із зерна спельти // матеріали

Всеукр. наук. конф. молодих учених «Актуальні проблеми садівництва в сучасній аграрній науці». Умань, 2016. С. 150–151.

127. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Енергетична оцінка зерна пшениці спельти залежно від сорту // Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2015. № 81. С. 116–120.

128. Любич В. В., Возіян В. В. Кулінарна оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // Зернові продукти і комбікорми. № 2 (58). 2015. С. 14–18.

129. Любич В. В., Возіян В. В. Натура зерна спельти // Селекція, генетика та технології вирощування с-г культур: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів. Центральне, 2016. С. 72.

130. Любич В. В., Возіян В. В. Органолептична оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса, 2015. С. 378–379.

131. Любич В. В., Возіян В. В. Оценка зерна спельты по основным физическим показателям качества // Агротехнологии XXI века: материалы Всерос. научн.-практ. конф. с международным участием. Пермь, 2015. С. 221–226.

132. Любич В. В., Возіян В. В. Склоподібність зерна спельти залежно від сорту // Аграрна наука: розвиток і перспективи: матеріали Міжн. наук.-прак. інт.-конф. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2015. С. 8–9.

133. Любич В. В., Новіков В. В. Вплив вологості і тривалості луцення на вихід ядра тритикале // Прикладна наука та інноваційний шлях розвитку національного виробництва: матеріали Міжнар. науково-практичн. інтернет конф. Тернопіль, 2013. С. 18–19.

134. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хімічний склад зерна спельти залежно від сорту // Scientific proceedings of their ternational network AgroBioNet of the institution and researcher of international research, education and development programme «Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality». Nitra, 2015. С. 450–454.

135. Максимчук Б. М., Щербакова Г. С., Балаба Т. Е. Влияние степени шелушения зерна и продуктов его переработки // Научн.-техн.реф.сб. Серия

«Мукомольно-крупяная промышленность»: экспресс информ. М.: ЦНИИТЭИ Минзага. 1978. Выпуск 88. С. 98–102.

136. Мардар М. Р., Соц С. М., Шутенко Є. І. та ін. Маркетингові дослідження споживчих мотивацій та переваг при виборі зернових пластівців // Зернові продукти і комбікорми. 2014. № 1. С. 26–29.

137. Мардар М. Р. Товарознавча оцінка формованих круп, збагачених біологічними добавками: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.15. Харківська державна академія технології та організації харчування . Харків. 1999. 18 с.

138. Маркова М. Г., Мельников Е. М., Панкратов Г. Н. Структурный анализ технологических схем подготовки зерна к помолу. М: Хлебпродинформ. 2000. С. 3–8.

139. Мачихин Ю. А., Берман Ю. К. Реология пищевых продуктов. М.: Издательский комплекс МГУПП. 1999. 3 с.

140. Машков Б. М., Тевосян В. Т. Справочник по качеству зерна и продуктов его переработки: монография. Москва: Колос. 1971. 352 с.

141. Мелешкина Е. П. Современные аспекты качества пшеницы для выработки муки и крупы // Материалы 6-ой международной конференции. «Мельница-2011. Модернизация. Инновации. Техническое перевооружение». (20-22 сентября). М.:МПА. 2011. С. 19–24

142. Мельников Е. Исследования по совершенствованию технологии крупяного производства // Сборник докладов и статей Юбилейной научной конференции. М.: МГУПП. 2002. 125 с.

143. Мельников Е. М. Интенсификация технологических процессов крупяного производства: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук: 05.18.02. Московский ун-т пищевых технологий. Москва. 1980. 54 с.

144. Мельников Е. М., Сергеева Е. А. Основы рациональной технологии производства зерновых хлопьев // Индустрия продуктов зернового питания – третье тысячелетие. Тезисы докладов. М.: МГУПП. 1999. Часть II. С. 57.

145. Мельников Е. М. Разработка технологии производства пшеничных хлопьев // Научно-технические достижения и передовой опыт в отрасли



хлебопродуктов. М.: Хлебпродинформ. 1996. МГУПП. Выпуск 1. С. 13–18.

146. Мельников Е. М. Обогащение промежуточных продуктов на крупозаводах: монография. М.: Колос. 1974. 112 с.

147. Мерко А., Мельников Е. Производство быстрорастваривающейся крупы и зерновых хлопьев // Хлебопродукты. 1998. № 12. 20 с.

148. Мерко І. Т., Моргун В. А. Наукові основи технології зберігання і переробки зерна: монографія. Одеса. 2001. 207 с.

149. Моргун В. О. Наукові основи технології виробництва пшеничного борошна і крупи підвищеної харчової цінності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.02. Одеська державна академія харчових технологій. Одеса. 1999. 23 с.

150. Моргун В. О. Нешліфовані крупи із зерна озимої твердої пшениці VI типу // Зерно і хліб. 1997. №3. С. 23.

151. Московченко О. Н. Физиология пищеварения и рациональное питание : монография. Красноярск: ИПЦ КГТУ. 2001. 124 с.

152. Минеев В. Г. Агрехимические основы повышения качества зерна пшеницы: монография. М.: Колос. 1981. С. 52–53.

153. Наумов И. А. Совершенствование кондиционирования и измельчения пшеницы и ржи: монография. М.: Колос. 1975. 175 с.

154. Недвига М. В. Головчук А. Ф. Копитко П. Г. Грунти Уманщини в дослідженнях В. В. Докучаєва // Вісник Харківського НАУ ім. В. В. Докучаєва. 2009. С. 30–38.

155. Нінієва А. К. Генетичне різноманіття спельти озимої за господарськими ознаками в умовах східної частини Лісостепу України // Селекція і насінництво. 2012. Випуск 101. С. 156–167.

156. Нінієва А. К. Селекційна цінність спельти в умовах східної частини Лісостепу України // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2013. Випуск 82. С. 159–166.

157. Николаева М. А. Теоретические основы хранения продовольственных товаров: монография. М.: РГТЭУ. 2010. 146 с.

158. Новак Ж. М., Жекова І. О. Характеристика пшениці озимої *TRITICUM SPELTA L* // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2011. Випуск 75. С. 128–132.

159. Новіков В. В. Удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале: автореф. дис.....канд.техн. наук: 05.18.02. Національний університет харчових технологій. Київ. 2016. 20 с.

160. Осокіна Н. М., Возіян В. В. Врожайність та технологічні властивості зерна спельти // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2015. № 1 (87). С. 149–157.

161. Осокіна Н. М., Костецька К. В., Герасимчук О. П. Порівняльна оцінка круп'яних властивостей зерна озимої пшениці та ярих тритикале і ячменю // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2012. Випуск 77. С. 127–133.

162. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Технологічні властивості зерна кукурудзи сорту ДКС 4685x1390 // Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2013. Вип. 1–2. С. 96–101.

163. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Технологічна оцінка зерна сортів ячменю, пшениці та тритикале для круп'яного виробництва // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2016. Випуск 88 (1). С. 111–125.

164. Осокіна Н., Любич В., Возіян В. Вихід і якість крупи із зерна пшениці спельти залежно від індексу луштиння // *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. . Nitra. 2016. № 1. С. 341–345.

165. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід і якість крупи плющеної з пшениці спельти залежно від елементів технології переробки // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. В.90. 2017. С.91–98.

166. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід цілої крупи із зерна спельти залежно від його зволоження та тривалості відволоження // Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Одеса:

ОНАХТ, 2015. С. 7–18.

167. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Геометрична характеристика зерна спельти залежно від сорту // Наукові праці національного університету харчових технологій. Київ. 2016. № 1 (22). С. 201–209.

168. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В., Петренко В. В. Борошномельні показники якості зерна спельти залежно від сорту // Вісник ЖНАЕУ. Житомир. 2015. № 2 (50), т.1. С. 296–305.

169. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Содержание белка и клейковины в зерне спельты в зависимости от сорта // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ: НУХТ, 2014. С. 193.

170. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Фізичні показники якості зерна спельти залежно від сорту // Хранение и переработка зерна: научно-практический журнал. 2015. № 5 (193). С. 45–49.

171. Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Proteins fractions in grain of spelt wheat depending on the variety // Стратегія збалансованого використання економічного, технологічного та ресурсного потенціалу країни: матеріали Міжн. наук.-прак. інт.-конф. Кам'янець–Подільський, 2015. С. 41–43.

172. Остапенко Н. В. Влияние погодных условий и азотного питания на фотосинтетическую деятельность озимой пшеницы // Агротехника. 2003. № 3. С. 37.

173. Остапчук Н. В. Математическое моделирование технологических процессов хранения и переработки зерна. М.: Колос. 1977. 240 с.

174. Остапчук М. В., Станкевич Г. М., Гончарук Г. А. Системні методи визначення характеристик зернових мас // Хранение и переработка зерна. 2005. № 11. С. 31–34.

175. Панкратов Г. Н., Белецкий С. Л., Шкапов Е. И. Совершенствование технологии зерноперерабатывающих производств // Союз. 2001. № 4. С. 19–20.

176. Парій Ф. М., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Оцінка господарських цінних властивостей нового сорту пшениці спельти озимої Зоря України // Насінництво. 2013. № 5 (125). С. 5–7.

177. Петруня Е. В. Разработка технологии продуктов быстрого приготовления из твердой пшеницы: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Московский гос. ун-т пищевых производств. Москва. 2005. 25 с.

178. Пилипенко Л. Н., Верхивкер Я. Г., Пилипенко И. В. Консервирование пищевых продуктов. Микробиология, энергетика, контроль: монография. Одесса: ВМВ. 2015. 231 с.

179. Погожих М. І., Пак А. О., Пак А. В. та ін. Гідротермічна обробка круп із використанням принципів сушіння змішаним теплопідводом: монографія. Харків: ХДУХТ. 2014. 170 с.

180. Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф., Насіковський В. А. Взаємозалежності технологічних показників якості зерна пшениці в процесі тривалого зберігання // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ. 2011. Частина 1. С. 281–290.

181. Подпратов Г. І., Ящук Н. О. Придатність зерна пшениці спельти озимої для хлібопекарських та кормових цілей // Новітні агротехнології. 2013. № 1(1). С. 71–79 .

182. Подпратов Г. І., Бобер А. В., Ящук Н. О. Якісна і безпечна зернова продукція: умови отримання, зберігання та напрями використання: монографія. Київ: ЦП «Компринт». 2014. 186 с.

183. Полумбрик М. О. Углеводы в пищевых продуктах: монография / М. О. Полумбрик, В. В. Литвяк, З. В. Ловкис, В. Н. Ковбаса; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию, Нац. ун-т пищевых технологий [Украина]; – Минск : ИВЦ Минфина. 2016. 592 с.

184. Полянецька І. О. Селекційно-генетичне покращення *Triticum spelta* L. та використання її в селекції *Triticum aestivum* L.: автореф. дис. ... кандидат. с.-г. наук: 06.01.05. Уманський національний університет садівництва. Київ. 2012. 20 с.

185. Попов М. П., Тюрєв Е. П., Зверєв С. В. та ін. Производство круп быстрого приготовления // Научно-технические достижения и передовой опыт в отраслях хлебопродуктов. Информ. сбор. 1993. Выпуск 5. С. 12–22.

186. Попереля Ф. О. Три основні генетичні системи якості зерна озимої

м'якої пшениці. Реалізація потенціальних можливостей сортів та гібридів Селекційно–генетичного інституту в умовах України // Збірник наукових праць. Одеса. 1996. С. 117–132.

187. Поснова Л. П., Беркутова Н. С. Современные методы оценки технологических свойств пшеницы по твердозерности // Мукомольно-крупяная промышленность. 1990. С. 15–19.

188. Поснова Л. П. Технологическое значение твердозерности зерна пшеницы: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.02. Московский гос. ун-т пищевых технологий. Москва. 1986. 21 с.

189. Притульська Н. В. Ідентифікація продовольчих товарів: теорія і практика: монографія. Київ: НТЕУ. 2007. 193 с.

190. Россошанская Н. А. Разработка технологии пшеничных хлопьев: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02. Московский гос. ун-т пищевых технологий. МГУПТ. Москва. 1986. 26 с.

191. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення: монографія. К.: Логос. 2011. 496 с.

192. Руденко В. М. Математична статистика. К.: Центр учбової літератури. 2012. 304 с.

193. Ружицька О. М., Заболотна А. П. Показники росту та насінневої продуктивності рослин деяких гексаплоїдних видів роду *TRITICUM* // Вісник ОНУ. Біологія. 2012. Т. 17. Випуск 1–2, (26–27). С. 46–56.

194. Румянцева В. В. Товароведно-технологические аспекты разработки пищевых продуктов функционального и специализированного назначения: монография. Воронеж: Научная книга. 2010. 62 с.

195. Русакова Н. Н. Исследование режимов гидротермической обработки ржи: автореф. дис... канд. техн. наук.: 05.18.01. Московский институт пищевых технологий. Москва. 1961. 20 с.

196. Рябчун В. К. Господарська цінність ярих тритикале – [Електронний ресурс]. – Режим доступу :<http://ukrseeds.narod.ru/>

197. Сафонова О. М., Тіщенко Л. М., Гавриш Т. В. та ін. Технологічні

властивості зерна, борошна і тіста: монографія. Харків: «Апостроф». 2012. 252 с.

198. Сердюков П. И. К вопросу о стекловидности пшеницы // Хранение и переработка зерна. Труды ВНИИЗ. 1957. Выпуск 34. С. 104–112.

199. Сичкарь Н. В., Волкова Л. А. Изменение качества крахмала и белка зерновых культур в зависимости от условий выращивания и фаз развития // Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1965. Т. 37. Выпуск 1. С. 66–77.

200. Скалецька Л. Ф. Вплив товарної якості на борошномельні та хлібопекарські якості зерна пшениці // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2010. Випуск 149. С. 190–200.

201. Скурихин И. М., Нечаев А. П. Все о пицци с точки зрения химика. Москва: Высшая школа. 1991. 288 с.

202. Смоленцева А. А. Полуфабрикаты из круп для диетического питания : автореф. дис... канд. техн. наук.: 05.18.16. Ленингр. ин-т сов. торговли им. Ф. Энгельса. Ленинград. 1989. 26 с.

203. Соц С. М., Волошенко О. С., Кустов І. О. Вплив воднотеплової обробки зерна на вихід і якість цілої крупи з голозерного вівса // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2013. Т.1. Випуск 44. С. 7–10.

204. Соц С. М., Кустов І. О. Перспективні напрямки розвитку галузі круп'яних продуктів // Зернові продукти і комбікорми. 2013. № 4. С. 18–20 .

205. Соц С. М., Кустов І. О. Підготовка голозерного вівса до переробки // Хранение и переработка зерна. 2013. № 4. С. 37–38.

206. Соц С. М., Волошенко О. С., Кустов І. О. Спрощення процесів виробництва вівсяних круп // Формування нового обліку вітчизняної науки: міжнародна конфер. Київ. 2014. С. 46–48.

207. Спосіб визначення форми зернівки (насінини) у зернових і зернобобових культур пат. 76472 Україна. № u 2021205989; заявл. 17.05.12; опубл. 10.01.13, Бюл. № 1.

208. Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці: пат. 112304 Україна, МПК G01N 33/02 / Господаренко Г. М., Любич В. В.,

Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 06341; заявл. 10.06.2016., чинний з 12.12.2016, Бюл. № 23.

209. Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти: Пат. 115765 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 11569; заявл. 16.11.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.

210. Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти: пат. 115355 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В., Довгун Р. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 11499; заявл. 14.11.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.

211. Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці: пат. 104152 Україна, МПК А23L 1/10 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2015 07630; заявл. 30.07.2015., чинний з 12.01.2016, Бюл. № 1.

212. Спосіб отримання крупи цілої зі спельти: пат. 115198 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 10000; заявл. 30.09.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.

213. Суровегин И. А. Исследование влияния шелушения зерна ржи на качество вырабатываемой муки: автореф. дис. канд. тех. наук: 05.18.02. Московский государственный институт пищевых производств. Москва. 1971. 25 с.

214. Сухарський В. С. Управління зовнішньоекономічною діяльністю: монографія. Тернопіль: Астон. 2001. 285 с.

215. Сирохман І. В., Лозова Т. М. Проблеми якості і безпечності харчових продуктів // Наукові праці Нац. ун-ту харч. технологій. 2011. № 37/38. С. 7–11.

216. Сердюк Л. В. Научное обоснование формирования качества комбинированных зерновых продуктов повышенной пищевой ценности: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.18.15. Одесская академия пищевых технологий. Одесса. 2001. 33 с.

217. Твердохліб О. В., Богуславський Р. Л. Видове різноманіття пшениці, напрямки і перспективи його використання // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2012. Випуск 80. Ч. 1. С. 37–47.

218. Твердохліб О. В., Голік О. В., Нінієва А. К. та ін. Спельта і полба в органічному землеробстві // Посібник українського хлібороба. 2013. С. 154–155.

219. Темирбекова С. К., Ионов Э. Ф., Ионова Н. Э. и др. Использование древних видов пшеницы для укрепления иммунной системы детского организма // Аграрное обозрение. 2014. № 6. С. 40–42.

220. Терлецкая Н. В., Хайленко Н. А., Алтаева Н. А. Изучение анатомических особенностей зерновок видов и сортов пшеницы // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. 2012. № 4. С. 134–137.

221. Тихоненко Д. Г., Вергунов В. А., Горін М. О. та ін. Грунтознавство в Україні: монографія. Харків. 2016. 473 с.

222. Ткаченко І. Ю. Оптимізація азотного живлення пшениці спельти на чорноземі опідзоленому правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ...канд. с.-г. наук: 06.01.04. Уманський національний університет садівництва. Харків. 2015. 21 с.

223. Фесенко О. Високоякісні сухі сніданки, швидкорозварювані крупи і пластівці // Зерно і хліб. 2007. № 2. С. 22.

224. Флис І. М., Макар М. І Вплив режиму волого-теплової обробки гречаного зерна на вихід крупи // Механізація і електрифікація сільського господарства. 2014. Випуск 99 (1). С. 376–383.

225. Фирсова М. К., Попова Е. П. Оценка качества зерна и семян: монография. Москва: Колос. 1981. 224 с.

226. Черенков А. В., Шевченко М. С., Романенко О. Л. та ін. Якість зерна озимої пшениці на півдні України та шляхи її підвищення // Бюл. Ін-ту зернового госп-ва. 2009. № 37. С. 8–12.

227. Швайко В. М., Соломка В. О., Соломка О. В. Дослідження механічних властивостей зернових матеріалів // Збірник наукових статей: Сільськогосподарські машини. 2013. Випуск 2. С. 51–58.

228. Шевченко О. Плівчасті пшениці як новий ресурс органічної продукції // Агро перспектива: інформаційно-аналітичний журнал. 2013. № 6. С. 12–19 .



229. Шелепов В. В., Чебаков Н. Н., Вергунов В. А. та ін. Пшеница: история, морфология, биология, селекция: монография. Мионовка: ЗАТ Мионовская типография. 2009. 575 с.

230. Шутенко Е. И., Евдокимова Г. И., Труфкати Л. В., Москвина Н. З. Изменение микробиоты крупы при хранении после воднотепловой обработки // Зернові продукти і комбікорми. 2013. № 1 (49). С. 16–20.

231. Юник А. В. Особливості формування продуктивності озимої пшениці залежно від попередників та обробітку ґрунту в сівозміні правобережного лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук.: 06.01.09. Національний аграрний ун-т. 2003. 19 с.

232. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P. Amino acid composition and in vitro protein digestibility of selected ancient wheats and their end products // J. Food Comp. Anal. 2002. № 15. P. 737–747.

233. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats // Cereal Chem. 1995. № 72. P. 621–624.

234. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. et al. Kernel, milling and baking quality of spring type spelt and einkorn wheats // J. Cereal Sci. 1997. № 26. P. 363–370.

235. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. Optimizing the bread formulation for soft spelt wheat // Cereal Foods World. 1999. № 44. P. 480–483.

236. Achremowicz B., Kulpa D., Mazurkiewicz J. Technologiczna ocena ziarna pszenic orkiszowych // Zeszyty Naukowe AR w Krakowie nr 360, Technologia Żywności z. 1999. № 11. P. 11–17.

237. Andruszczak S., Kraska P., Kwiecińska-Poppe E. et al. Weed infestation of crops of winter spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) cultivars grown under different conditions of mineral fertilization and chemical plant protection // Acta Agrobotanica. Vol. 65 (3). 2012. P. 109–118.

238. Bepirszcz K., Budzyński W. Wartość technologiczna ziarna *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* oraz ssp. *spelta* w zależności od poziomu agrotechniki // Ogólnopolska Konferencja pt.: Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz

(*Triticum aestivum ssp. spelta*) w warunkach zmian klimatu. Puławy. 2011. P. 3–5.

239. Bertin P., Grégoire ., Froidmont D. De. Genetic diversity among Yevropaan cultivated spelt revealed by microsatellites // *Theor. Appl. Gen.*. 2001. № 102. P. 148–156.

240. Bonifácia G., Galli V., Francisci R. et al. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread // *Food Chem.* 2000. № 68. P. 437–441.

241. Bojňanská T., Frančáková H. The use of spelt wheat (*Triticum spelta L.*) for baking applications // *Rostl. Výr.*. 2002. № 48. P. 141–147.

242. Büren M., Stadler M., Luthy J. Detection of wheat adulteration of spelt flour and products by PCR // *Eur. Food Res. Technol.* 2001. № 212. P. 234–239.

243. Cacak-Pietrzak G., Gondek E., Jończyk Kr. Porównanie struktury wewnętrznej oraz właściwości przemiałowych ziarna orkisz i pszenicy zwyczajnej z uprawy ekologicznej // *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych.* 2013. № 574. P. 3–10.

244. Campbell K. G. Spelt: agronomy, genetics and breeding // *Plant Breed. Rev.* 1997. № 15. P. 187–213.

245. Capouchová I. Technological quality of spelt (*Triticum spelta L.*) from ecological growing system // *Sci. Agric. Bohem.* 2001. № 32 (4). P. 307–322.

246. Ceglińska A. Technological value of a spelt and common wheat hybrid // *Electronic J. Polish Agric. Universities.* 2003. № 6 (1). P. 1–9.

247. Dvoracek V., Curn V., Moudry J. Evaluation of amino acid content and composition in spelt wheat varieties // *Cereal Research Communications.* 2002. № 30. P. 187–193.

248. Dvoracek V., Moudry J., Curn V. Studies of protein fraction in grain of spelt wheat (*Triticum spelta L.*) and common wheat (*Triticum aestivum L.*) // *Scientia Agriculturae Bohemica.* 2001. № 32. P. 287–305.

249. Escarnot E., Jacquemin J. M., Agneessens R. et al. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review // *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment.* 2012. Vol. 16 (2). P. 243–256.

250. Federal Statistical Office Germany, 2011. Request by mail, response by Doris Schmeling on 12/04/2011.

251. Gálová Z., Knoblochová H. Biochemical characteristics of five spelt wheat cultivars (*Triticum spelta* L.) // Acta fytotechnica et zootechnica, Special Number Proceedings of the International Scientific Conference on the Occasion of the 55th Anniversary of the Slovak Agricultural University in Nitra. Vol. 4. 2001. P. 85–87.

252. Grela E. R. Nutrient composition and content of antinutritional factors in spelt (*Triticum spelta* L.) cultivars // J. Sci. Food Agric. 71. 1996. № 71. P. 399–404.

253. Haqel I. Sulfur and baking-quality of breadmaking wheat // Sino-German workshop on Aspect of Sulfur Nutrition of Plants, Shienyang. 2005. Sonderh 283. P. 23–26.

254. Hosney R. S. Structure of cereals // In Principles of cereal Science and Technology; American Association of cereal Chemists: St. Paul, MN. 1994. P. 1–28.

255. Hrska S., Brindza J., Fencik R. Dedicnost obsahu zakladnych frakci bielkovin y zrne ozimnej psenice // Polnohospodarstvo. 1987. V. 32, № 12. P. 1055–1065.

256. Kasarda D. D., Ovidio R. D. Deduced amino acid sequence of an  $\alpha$ -gliadin gene from spelt wheat (*Spelta*) includes sequences active in celiac disease // Cereal Chem. 1999. № 76. P. 548–551.

257. Kohajdová Zl., Karovičová J. Effect of incorporation of spelt flour on the dough properties and wheat bread quality // Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 2007. № 4 (53). P. 36–45.

258. Kohajdová Z., Karovičová J. Nutritional value and baking applications of spelt wheat // Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria. 2008. Vol. 7(3). P. 5–14.

259. Krawczyk P., Ceglińska A., Kardialik J. Porównanie wartości technologicznej ziarna orkisz z pszenicą zwyczajną // Żywność Nauka Technologia Jakość. 2008. № 5 (60). P. 43–51.

260. Lacko-Bartošová M., Otepka P. Evaluation of chosen yield components of spelt wheat cultivars // J. Central Eur. Agric. 2001. № 2. P. 279–284.

261. Lacko-Bartošová M., Rádlová M. The significance of spelt wheat cultivated in

ecological farming in the Slovak Republic // In: Proceeding of conference Organic farming, Praha: ČZV. 2007. P. 79–81.

262. Liubych V., Voziian V. Cereal properties of spelt wheat grains depending on the variety // 5th International conference for young researchers «Multidirectional research in agriculture, forestry and technology». Krakow. 2016. P. 72.

263. Liubych V., Voziian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties // Episteme czasopismo naukowo–kulturalne. Nr 30. tom II. 2016. P. 111–122.

264. Makowska A., Obuchowski W., Adler A. et al. Charakterystyka wartości przemiałowej i wypiekowej wybranych odmian orkiszu // Fragmenta Agronomica. 2008. № 1 (97). P. 228–239.

265. Marconi E., Carcea M., Graziano M. et al. Kernel properties and pasta-making quality of five Yevropaan spelt wheat (*Triticum spelt* L.) cultivars // Cereal Chem. 1999. № 76. P. 25–29.

266. Marconi E., Carcea M., Schiavone M. et al. Spelt (*Triticum spelta* L.) pasta quality: Combined effect of flour properties and drying conditions // Cereal Chem. 2002. № 79. P. 634–639.

267. Marques C. D., Auria L., Cani P. D. et al. Comparison of glycemic index of spelt and wheat bread in human volunteers // Food Chem. 2007. № 100. P. 1265–1271.

268. Majewska K., Dąbkowska E., Żuk-Gołaszewska K. et al. Wartość wypiekowa mąki otrzymanej z ziarna wybranych odmian orkiszu (*Triticum Spelta* L.) // Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 2007. № 2 (51). P. 60–71.

269. Meintjés G. D. The use of HPLC for qualityprediction of South African wheat cultivars // Wyd. University of the Free State. Bloemfontein. 2004. P. 85–91.

270. Mikos M., Podolska G. Wartość technologiczna pszenicy orkisz w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych // Ogólnopolska Konferencja pt.: hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz (*Triticum aestivum ssp. spelta*) w warunkach zmian klimatu. Puławy. 2011. P. 28–30.

271. Neeson R. Organic spelt production // Industry & Investment NSW. 2011. P. 1–8.

272. Office fédéral de la statistique, Suisse, 2011. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/07.html>, consulted on 23/03/2011.
273. Onishi I., Hongo A., Sasakuma T. et al. Variation and segregation for rachis fragility in spelt wheat, *Triticum spelta* L // Gen. Res. Crop Evol. 2006. № 53. P. 985–992.
274. Osokina N., Liubych V., Voziyan V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on yield and its quality of cereal // Ukrainian Journal of Food Science. № 1 (3). 2015. P. 23–32.
275. Piekut M. Wybrane aspekty zachowań studentów ekonomii na rynku produktów zbożowych // Przegląd Zbożowo – Młynarski. 2007. № 10. P. 4–8.
276. Piergiovanni A. R., Laghetti G., Perrino P. Characteristics of Meal from Hulled Wheats (*Triticum dicoccon Schrank* and *T. spelta* L.): An Evaluation of Selected Accessions // American Association of Cereal Chemists, Inc. 1996. P. 732–735.
277. Podolska G., Boguszevska E., Mikos M. et al. Wartość technologiczna ziarna i mąki *Triticum spelta*, *Triticum durum* i *Triticum aestivum* w zależności od dawki azotu i niedoboru wody w glebie // Ogólnopolska Konferencja pt.: Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) w warunkach zmian klimatu. Puławy. 2011. P. 31–33.
278. Pospíšil A., Pospíšil M., Svečnjak Z., Matotan S. Influence of crop management upon the agronomic traits of spelt (*Triticum spelta* L.) // Plant soil environ. 2011. № 57 (9). P. 435–440.
279. Pruska-Kędzior A., Kędzior Z., Klockiewicz-Kamińska E. Comparison of viscoelastic properties of gluten from spelt and common wheat // Eur. Food Res. Technol. 2008. № 227. P. 199–207.
280. Radić H., Günther T., Kling C. I. et al. Characterization of spelt (*Triticum spelta* L.) forms by gel-electrophoretic analyses of seed storage proteins. II. The glutenins // TAG Theror. Appl. Genetic. 1997. № 94. P. 882–886.
281. Ramya P., Chaubal A., Kulkarni et al. QTL mapping of 1000-kernel weight, kernel length, and kernel width in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) // Journal of applied genetics. 2010. № 51 (4). P. 421–429.

282. Ranhorta G. S., Gerroth J. A., Glaser B. K. et al. Baking and nutritional qualities of a spelt wheat sample // *Lebensm. Wiss. Technol.* 1995. № 28. P. 118–122.

283. Ranhotra G. S., Gelroth J. A., Glaser B. K., Stallknecht G. F. Nutritional profile of three spelt wheat cultivars grown at five different locations // *Cereal Chemistry*. 1996. № 73. P. 533–535.

284. Reynolds M. P., Hobbs P. R., Braun H. J. Challenges to international wheat improvement // *Aqreecultural Sciens.* 2007. № 3. C. 225–227.

285. Rozenberg R., Ruibal-Mendieta N. L., Petitjean G. et al. Phytosterol analysis and characterisation in spelt (*Triticum aestivum ssp.spelta* L.) and wheat (*T. aestivum* L.) lipids by LC/APCI-MS // *J. Cereal Sci.* 2003. № 38. P. 189–197.

286. Ruegger A., Winzeler H., Nosberger J. Die ertransbildung von Dinkel (*Triticum aestivum spelta* L.) unter verschiedenen umweltbedingungen im Freiland // *J. Agron. Crop Sci.* № 164. 1990. P. 145–152.

287. Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., Meurens M. A comparative analysis of free, bound and total lipid content on spelt and winter wheat wholemeal // *J. Cereal Sci.* 2002. № 35. P. 337–342.

288. Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., Mignolet J. M. P. et al. Spelt (*Triticum aestivum ssp.spelta*) as a source of breadmaking flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid // *J. Agric. Food Chem.* 2005. № 53. P. 2751–2759.

289. Sans F. X., Berner A., Armengot L. et al. Tillage effects on weed communities in an organic winter wheat-sunflower-spelt cropping sequence // *Weed Research*. 2011. № 51. P. 413–421.

290. Schober T. J., Bean S. R., Kuhn M. Gluten proteins from spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta*) cultivars: A rheological and size-exclusion high-performance liquid chromatography study // *J. Cereal Sci.* 2006. № 44. P. 161–173.

291. Siedler H., Messmer M. M., Schachermayr G. M. et al. Genetic diversity in Yevropaan wheat and spelt breeding material based on RFLP data // *Theoretical and Applied Genetics*. 1994. № 88. P. 994–1003.

292. Skrabanja V., Kovac B., Golob T. et al. Effect of spelt wheat flour and kernel

on bread composition and nutritional characteristics // Journal of agricultural and food chemistry. 2001. V.49. № 1. P. 497–500.

293. Tahir I., Nakata N. Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stems of bread wheat in response to heat stress during grain filling // J. Agron. Crop Sci. 2005. № 191(2). P. 106 – 115.

294. Waga J., Węgrzyn S., Boros D. et al. Wykorzystanie orkisz (Triticum aestivum ssp. spelta) do poprawy właściwości odżywczych pszenicy zwyczajnej (Triticum aestivum ssp. vulgare) // Biuletyn IHAR. 2002. № 221. P. 3–16.

295. Wilson J. D., Bechtel D. B., Wilson G. W. T. et al. Bread quality of spelt wheat and its starch // Cereal Chem. 2008. № 85 (5). P. 629–638.

296. Yoder E. R. Assessment of allergenic reactivity of kamut versus common wheat / International Food Allergy Association. Clinical trial studies // october 11, 1991: <http://www.sobaya.ca/kamtast.html>

297. Zielinski H., Ceglinska A., Michalska A. Bioactive compounds in spelt bread // Eur. Food Res. Technol. 2008. № 226. P. 537–544.

## **ДОДАТКИ**



Додаток А  
Додаток А.1

Кореляція між показниками якості зерна пшениці спельти

Показник	Об'єм, мм <sup>3</sup>	Зародок, %	Ендосперм, %	Маса 1000 зерен, г	Склоподібність, %	Вміст клейковини, %	Вміст золи, %	Вміст крохмалю, %	Вміст білка, %	ІРЧ, %
Площа зовнішньої поверхні, мм <sup>2</sup>	<i>0,75</i>	<i>0,54</i>	<i>0,18</i>	<i>0,53</i>	<i>0,71</i>	<i>0,86</i>	<i>0,77</i>	<i>-0,73</i>	<i>0,88</i>	<i>0,53</i>
Об'єм, мм <sup>3</sup>		<i>0,65</i>	<i>-0,02</i>	<i>0,72</i>	<i>0,41</i>	<i>0,53</i>	<i>0,30</i>	<i>-0,32</i>	<i>0,66</i>	<i>0,17</i>
Оболонки, %			<i>-0,97</i>	<i>0,27</i>	<i>-0,14</i>	<i>-0,17</i>	<i>-0,52</i>	<i>-0,03</i>	<i>-0,31</i>	<i>-0,42</i>
Маса 1000 зерен, г					<i>0,14</i>	<i>0,39</i>	<i>0,01</i>	<i>-0,36</i>	<i>0,41</i>	<i>0,03</i>
Натура, г/л					<i>-0,49</i>	<i>-0,44</i>	<i>-0,65</i>	<i>0,65</i>	<i>-0,36</i>	<i>-0,57</i>
Склоподібність, %						<i>0,89</i>	<i>0,57</i>	<i>-0,64</i>	<i>0,89</i>	<i>0,36</i>
Вміст клейковини, %							<i>0,68</i>	<i>-0,77</i>	<i>0,95</i>	<i>0,51</i>
Якість клейковини, од. п. ВДК							<i>-0,18</i>	<i>0,17</i>	<i>-0,23</i>	<i>0,39</i>
Вміст золи, %								<i>-0,70</i>	<i>0,64</i>	<i>0,66</i>
Вміст крохмалю, %									<i>-0,65</i>	<i>-0,61</i>

*Примітка.* Шрифт курсив – значення значимі на рівні  $p=0,05$ .

## Додаток А.2

Результати оброблення експериментальних даних під час моделювання виходу  
мучки кормової

Показник	Значення В	Відхилення В	t(78)	Значення похибки
B <sub>0</sub>	<i>39,61948</i>	13,27776	2,98390	0,003673
B <sub>1</sub>	<i>-4,64385</i>	1,93058	-2,40541	0,018224
B <sub>2</sub>	<i>-0,22856</i>	0,05154	-4,43436	0,000026
B <sub>3</sub>	<i>0,14196</i>	0,02010	7,06117	0,000000
B <sub>4</sub>	0,13901	0,07029	1,97756	0,051073
B <sub>5</sub>	<i>0,00025</i>	0,00007	3,50592	0,000715
B <sub>6</sub>	0,00005	0,00003	1,74151	0,085049
B <sub>7</sub>	<i>-0,00411</i>	0,00139	-2,95762	0,003970
B <sub>8</sub>	<i>-0,00005</i>	0,00004	-1,27243	0,206536
B <sub>9</sub>	<i>0,01257</i>	0,00368	3,41934	0,000949

*Примітка.* Шрифт курсив – значення істинні.

## Додаток Б

## Додаток Б.1

Лінійні розміри зерна пшениці спельти різних сортів і ліній, мм

Сорт, лінія	Рік дослідження									Середнє за три роки		
	2013			2014			2015					
	довжина	ширина	товщина	довжина	ширина	товщина	довжина	ширина	товщина	довжина	ширина	товщина
Зоря України (st)	8,3	2,8	3,2	8,5	2,5	3,2	8,1	2,3	2,7	8,3	2,5	3,0
Європа	8,5	2,6	3,1	7,9	2,6	2,8	8,1	2,5	2,9	8,2	2,6	2,9
NSS 6/01	8,2	2,2	2,7	8,8	2,4	3,0	8,0	2,1	2,5	8,3	2,2	2,7
Schwabenkorn	7,4	2,3	3,1	8,3	2,2	2,7	7,5	2,2	2,8	7,7	2,2	2,9
Австралійська 1	7,1	2,1	3,3	7,3	2,1	2,5	7,0	2,0	2,6	7,1	2,1	2,8
Frankenkorn	8,2	2,5	2,6	7,9	2,6	2,8	8,2	2,2	2,5	8,1	2,4	2,6
LPP 3218	7,2	2,6	2,8	7,4	2,5	2,7	7,2	2,5	2,7	7,3	2,5	2,7
LPP 1305	6,8	2,5	3,0	7,0	2,9	3,0	7,0	2,5	2,9	6,9	2,6	2,9
LPP 3132	6,7	2,5	3,0	6,5	2,8	3,1	6,8	2,5	2,9	6,7	2,6	3,0
LPP 3124	6,9	2,6	3,0	7,0	2,7	2,9	7,1	2,6	2,9	7,0	2,6	2,9
LPP 3435	7,0	2,7	3,0	7,2	2,6	2,9	7,2	2,5	2,8	7,1	2,6	2,9
LPP 1224	6,8	2,5	3,1	6,6	2,7	2,9	6,9	2,4	2,8	6,8	2,5	2,9
LPP 3117	7,0	2,4	2,9	6,9	2,3	2,8	7,1	2,4	2,8	7,0	2,4	2,8
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,4</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,4</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,4</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	–	–	–

Додаток Б.2

Вміст крохмалю в зерні пшениці спельти різних сортів і ліній, %

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	58,1	56,9	57,7	57,6
Європа	60,1	62,1	61,2	61,1
NSS 6/01	59,9	54,3	56,4	56,9
Schwabekorn	59,2	57,1	60,2	58,8
Австралійська 1	61,2	60,0	63,5	61,6
Frankenkorn	59,5	57,2	58,4	58,4
LPP 3218	60,3	59,9	61,5	60,6
LPP 1305	62,3	61,7	63,1	62,4
LPP 3132	61,4	60,0	59,3	60,2
LPP 3124	61,8	61,0	60,4	61,1
LPP 3435	62,5	62,0	63,7	62,7
LPP 1224	63,0	62,6	60,9	62,2
LPP 3117	64,4	64,2	62,4	63,7
<i>HIP<sub>05</sub></i>	3,0	2,9	3,0	–

Додаток Б.3

Вміст клітковини в зерні пшениці спельти різних сортів і ліній, %

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	2,1	2,2	2,1	2,2
Європа	2,1	2,0	2,1	2,1
NSS 6/01	2,1	2,2	2,1	2,2
Schwabekorn	2,3	2,2	2,1	2,2
Австралійська 1	2,2	2,1	2,2	2,3
Frankenkorn	2,3	2,1	2,1	2,2
LPP 3218	2,2	2,1	2,3	2,2
LPP 1305	2,3	2,1	2,1	2,2
LPP 3132	2,2	2,1	2,2	2,2
LPP 3124	2,1	2,3	2,0	2,2
LPP 3435	2,2	2,3	2,1	2,3
LPP 1224	2,3	2,2	2,1	2,3
LPP 3117	2,2	2,1	2,2	2,2
<i>HIP<sub>05</sub></i>	0,1	0,1	0,1	–

## Додаток Б.4

Вміст жиру в зерні пшениці спельти різних сортів і ліній, %

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	2,0	2,0	2,2	2,1
Європа	1,6	1,7	1,7	1,7
NSS 6/01	1,9	2,0	2,1	2,0
Schwabenkorn	1,9	1,9	2,0	1,9
Австралійська 1	2,0	2,0	2,1	2,0
Frankenkorn	1,9	1,9	2,0	1,9
LPP 3218	2,0	1,9	2,2	2,0
LPP 1305	2,0	1,8	2,3	2,0
LPP 3132	1,9	2,0	2,1	2,0
LPP 3124	1,9	2,1	2,2	2,1
LPP 3435	1,8	2,2	2,0	2,0
LPP 1224	2,0	2,0	2,1	2,0
LPP 3117	2,1	1,9	2,2	2,1
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,1</i>	–

Додаток Б.5

Вміст анатомічних складових в зернівках пшениці спельти різних сортів і ліній, %

Сорт, лінія	Рік дослідження									Середнє за три роки		
	2013			2014			2015					
	зародок	оболонки	ендосперм	зародок	оболонки	ендосперм	зародок	оболонки	ендосперм	зародок	оболонки	ендосперм
Зоря України (st)	2,9	10,8	86,3	2,7	10,6	86,7	2,7	10,4	86,9	2,8	10,6	86,6
Європа	1,8	14,5	83,1	2,0	15,0	83,6	1,9	14,6	83,5	1,9	14,7	83,4
NSS 6/01	1,1	16,1	82,8	1,2	15,7	83,1	1,2	15,9	82,9	1,2	15,9	82,9
Schwabenkorn	0,8	13,9	85,3	1,0	13,4	85,6	1,0	13,6	85,4	0,9	13,6	85,4
Австралійська 1	1,0	10,6	88,4	1,1	10,7	88,2	1,1	10,3	88,6	1,1	10,5	88,4
Frankenkorn	2,0	11,5	86,5	1,8	11,9	86,3	1,9	11,4	86,7	1,9	11,6	86,5
LPP 3218	1,6	14,0	84,4	1,5	14,2	84,3	1,4	14,2	84,4	1,5	14,1	84,4
LPP 1305	1,1	16,0	82,9	1,0	15,6	83,4	1,2	15,4	83,4	1,1	15,7	83,2
LPP 3132	1,1	16,0	82,8	1,1	16,4	82,5	1,0	16,2	82,8	1,1	16,2	82,7
LPP 3124	1,9	12,1	86,0	1,7	12,7	85,6	1,8	12,1	86,1	1,8	12,3	85,9
LPP 3435	1,1	15,0	83,9	1,3	14,2	84,5	1,2	14,7	84,3	1,2	14,6	84,2
LPP 1224	1,8	15,1	83,1	1,6	15,1	83,3	1,7	15,5	82,9	1,7	15,2	83,1
LPP 3117	2,1	10,6	87,3	2,0	11,1	86,9	1,9	10,6	87,5	2,0	10,8	87,2
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	0,1	0,6	4,2	0,1	0,6	4,2	0,1	0,6	4,2	–	–	–

## Додаток Б.6

Число падання зерна пшениці спельти різних сортів та ліній, с

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	353	376	340	356
Європа	378	368	375	374
NSS 6/01	344	381	367	364
Schwabekorn	353	348	340	347
Австралійська 1	374	382	370	375
Frankenkorn	371	365	390	375
LPP 3218	363	370	381	371
LPP 1305	343	354	368	355
LPP 3132	334	366	340	347
LPP 3124	362	373	380	372
LPP 3435	371	385	379	378
LPP 1224	382	391	370	381
LPP 3117	377	390	381	383
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>18,0</i>	<i>18,6</i>	<i>18,3</i>	–

## Додаток Б.7

Якість клейковини зерна пшениці спельти різних сортів та ліній,  
од. пр. ВДК

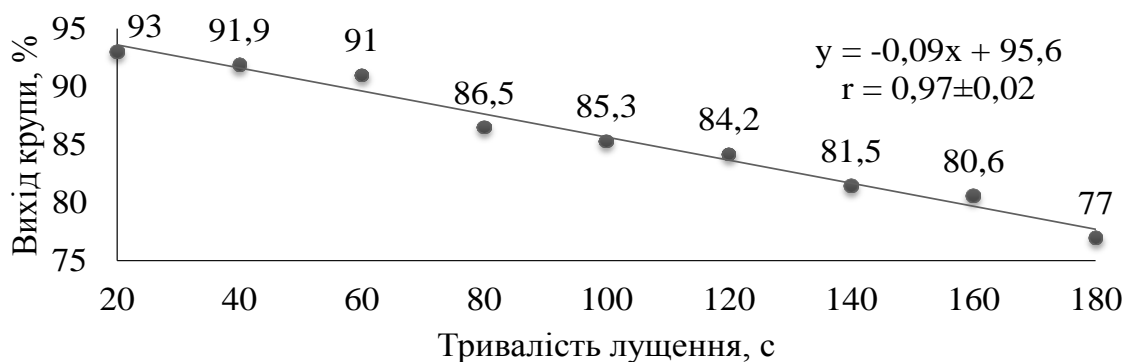
Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	101	103	100	101
Європа	102	100	94	97
NSS 6/01	109	116	110	112
Schwabekorn	108	115	110	111
Австралійська 1	101	105	103	103
Frankenkorn	102	104	100	102
LPP 3218	99	100	96	98
LPP 1305	102	105	101	103
LPP 3132	100	102	100	101
LPP 3124	102	110	104	105
LPP 3435	93	95	90	93
LPP 1224	112	110	109	110
LPP 3117	99	100	97	99
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>5,1</i>	<i>5,2</i>	<i>5,0</i>	–

## Додаток В

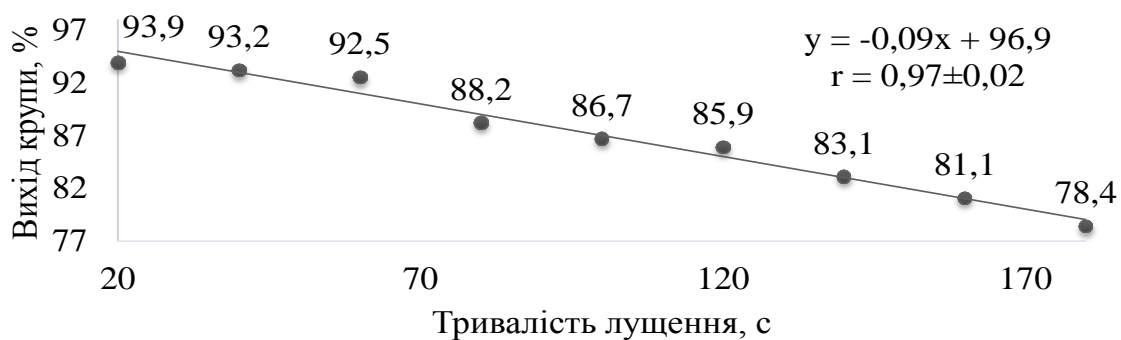
## Додаток В.1

Вихід крупи з пшениці спельти № 1 сорту Європа (2013–2015 рр.), %

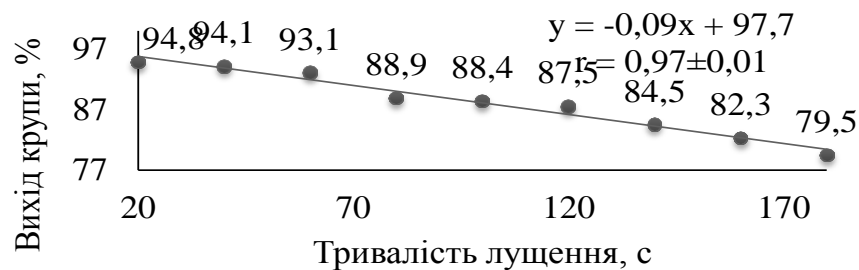
Вологість зерна 12,0 %



Вологість зерна 13,0 %



Вологість зерна 14,0 %





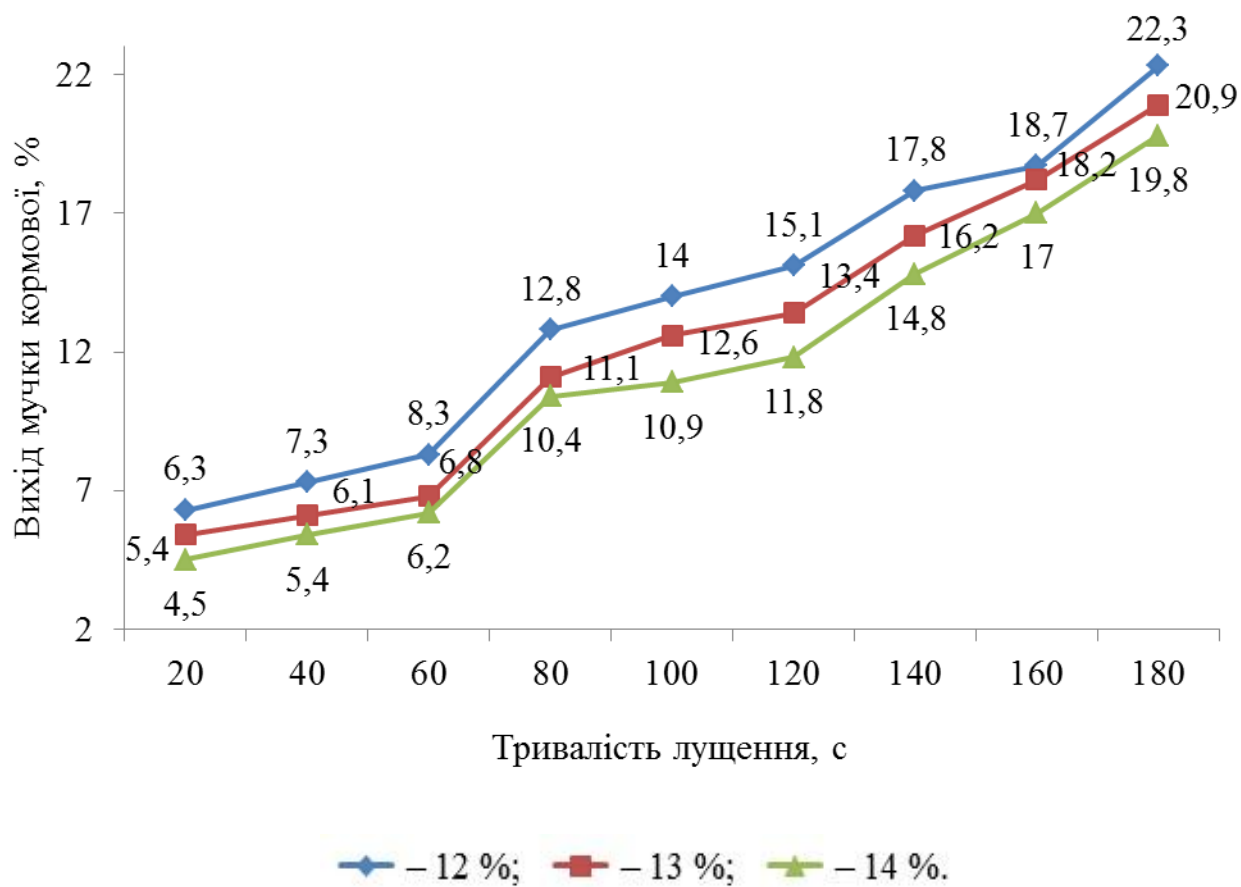
## Додаток В.2

Вихід крупи з пшениці спельти № 1 сорту Європа (2013–2015 рр.), %

Тривалість лущення, с	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15,0 %				
20	96,9	97,4	97,3	97,1
40	96,1	96,5	96,2	96,1
60	95,4	95,9	95,5	95,3
80	92,7	93,1	93,2	93,1
100	90,8	91,3	91,2	91,0
120	89,2	89,5	89,5	89,4
140	87,4	87,9	87,7	87,2
160	86,2	86,7	86,6	86,3
180	84,5	84,5	84,7	84,6
Вологість зерна 16,0 %				
20	97,2	96,8	97,3	97,2
40	96,2	95,7	96,3	96,1
60	95,1	95,2	95,4	95,2
80	92,7	93,1	92,5	92,3
100	90,8	91,1	90,4	90,1
120	89,1	88,7	89,5	89,2
140	87,2	87,0	87,2	86,5
160	86,3	86,1	86,4	85,7
180	84,4	84,2	84,3	83,6
<i>НІР<sub>05</sub></i>	3,7			

## Додаток В.3

Вихід мучки кормової під час виробництва крупи з пшениці спельти № 1 сорту  
Європа (2013–2015 рр.):



## Додаток В.4

Вихід мучки кормової під час виробництва крупи з пшениці спельти  
сорту Європа (2013–2015 рр.), %

Тривалість лущення, с	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15,0 %				
20	2,4	1,9	2	2,2
40	3,2	2,8	3,1	3,2
60	3,9	3,4	3,8	4
80	6,6	6,2	6,1	6,2
100	8,5	8	8,1	8,3
120	10,1	9,8	9,8	9,9
140	11,9	11,4	11,6	12,1
160	13,1	12,8	12,7	13
180	14,8	14,8	14,6	14,7
Вологість зерна 16,0 %				
20	2,1	2,5	2	2,1
40	3,1	3,6	3	3,2
60	4,2	4,1	3,9	4,1
80	6,6	6,2	6,8	7
100	8,5	8,2	8,9	9,2
120	10,2	10,6	9,8	10,1
140	12,1	12,3	12,1	12,8
160	13	13,2	12,9	13,6
180	14,9	15,1	15	15,7
<i>НІР<sub>05</sub></i>	0,4			

Додаток В.5  
Показники якості круп

Показник	Крупи з пшениці м'якої [111]	Крупи з пшениці спельти № 1 та подрібнені № 1, 2, 3
Колір	Кремовий, кремовий із сірим або білим відтінком	відповідає вимогам
Запах	Властивий пшеничним крупам, без сторонніх запахів, не затхлий, не плісняви	відповідає вимогам
Смак	Властивий пшеничним крупам, без стороннього присмаку, не кислий, не гіркий	відповідає вимогам
Вологість у %, не більше	14,0	13,8
Доброякісне ядро, %, не менше	99,2	99,7
Сміттева домішка, %, не більше	0,3	—
у тому числі:	0,05	—
мінеральна,		—
Шкідлива домішка у тому числі:	0,05	—
гірчак повзучий, вязіль		—
різнокольоровий (разом)	0,02	
геліотроп опушеноплідний і триходесма сива	не допускається	—
Кукіль, %	0,1	—
Зіпсовані ядра, %, не більше	0,2	0,07
Оброблені зерна, % не більше	3,0	—
Металомагнітна домішка, мг на 1кг круп, не більше	3,0	—
Розмір окремих частинок у найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше	0,3	0,2
Маса окремих частинок, мг, не більше	0,4	0,2
Зараженість шкідниками хлібних запасів	не допускається	—

## Додаток В.6

Коефіцієнт розварювання каші з крупи плющеної з пшениці спельти  
сорту Зоря України (2013–2015 рр.)

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв												
		5			10			15						
		Тривалість відволожування, хв												
		5	10	15	5	10	15	5	10	15				
0	0,0	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
20	2,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
40	3,8	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5
60	4,7	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5
80	7,2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7
100	9,1	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7
120	10,9	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
140	12,5	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
160	13,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,9	5,9	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0
180	15,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2
<i>НІР<sub>05</sub></i>		0,3												

Додаток В.7  
Показники якості круп

Показник	Крупа пшенична [111]	Крупа плющена з пшениці спельти
Зовнішній вигляд	Овальні або круглі з нерівними краями «перепічки», які мають з обох сторін відтиск рифлів або гладку поверхню	відповідає вимогам
Колір	Білий, з жовтуватим відтінком	відповідає вимогам
Смак	Властивий нормальним пшеничним крупам, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий	відповідає вимогам
Запах	Властивий нормальним пшеничним крупам, без пліснявого, затхлого та інших сторонніх запахів	відповідає вимогам
Вологість, %, не більше	14,0	13,8
Вміст смітної домішки, %, не більше	0,3	—
У тому числі:		
А) мінеральної,	0,05	—
Б) шкідливої	0,05	—
У числі шкідливих домішок		
Гірчака повзучого і в'язелю різнокольорового (разом)	0,02	—
Насіння геліотропа опушеноплідного і триходесми сивої	не допускається	—
В) кукілю, %	0,1	—
Вміст мучки кормової, % не більше	8,0	3,0
Вміст плющених крупинок оброблених зерен, %, не більше	3,0	—
Зараженість шкідниками хлібних запасів	не допускається	—
Вміст металомангнітної домішки на 1 кг круп, мг, не більше	3	—
Розварюваність, хв,	25	20

Додаток В.8  
Запах каші з крупи плющеної з пшениці спельти  
сорту Зоря України (2013–2015 рр.), бал

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв												
		5			10			15						
		Тривалість відволожування, хв												
		5	10	15	5	10	15	5	10	15				
20	2,9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
40	3,8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
60	4,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
80	7,2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
100	9,1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
120	10,9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
140	12,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
160	13,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
180	15,6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>		<i>0,4</i>												

Додаток В.9  
Смак каші з крупи плющеної з пшениці спельти  
сорту Зоря України (2013–2015 рр.), бал

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	7	7	7	7	7	7	7	7	7
40	3,8	7	7	7	7	7	7	7	7	7
60	4,7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
80	7,2	9	9	9	9	9	9	9	9	9
100	9,1	9	9	9	9	9	9	9	9	9
120	10,9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
140	12,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9
160	13,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9
180	15,6	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>		<i>0,4</i>								



Додаток В.10  
Консистенція каші з крупи плющеної з пшениці спельти  
сорту Зоря України (2013–2015 рр.), бал

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
40	3,8	9	9	9	9	9	9	9	9	9
60	4,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9
80	7,2	9	9	9	9	9	9	9	9	9
100	9,1	9	9	9	9	9	9	9	9	9
120	10,9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
140	12,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9
160	13,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9
180	15,6	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>		<i>0,4</i>								

## Додаток В.11

Вихід крупи плющеної з пшениці спельти сорту Європа (2013–2015 рр.), %

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	96,5	97,2	97,5	97,7	97,8	98,4	95,7	95,7	95,3
40	3,8	96,6	96,8	97,7	96,8	97,5	97,6	97,8	97,2	97,4
60	4,7	95,3	95,6	96,1	96,8	97,1	97,5	96,2	96,5	97,3
80	7,2	94,9	95,3	96,2	95,4	95,9	96,3	95,7	95,3	96,9
100	9,1	93,1	93,5	93,9	93,8	94,8	94,5	95,3	95,9	96,3
120	10,9	92,3	93,6	93,7	94,2	94,9	95,4	94,9	95,5	95,9
140	12,5	92,4	93,5	93,8	93,2	93,6	94,3	95,2	95,5	95,9
160	13,7	92,3	92,8	93,1	93,6	93,8	94,5	95,3	95,6	96,5
180	15,6	92,1	92,8	93,7	93,4	93,7	94,4	95,3	95,7	95,6
<i>HIP<sub>05</sub></i>		2,7								

## Додаток В.12

Вміст мучки кормової при виробництві крупи плющеної з пшениці спельти сорту  
Європа (2013–2015 рр.), %

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	3,5	2,8	2,5	2,3	2,2	1,6	4,3	4,3	4,7
40	3,8	3,4	3,2	2,3	3,2	2,5	2,4	2,2	2,8	2,6
60	4,7	4,7	4,4	3,9	3,2	2,9	2,5	3,8	3,5	2,7
80	7,2	5,1	4,7	3,8	4,6	4,1	3,7	4,3	4,7	3,1
100	9,1	6,9	6,5	6,1	6,2	5,2	5,5	4,7	4,1	3,7
120	10,9	7,7	6,4	6,3	5,8	5,1	4,6	5,1	4,5	4,1
140	12,5	7,6	6,5	6,2	6,8	6,4	5,7	4,8	4,5	4,1
160	13,7	7,7	7,2	6,9	6,4	6,2	5,5	4,7	4,4	3,5
180	15,6	7,9	7,2	6,3	6,6	6,3	5,6	4,7	4,3	4,4
<i>HIP<sub>05</sub></i>		0,3								

Додаток В.13  
Вологість крупи перед плющенням з пшениці спельти сорту Європа  
(2013–2015 рр.), %

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	15,6	16,3	17,3	16,3	17,6	18,9	19,5	20,4	21,1
40	3,8	15,8	16,5	17,5	16,4	17,7	19,1	19,7	20,6	21,3
60	4,7	15,8	16,5	17,4	16,7	18,1	18,9	19,6	20,7	21,4
80	7,2	16,2	16,9	17,9	17,3	18,6	19,5	20,3	21,1	21,7
100	9,1	17,1	18,2	19,4	17,9	19,3	20,5	21,6	22,1	22,9
120	10,9	18,4	19,1	19,8	19,2	19,9	21,7	22,4	23,1	23,8
140	12,5	18,9	19,9	20,7	20,4	20,9	22,1	23,4	24,1	24,7
160	13,7	18,8	20,4	21,3	20,8	21,5	22,9	24,1	24,8	25,2
180	15,6	19,5	20,6	21,7	21,3	22,2	23,6	25,7	25,2	25,7
<i>HIP<sub>05</sub></i>		0,9								

## Додаток В.14

Тривалість варіння каші з крупи плющеної з пшениці спельти  
сорту Європа (2013–2015 рр.), хв

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	35	35	35	33	33	33	32	32	32
40	3,8	33	33	33	32	32	32	30	30	30
60	4,7	32	32	32	31	31	31	30	30	30
80	7,2	29	29	28	27	27	26	26	25	25
100	9,1	25	25	24	24	23	23	22	22	21
120	10,9	21	21	21	20	20	20	19	19	19
140	12,5	20	20	20	18	18	17	16	16	15
160	13,7	19	19	18	16	15	15	12	12	11
180	15,6	15	15	15	14	13	13	12	12	11
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>1</i>								

## Додаток В.15

Консистенція каші під час розжовування з крупи плющеної з пшениці спельти  
сорту Європа (2013–2015 рр.), бал

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв									
		5			10			15			
		Тривалість відволожування, хв									
		5	10	15	5	10	15	5	10	15	
20	2,9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
40	3,8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
60	4,7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
80	7,2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
100	9,1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
120	10,9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
140	12,5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
160	13,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
180	15,6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>		<i>1</i>									

## Додаток В.16

Колір каші з крупи плющеної з пшениці спельти сорту Європа

(2013–2015 рр.), бал

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
20	2,9	5	5	5	5	5	5	5	5	5
40	3,8	5	5	5	5	5	5	5	5	5
60	4,7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
80	7,2	7	7	7	7	7	7	7	7	7
100	9,1	7	7	7	7	7	7	7	7	7
120	10,9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
140	12,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9
160	13,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9
180	15,6	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>		<i>1</i>								







Додаток В.19  
Смак каші з крупи плющеної з пшениці спельти сорту Європа  
(2013–2015 рр.), бал

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв												
		5			10			15						
		Тривалість відволожування, хв												
		5	10	15	5	10	15	5	10	15				
20	2,9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
40	3,8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
60	4,7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
80	7,2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
100	9,1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
120	10,9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
140	12,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
160	13,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
180	15,6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>		<i>1</i>												

Додаток В.20  
Коефіцієнт розварювання каші з крупи плющеної з пшениці спельти  
сорту Європа (2013–2015 рр.)

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв												
		5			10			15						
		Тривалість відволожування, хв												
		5	10	15	5	10	15	5	10	15				
20	2,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
40	3,8	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5
60	4,7	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5
80	7,2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7
100	9,1	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7
120	10,9	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
140	12,5	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
160	13,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,9	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0
180	15,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2
<i>HIP<sub>05</sub></i>		0,3												

## Додаток В.21

Загальна органолептична оцінка крупи плющеної з пшениці спельти  
сорту Європа (2013–2015 рр.), бал

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв												
		5			10			15						
		Тривалість відволожування, хв												
		5	10	15	5	10	15	5	10	15				
20	2,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
40	3,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
60	4,7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
80	7,2	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
100	9,1	7,0	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
120	10,9	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
140	12,5	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
160	13,7	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
180	15,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
<i>HIP<sub>05</sub></i>		0,4												

## Додаток В.22

Вихід крупи плющеної різних сортів і ліній пшениці спельти, %

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	91,9	92,8	92,6	92,4
NSS 6/01	92,6	93,0	92,7	92,7
Schwabekorn	94,0	94,2	93,7	93,9
Австралійська 1	93,9	94,0	93,9	93,9
Frankenkorn	93,1	93,2	93,0	93,1
LPP 3218	93,0	93,3	93,1	93,1
LPP 1305	92,1	92,0	92,7	92,3
LPP 3132	92,2	92,0	92,2	92,1
LPP 3124	92,0	91,2	92,0	91,7
LPP 3435	93,0	93,3	93,0	93,1
LPP 1224	92,6	92,4	92,1	92,4
LPP 3117	93,3	93,1	93,4	93,3
<i>HIP<sub>05</sub></i>	3,8	3,8	3,8	—

## Додаток В.23

Тривалість варіння крупи плющеної різних сортів і ліній пшениці

спельти, хв

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	20	20	20	20
NSS 6/01	20	20	20	20
Schwabekorn	20	20	20	20
Австралійська 1	20	20	20	20
Frankenkorn	20	20	20	20
LPP 3218	20	20	20	20
LPP 1305	20	20	20	20
LPP 3132	20	20	20	20
LPP 3124	20	20	20	20
LPP 3435	20	20	20	20
LPP 1224	20	20	20	20
LPP 3117	20	20	20	20

## Додаток В.24

Коефіцієнт розварювання крупи плющеної різних сортів і ліній пшениці спельти

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	5,4	5,8	5,6	5,6
NSS 6/01	5,9	5,9	5,8	5,9
Schwabenkorn	5,3	4,9	5,0	5,1
Австралійська 1	4,7	5,0	4,9	4,9
Frankenkorn	4,5	5,1	4,8	4,8
LPP 3218	4,6	4,7	4,7	4,7
LPP 1305	5,4	5,9	5,8	5,7
LPP 3132	4,7	5,0	5,0	4,9
LPP 3124	5,8	5,8	5,7	5,8
LPP 3435	5,1	5,4	5,4	5,3
LPP 1224	6,4	6,3	6,2	6,3
LPP 3117	5,2	5,5	5,3	5,3
<i>HIP<sub>05</sub></i>	0,3	0,3	0,3	–

## Додаток В.25

Запах каші з плющеної крупи різних сортів і ліній пшениці спельти, бал

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	9	9	9	9
NSS 6/01	9	9	9	9
Schwabenkorn	7	9	9	8
Австралійська 1	9	9	9	9
Frankenkorn	7	9	9	8
LPP 3218	9	9	9	9
LPP 1305	9	9	9	9
LPP 3132	9	9	9	9
LPP 3124	7	9	9	8
LPP 3435	7	7	7	7
LPP 1224	7	7	7	7
LPP 3117	5	5	5	5
<i>HIP<sub>05</sub></i>	1	1	1	–

## Додаток В.26

Смак каші з плющеної крупи різних сортів і ліній пшениці спельти, бал

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	9	9	9	9
NSS 6/01	9	9	9	9
Schwabekorn	7	9	9	8
Австралійська 1	9	9	9	9
Frankenkorn	7	9	9	8
LPP 3218	9	9	9	9
LPP 1305	9	9	9	9
LPP 3132	9	9	9	9
LPP 3124	7	9	9	8
LPP 3435	7	7	7	7
LPP 1224	7	7	7	7
LPP 3117	7	7	7	7
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	—

## Додаток В.27

Колір каші з плющеної крупи різних сортів і ліній пшениці спельти, бал

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	9	9	9	9
NSS 6/01	9	9	9	9
Schwabekorn	9	9	9	9
Австралійська 1	9	9	9	9
Frankenkorn	9	9	9	9
LPP 3218	9	9	9	9
LPP 1305	9	9	9	9
LPP 3132	9	9	9	9
LPP 3124	9	9	9	9
LPP 3435	7	7	7	7
LPP 1224	7	7	7	7
LPP 3117	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	—

Додаток В.28  
Консистенція каші з плющеної крупи різних сортів і ліній  
пшениці спельти, бал

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	9	9	9	9
NSS 6/01	7	7	7	7
Schwabekorn	7	9	8	8
Австралійська 1	7	9	8	8
Frankenkorn	9	9	9	9
LPP 3218	7	7	7	7
LPP 1305	7	9	8	8
LPP 3132	9	9	9	9
LPP 3124	9	9	9	9
LPP 3435	9	9	9	9
LPP 1224	9	9	9	9
LPP 3117	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	–

Додаток В.29  
Консистенція каші під час розжовування з плющеної крупи різних сортів і ліній  
пшениці спельти, бал

Сорт, лінія	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Зоря України (st)	7	7	7	7
NSS 6/01	7	7	7	7
Schwabekorn	7	7	7	7
Австралійська 1	7	7	7	7
Frankenkorn	7	7	7	7
LPP 3218	7	7	7	7
LPP 1305	7	7	7	7
LPP 3132	9	9	9	9
LPP 3124	7	7	7	7
LPP 3435	7	7	7	7
LPP 1224	9	9	9	9
LPP 3117	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	–



## Додаток Д

## Додаток Д.1

**ПРОТОКОЛ № 2**

засідання дегустаційної комісії

Уманського національного університету садівництва

23.12.2013 р.

м. Умань

Присутні:

Токар А. Ю. – заступник голови комісії, зав. кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, доктор с.-г. наук професор;

члени комісії:

Найченко В. М. – професор кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, доктор с.-г. наук;

Улянич О. І. – зав. кафедри овочівництва, доктор с.-г. наук, професор;

Осокіна Н. М. – зав. кафедри технології зберігання і переробки зерна, доктор с.-г. наук, професор;

Заморська І. Л. – доцент кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, кандидат с.-г. наук;

Мамелюк Н. С. – доцент кафедри прикладної інженерії, канд. пед. наук;

Харченко З. М. – ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів;

Миرونюк С. С. – ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів;

Волкова Т. В. – ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів;

Василишина О. В. – викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, канд. с.-г. наук;

Щербак М. А. – викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів;

Матенчук Л. Ю. – викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, секретар дегустаційної комісії.

Порядок денний:

1. Дегустаційна оцінка круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти у кількості 50 г кожного зразка, представлених аспіранткою кафедри технології зберігання і переробки зерна Возіян В. В. Результати дегустаційної оцінки наведені в таблиці 1–4.



Таблиця 3

## Дегустаційна оцінка крупи з пшениці спельти подрібненої

№ з/п	Крупа	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Консистенція під час розжовування	Загальна оцінка
1	№1	9	9	9	9	9	9
2	№2	9	9	9	9	9	9
3	№3	9	9	9	7	9	8,6

Таблиця 4

## Дегустаційна оцінка крупи плющеної з пшениці спельти різних сортів і ліній

№ з/п	Назва сорту, лінії	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Консистенція під час розжовування	Загальна оцінка
1	Зоря України (st)	9	9	9	9	7	8,6
2	Європа	9	9	9	9	7	8,6
3	NSS 6/01	9	9	9	7	7	8,2
4	Schwabekorn	9	7	7	7	7	7,4
5	Австралійська 1	9	9	9	7	7	8,2
6	Frankenkorn	9	7	7	9	7	7,8
7	LPP 3218	9	9	9	7	7	8,2
8	LPP 1305	9	9	9	7	7	8,2
9	LPP 3132	9	9	9	9	9	9,0
10	LPP 3124	9	7	7	9	7	7,8
11	LPP 3435	7	7	9	9	9	8,2
12	LPP 1224	7	7	7	9	9	7,8
13	LPP 3117	9	5	7	9	9	7,8

Висновок. У результаті дегустаційної оцінки встановлено, що найкраща оцінка каші з крупи пшениці спельти № 1 та крупи плющеної за лушення зерна впродовж 120–180 с – 8,6–9,0 балів, загальна оцінка каші з крупи пшениці спельти подрібненої № 1 становить 9,0 балів, № 2 –9,0, № 3 –8,6 балів. Найвищу загальну оцінку каші з крупи плющеної отримано із зерна сортів Зоря України (st), Європа, Австралійська 1 і ліній LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124 LPP 3435 (8,2–9,0 балів).

Голова засідання

Секретар



А. Ю. Токар

Л. Ю. Матенчук

## Додаток Д.2

**ПРОТОКОЛ № 2**

засідання дегустаційної комісії

Уманського національного університету садівництва

27.10.2014 р.

м. Умань

Присутні:

Токар А. Ю. – заступник голови комісії, зав. кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, доктор с.-г. наук професор;

члени комісії:

Найченко В. М. – професор кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, доктор с.-г. наук;

Улянич О. І. – зав. кафедри овочівництва, доктор с.-г. наук, професор;

Осокіна Н. М. – зав. кафедри технології зберігання і переробки зерна, доктор с.-г. наук, професор;

Заморська І. Л. – доцент кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, кандидат с.-г. наук;

Мамелюк Н. С. – доцент кафедри прикладної інженерії, канд. пед. наук;

Харченко З. М. – ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів;

Миرونюк С. С. – ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів;

Волкова Т. В. – ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів;

Василишина О. В. – викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, канд. с.-г. наук;

Гайдай І. В. – викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, канд. техн. наук;

Матенчук Л. Ю. – викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, секретар дегустаційної комісії.

Порядок денний:

1. Дегустаційна оцінка круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти у кількості 50 г кожного зразка, представлених аспіранткою кафедри технології зберігання і переробки зерна Возіян В.В. Результати дегустаційної оцінки наведені в таблиці 1–4.



Таблиця 3

## Дегустаційна оцінка каші з крупи з пшениці спельти подрібненої

№ з/п	Крупа	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Консистенція під час розжовування	Загальна оцінка
1	№1	9	9	9	9	9	9
2	№2	9	9	9	9	9	9
3	№3	9	9	9	7	9	8,6

Таблиця 4

## Дегустаційна оцінка каші з крупи плющеної з пшениці спельти різних сортів і ліній

№ з/п	Назва сорту, лінії	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Консистенція під час розжовування	Загальна оцінка
1	Зоря України (st)	9	9	9	9	7	8,6
2	Європа	9	9	9	9	7	8,6
3	NSS 6/01	9	9	9	7	7	8,2
4	Schwabenkorn	9	9	9	9	7	8,6
5	Австралійська 1	9	9	9	9	7	8,6
6	Frankenkorn	9	9	9	9	7	8,6
7	LPP 3218	9	9	9	7	7	8,2
8	LPP 1305	9	9	9	9	7	8,6
9	LPP 3132	9	9	9	9	9	9,0
10	LPP 3124	9	9	9	9	7	8,6
11	LPP 3435	7	9	9	9	7	8,2
12	LPP 1224	7	7	7	9	9	7,8
13	LPP 3117	9	5	7	9	9	7,8

Висновок. У результаті дегустаційної оцінки встановлено, що найкраща оцінка каші з крупи пшениці спельти № 1 та крупи плющеної за лушення зерна впродовж 120–180 с – 8,6–9,0 балів, загальна оцінка каші з крупи пшениці спельти подрібненої № 1 становить 9,0 балів, № 2 –9,0, № 3 –8,6 балів. Найвищу загальну оцінку каші з крупи плющеної отримано із зерна сортів Зоря України (st), Європа, Австралійська 1 і ліній LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124 LPP 3435 (8,2–9,0 балів).

Голова засідання

Секретар



А. Ю. Токар

Л. Ю. Матенчук

## Додаток Д.3

**ПРОТОКОЛ № 1**

засідання дегустаційної комісії

Уманського національного університету садівництва

17.09.2015 р.

м. Умань

Присутні:

Токар А. Ю. – заступник голови комісії, зав. кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, доктор с.-г. наук професор;

члени комісії:

Найченко В. М. – професор кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, доктор с.-г. наук;

Улянич О. І. – зав. кафедри овочівництва, доктор с.-г. наук, професор;

Осокіна Н. М. – зав. кафедри технології зберігання і переробки зерна, доктор с.-г. наук, професор;

Заморська І. Л. – доцент кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, кандидат с.-г. наук;

Мамелюк Н. С. – доцент кафедри прикладної інженерії, канд. пед. наук;

Харченко З. М. – ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів;

Миرونюк С. С. – ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів;

Волкова Т. В. – ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів;

Василишина О. В. – викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, канд. с.-г. наук;

Гайдай І. В. – викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, канд. техн. наук;

Матенчук Л. Ю. – ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів, канд. с.-г. наук, секретар дегустаційної комісії.

Порядок денний:

1. Дегустаційна оцінка круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти у кількості 50 г кожного зразка, представлених аспіранткою кафедри технології зберігання і переробки зерна Возіян В. В. Результати дегустаційної оцінки наведені в таблиці 1–4.





Таблиця 3

## Дегустаційна оцінка каші з крупи з пшениці спельти подрібненої

№ з/п	Крупа	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Консистенція під час розжовування	Загальна оцінка
1	№1	9	9	9	9	9	9
2	№2	9	9	9	9	9	9
3	№3	9	9	9	7	9	8,6

Таблиця 4

## Дегустаційна оцінка каші з крупи плющеної з пшениці спельти різних сортів і ліній

№ з/п	Назва сорту, лінії	Колір	Запах	Смак	Консистенція	Консистенція під час розжовування	Загальна оцінка
1	Зоря України (st)	9	9	9	9	7	8,6
2	Європа	9	9	9	9	7	8,6
3	NSS 6/01	9	9	9	7	7	8,2
4	Schwabenkorn	9	9	9	8	7	8,4
5	Австралійська 1	9	9	9	8	7	8,4
6	Frankenkorn	9	9	9	9	7	8,6
7	LPP 3218	9	9	9	7	7	8,2
8	LPP 1305	9	9	9	8	7	8,4
9	LPP 3132	9	9	9	9	9	9,0
10	LPP 3124	9	9	9	9	7	8,6
11	LPP 3435	7	9	9	9	7	8,2
12	LPP 1224	7	7	7	9	9	7,8
13	LPP 3117	9	5	7	9	9	7,8

Висновок. У результаті дегустаційної оцінки встановлено, що найкраща оцінка каші з крупи пшениці спельти № 1 та крупи плющеної за лущення зерна впродовж 120–180 с – 8,6–9,0 балів, загальна оцінка каші з крупи пшениці спельти подрібненої № 1 становить 9,0 балів, № 2 –9,0, № 3 –8,6 балів. Найвищу загальну оцінку каші з крупи плющеної отримано із зерна сортів Зоря України (st), Європа, Австралійська 1 і ліній LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124 LPP 3435 (8,2–9,0 балів).

Голова засідання

Секретар



А. Ю. Токар

Л. Ю. Матенчук

## Додаток Е

## Додаток Е.1

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

проректор з наукової та інноваційної

діяльності Уманського НУС

д. с.-г. н., професор

Карпенко В.П.

\_\_\_\_\_ 2017 р.

**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ**

з виробництва крупи з пшениці спельти № 1 і круп подрібнених № 1, 2, 3

Розроблено:

Професор кафедри технології зберігання

і переробки зерна, доктор с.-г. наук

Осокіна Н. М.

Доцент кафедри технології зберігання

і переробки зерна, к. с.-г. н.

Любич В. В.

Викладач кафедри технології зберігання

і переробки зерна

Возіян В. В.

Крупи виготовляють із постачальницького зерна пшениці спельти.

Крупи із пшениці спельти виробляють цілі та подрібнені. Залежно від технології виробництва та розміру крупинок їх поділяють на:

крупи з пшениці спельти № 1;

крупи з пшениці спельти подрібнені № 1, 2, 3.

Принципова технологічна схема по виробництву круп з пшениці спельти № 1 та круп подрібнених № 1,2,3 наведена в додатку 1.

Технологічна схема полягає у попередньому очищення зерна від грубих домішок на скальператорі (1). Після чого, для ведення контролю виробництва, зерно перед етапом основного очищення зважують на автоматичних вагах (3).

Очищення зерна пшениці спельти від домішок здійснюють із використанням традиційного зерноочищувального обладнання: сепаратора А1–БЛС (4), каменевідбірника РЗ–БКТ–100 (5), кукілевідбірника А9–УТО–6 (6) і вівсюговідбірника А9–УТК–6 (7).

Для очищення та лушення зерна відокремлюють дрібну фракцію – прохід сита 1,7×20 мм, яку спрямовують у відходи I і II категорії. Схід зерна зволожують в зволожувальній машині (8) до 15–16 % та відволожують в бункерах для відволожування (9) впродовж 30 хв.

Для досягнення індексу лушення зерна пшениці спельти – 11–13 %, використовують машину типу «Каскад» (11), що характеризується вищою ефективністю роботи та здатна за один прохід мати необхідний індекс лушення, характеристика лущильника наведена в табл. 1.

Таблиця 1

**Характеристика робочих органів лущильника «Каскад»**

Система	Частота обертів ротора об/хв	Витрата повітря аспіраційної мережі, м <sup>3</sup> /год	Кількість шліфувальних кругів, шт.	Індекс лушення, %
1	960–1420	500–1200	2–4	4,5
2	960–1420	500–1200	2–4	4,5

Після кожної системи проводять сепарування отриманого продукту через дуаспіратор (13). Перед аспіраційною мережею та машинами ударно-стиральної дії встановлюють магнітну колонку (10).

Після другої системи круп'яний продукт, за необхідності, сепарують на розсійнику (14) для отримання крупи № 1 і подрібнюють у вальцовому верстаті (17) та спрямовують на розсійник (14), де відбирають крупи подрібнені № 1, 2, 3. Подрібнення проводять у вальцовому верстаті, параметри якого вказані на рисунку 1.

Продукти після лушення та подрібнення провіюють і сортують за крупністю у розсійниках із застосуванням сит, наведених у табл. 2.

Таблиця 2

**Характеристика крупів з пшениці спельти № 1 та подрібнених № 1, 2, 3 за крупністю**

Номер крупів	Діаметри отворів двох суміжних пробивних сит, мм		Норма проходу та сходу двох суміжних сит, %, не менше
	прохід	схід	
Крупа з пшениці спельти № 1			
№ 1	4,0	2,5	80
Крупи з пшениці спельти подрібнені № 1, 2, 3			
№ 1	3,2	2,8	70
№ 2	2,8	2,2	70
№ 3	2,2	063	70

Контроль мучки кормової здійснюють на ситі з дротяної сітки № 063 з подальшим пропуском крізь магнітні сепаратори. Вміст частинок ядра (схід із сита № 063) у мучці кормовій не повинен перевищувати 5 % від її маси.

На операціях ситового контролю мучки кормової, лузги, відходів I–II категорії допускається застосування буратів, центрифугалів, крупосортувалок і розсійників.

Рекомендовані норми виходу крупів і відходів при переробці пшениці спельти наведені у табл. 3.

Таблиця 3

## Кількісний вихід круп'яних продуктів

Продукт переробки	Вихід, %	
	Крупа з пшениці спельти	Крупи подрібнені з пшениці спельти
Крупа № 1	84,6	9,9
Крупа № 2	–	50,8
Крупа № 3	–	17,7
Разом круп	84,6	78,4
Мучка кормова	8,4	14,6
Відходи I і II кат.	5,3	5,3
Механічні втрати	0,7	0,7
Усушка	1,0	1,0
Всього	100	100

Зовнішній вигляд круп з пшениці спельти повинен відповідати вимогам, указаним в табл. 4.

Таблиця 4

## Зовнішній вигляд круп з пшениці спельти

Номер круп	Характеристика
Крупа з пшениці спельти	
№ 1	Зерно пшениці спельти, яке частково звільнене від зародка, плодових і насінневих оболонок, шліфоване, подовженої та овальної форм із заокругленими кінцями
Крупи з пшениці спельти подрібнені	
№ 1	Частинки подрібненого зерна пшениці спельти, яке частково звільнене від зародка, плодових і насінневих оболонок, крупинки шліфовані, з незначною кількістю обробленого цілого щуплого зерна, що проходить через сито з отворами діаметром 3,2 мм
№ 2 і № 3	Частинки подрібненого зерна пшениці спельти, яке частково звільнене від зародка, плодових і насінневих оболонок, крупинки різної форми. Залежно від крупності поділяються на № 2 і № 3

Якість круп з пшениці спельти повинна відповідати вимогам наведеним в табл. 5.

Таблиця 5

**Показники якості крупи № 1 та круп подрібнених № 1, 2, 3 з пшениці  
спельти**

Колір	Кремовий, кремовий із сірим або білим відтінком
Запах	Властивий пшеничним крупам, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Властивий пшеничним крупам, без стороннього присмаку, не кислий, не гіркий
Вологість у %, не більше	14,0
Доброякісне ядро, %, не менше	99,2
Сміттева домішка, %, не більше	0,3
у тому числі:	
мінеральна,	0,05
Шкідлива домішка у тому числі:	0,05
гірчак повзучий, вязіль різнокольоровий (разом)	0,02
геліотроп опушеноплідний і триходесма сива	не допускається
Кукіль, %	0,1
Зіпсовані ядра, %, не більше	0,2
Оброблені зерна, % не більше	3,0
Металомагнітна домішка, мг на 1кг круп, не більше	3,0
Розмір окремих частинок у найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше	0,3
Маса окремих частинок, мг, не більше	0,4
Зараженість шкідниками хлібних запасів	не допускається

До домішок у крупах з пшениці спельти усіх видів і номерів відносять наведені в табл. 6.

Таблиця 6

## Характеристика домішок у пшеничних крупах

Найменування домішки	Характеристика
Смітна домішка: мінеральна	Пісок, руда, галька, частинки землі, наждаку і шлаку
органічна	Частинки квіткових плівок, стеблин, колосків, оболонки бур'янів, мертві шкідники хлібних запасів (жуки)
Шкідлива	Сажка, ріжки, гірчак повзучий, в'язіль різнокольоровий, термопсис ланцетний (мишатник)
Насіння бур'янів	Насіння усіх дикорослих і культурних рослин. Оброблені зерна жита і ячменю понад 3%. Необроблені зерна пшениці спельти – не закруглені, з частинками зародка.
Кукіль	Насіння куколю
Пошкоджені ядра	Загнилі, запліснявілі, обвуглені та інші зерна з явно зміненим (пошкодженим) кольором ендосперму
Мучка кормова	Прохід крізь сито з металотканної сітки №063 за ТУ 14-4-1374-86

Примітка. Обробленими зернами жита і ячменю вважаються зерна цих культур, які пройшли технологічну обробку разом з основною культурою – пшеницею спельтою, очишені від зародка і квіткових плівок (ячменю) і частково від плодових і насінневих оболонки.

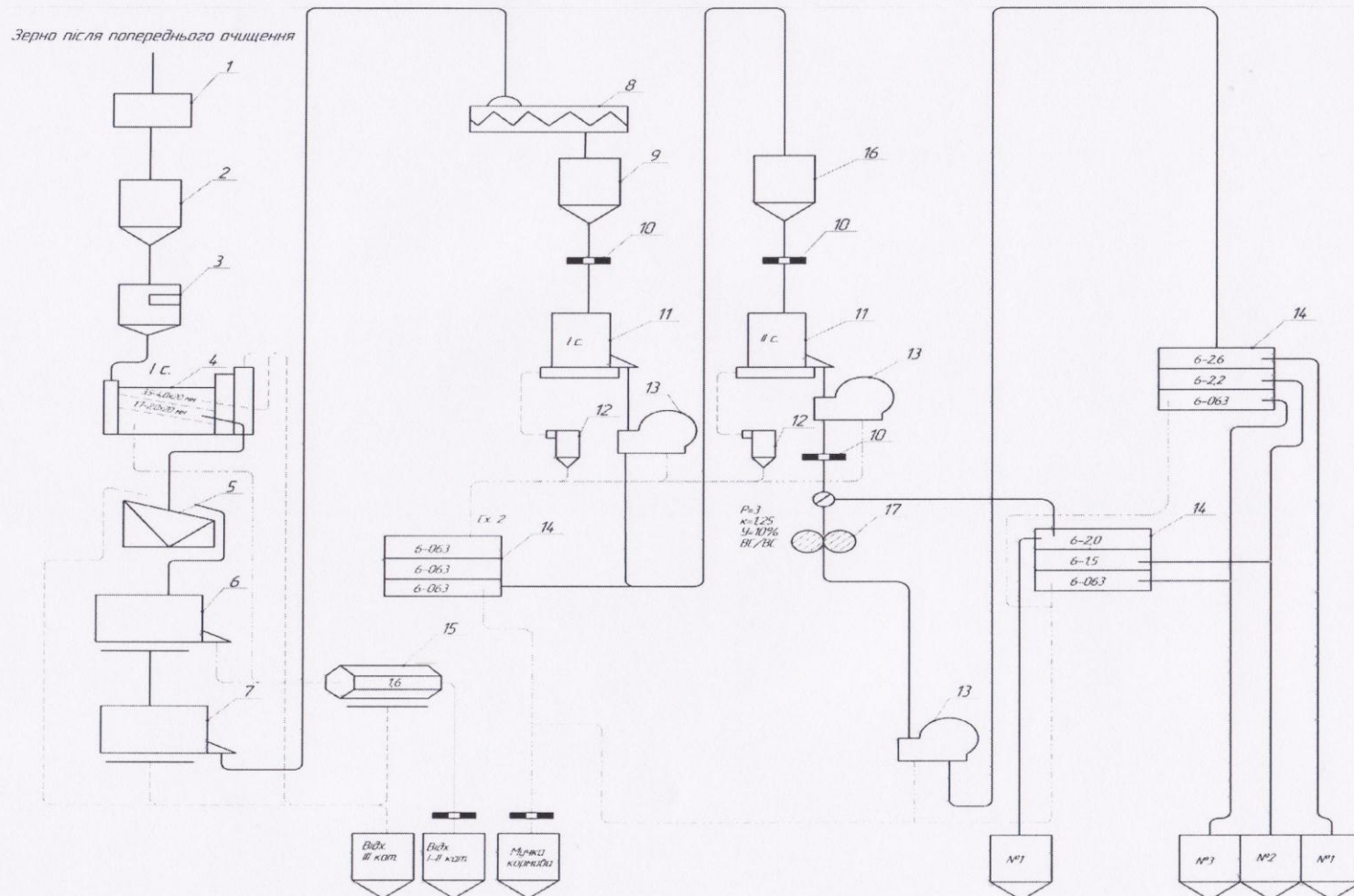


Рис. 1 Технологічна схема виробництва крупів з пшениці спелти №1 та подрібнених № 1, 2, 3



## Додаток Е.2

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

проректор з наукової та інноваційної

діяльності Уманського НУС

д. с.-г. н., професор

\_\_\_\_\_ Карпенко В. П.

«березня» \_\_\_\_\_ 2017 р.**ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ**

з виробництва крупи плющеної з пшениці спельти

Розроблено:

Професор кафедри технології зберігання

і переробки зерна, доктор с.-г. наук

Осокіна Н. М. Осокіна Н. М.

Доцент кафедри технології зберігання

і переробки зерна, к. с.-г. н.

Любич В. В. Любич В. В.

Викладач кафедри технології зберігання

і переробки зерна

Возіян В. В. Возіян В. В.

Принципова технологічна схема по виробництву крупи плющеної з пшениці спельти наведена на рисунку 1.

Крупи плющені з пшениці спельти виробляють з крупи з пшениці спельти № 1.

Основні технологічні етапи одержання крупи плющеної: зважування і контрольне просіювання сировини, зволоження, відволоження, пропарювання вологої крупи, плющення, висушування плющеної крупи, її просіювання, магнітний контроль, фасування і пакування.

Контрольне просіювання сировини здійснюють у розсійниках або крупосортувальних машинах для забезпечення високої вирівняності крупи за розмірами. Рекомендовані розміри отворів сит для контрольного просіювання становлять прохід сита  $\varnothing$  3,5, схід сита  $\varnothing$  3,0, ступінь вирівняння крупи, %, не менше 85 %.

Відсортовану крупу завантажують в бункер.

Пропарювання круп проводять в шнекових пропарниках безперервної дії за тиску пари 0,1–0,15 МПа та експозиції пропарювання 5 хв. Вологість крупи після пропарювання – 20–23 %. Плющення крупи проводять в плющильних або вальцових верстатах за встановлення диференціалу 1:1. При використанні вальцових верстатів встановлюють такий режим роботи: кількість рифлів – 10 на 1 см; ухил – 8 %, розташування рифлів сп/сп.

Плющену крупу висушують до вологості не більше 14%.

Висушену плющену крупу піддають ситовому контролю з використанням сит для проходу  $\varnothing$  5,5 мм, для сходу 3,5 мм.

При сортуванні крупи плющеної відбирають утворені під час сушіння грудочки злиплих крупинок (схід із сита з крупними отворами), а також дрібні частинки зруйнованих крупинок і мучку кормову (прохід сходового сита).

Після просіювання, готову крупу подають на фасування і пакування в пачки масою 0,5–1,0 кг.

Режим роботи транспортного обладнання повинен бути таким, щоб не спричинив руйнування плющених круп.

Вихід крупи плющеної з пшениці спельти стосовно до маси, яка надходить, повинен становити не менше 92 %.

Крупа плющена з пшениці спельти повинна відповідати вимогам наведеним у табл. 1.

Таблиця 1

## Показники якості крупи плющеної з пшениці спельти

Зовнішній вигляд	Овальні або круглі з нерівними краями «перепічки», які мають з обох сторін відтиск рифлів або гладку поверхню
Колір	Білий, з жовтуватим відтінком
Запах	Властивий нормальним пшеничним крупам, без пліснявого, затхлого та інших сторонніх запахів
Смак	Властивий нормальним пшеничним крупам, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий
Вологість у %, не більше	14,0
Вміст сміттєвих домішок, %, не більше	0,3
у тому числі:	
а) мінеральних,	0,05
б) шкідливих	0,05
у числі шкідливих домішок:	
гірчака повзучого і вязелю різнокольорового (разом) насіння геліотропа опушеноплідного і триходесми сивої	0,02
в) кукілю	не допускається 0,1
Вміст лому і мучки кормової, %, не більше	8,0
Зараженість шкідниками хлібних запасів	не допускається
Вміст металомангнітної домішки на 1 кг круп, мг, не більше	3,0
Розварюваність, хв	20

Примітки: 1. Величина окремих частинок металомангнітних домішок у найбільшому лінійному вимірі не повинна перевищувати 0,3 мм, а маса окремих крупинок руди і шлаку – не більше 0,4 кг кожна. 2. Показник розварюваності – гарантійний.

Характеристика домішок у крупі плющеної з пшениці спельти вказана у табл. 2.

Таблиця 2

## Найменування і характеристика домішок у крупах плющених

Найменування домішок	Характеристика
Сміттева: мінеральна	Частинки землі, пісок, галька, частинки руди, наджаку, шлаку та інших домішок мінерального походження
органічна	Частинки квіткових плівок, стеблин, оболонки
Сміттеве насіння	Насіння всіх дикорослих і культурних
Зіпсовані крупинки	Загнилі, запліснявілі, обвуглені, всі з явно зміненим (зіпсованим) кольором ендосперму
Шкідливих домішок	Сажка, ріжки, гірчак повзучий, в'язіль різнокольоровий, термopsis ланцетний (мишатник)
Лом і мучка кормова	Прохід крізь сито з отворами $\varnothing 3,0$ мм

Гарантійний термін зберігання крупи плющеної з пшениці спельти (з дня фасування) – 9 місяців.

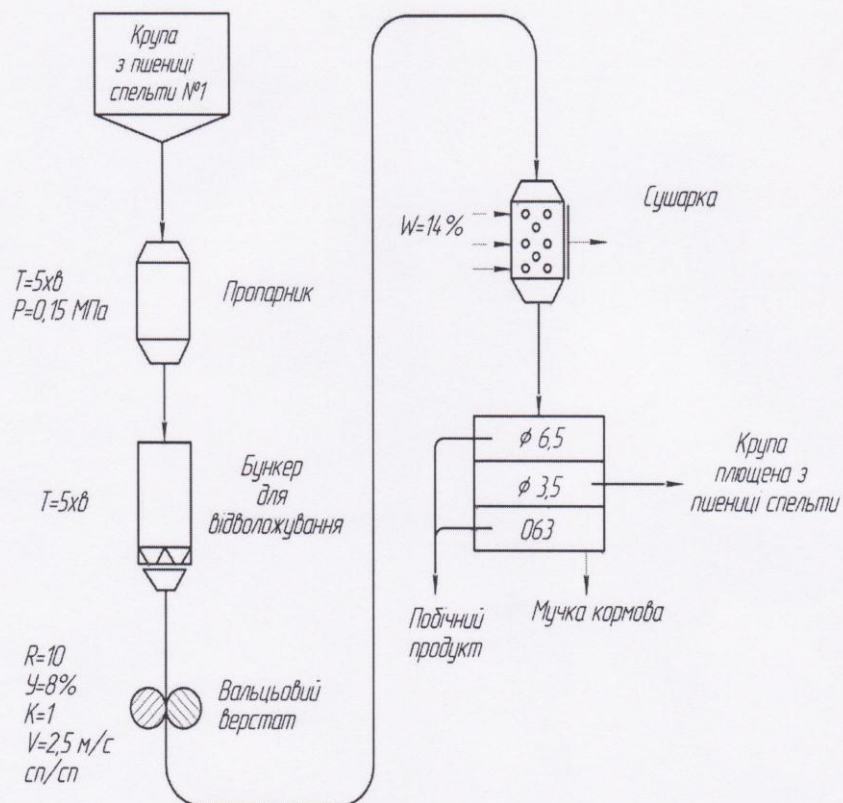


Рис. 1 Технологічна схема виробництва крупи плющеної з пшениці спельти

## Додаток Ж

## Додаток Ж.1

Загальні капітальні витрати на впровадження розроблених технологій  
виробництва круп

Назва витрат	Крупа	
	подрібнена № 1, 2, 3	плющена
Вартість устаткування за гуртовими цінами підприємства-виробника, грн	3 580 000	2 320 000
Витрати на запчастини (2 %), грн	71 604	46 400
Витрати на комплектацію (0,7 %), грн	25 061	16 240
Витрати на заготівельно-складські роботи (1,2 %), грн	42 962	27 840
Витрати на транспортування (5 %), грн	179 010	116 000
Інші витрати (5 %), грн	179 010	116 000
Всього	4 077 647	2 642 480

## Додаток Ж.2

## Норми виходу круп'яних продуктів за розроблених технологій виробництва

Асортимент	Норма виходу, %	
Крупа плющена	–	92,0
Крупа подрібнена		
№ 1	9,9	–
№ 2	50,8	–
№ 3	17,7	–
Мучка кормова	14,6	2,7
Відходи I і II категорій	5,3	4,4

## Додаток Ж.3

## Розрахунок вартості допоміжних матеріалів

Найменування допоміжних матеріалів	Витрати на 1 т зерна, шт.	Вартість одиниці допоміжних матеріалів, грн	Сума, грн
Пакети для фасування круп подрібнених № 1, 2, 3	784	0,5	493 920
Мішки для фасування мучки кормової	4	2,0	20 160
Всього			514 080
Пакети для фасування круп плющених	920	0,5	579 600
Мішки для фасування мучки кормової	1	2,0	2520
Всього			582 120

## Додаток Ж.4

## Розрахунок потреби енергії по видах

Крупа	Обсяг переробки, т/добу	Вид енергії	Норма витрат на 1 т зерна	Витрати на річний обсяг	Вартість одиниці, грн	Сума, грн
Подрібнена № 1, 2, 3	4	вода	3 м <sup>3</sup>	3780 м <sup>3</sup>	11	41 580
	4	електроенергія	100 кВт	126000 кВт	2	252 000
Плющена	4	вода	5 м <sup>3</sup>	6300 м <sup>3</sup>	11	69 300
	4	електроенергія	120 кВт	151200 кВт	2	302 400

## Додаток Ж.5

## Штатний розпис персоналу

Посада	Кількість осіб	Місячний посадовий оклад, грн	Фонд заробітної плати за рік, грн.
Директор	1	6000	72 000
Бухгалтер	1	4000	48 000
Інженер-технолог	1	5000	60 000
Інженер-механік	1	5000	48 000
Завідувач лабораторією	1	4000	48 000
Завідувач складом сировини	1	4000	48 000
Завідувач складом готової продукції	1	4000	48 000
Прибиральниця	1	3200	38 400
Всього	7		410 400

## Додаток Ж.6

## Зведена штатна відомість

Категорії працюючих	Чисельність осіб	Річний фонд оплати праці, грн
Промислово виробничий персонал, осіб	12	460 800
Адміністративно-управлінський персонал, осіб	8	410 400
Разом	24	871 200

## Додаток Ж.7

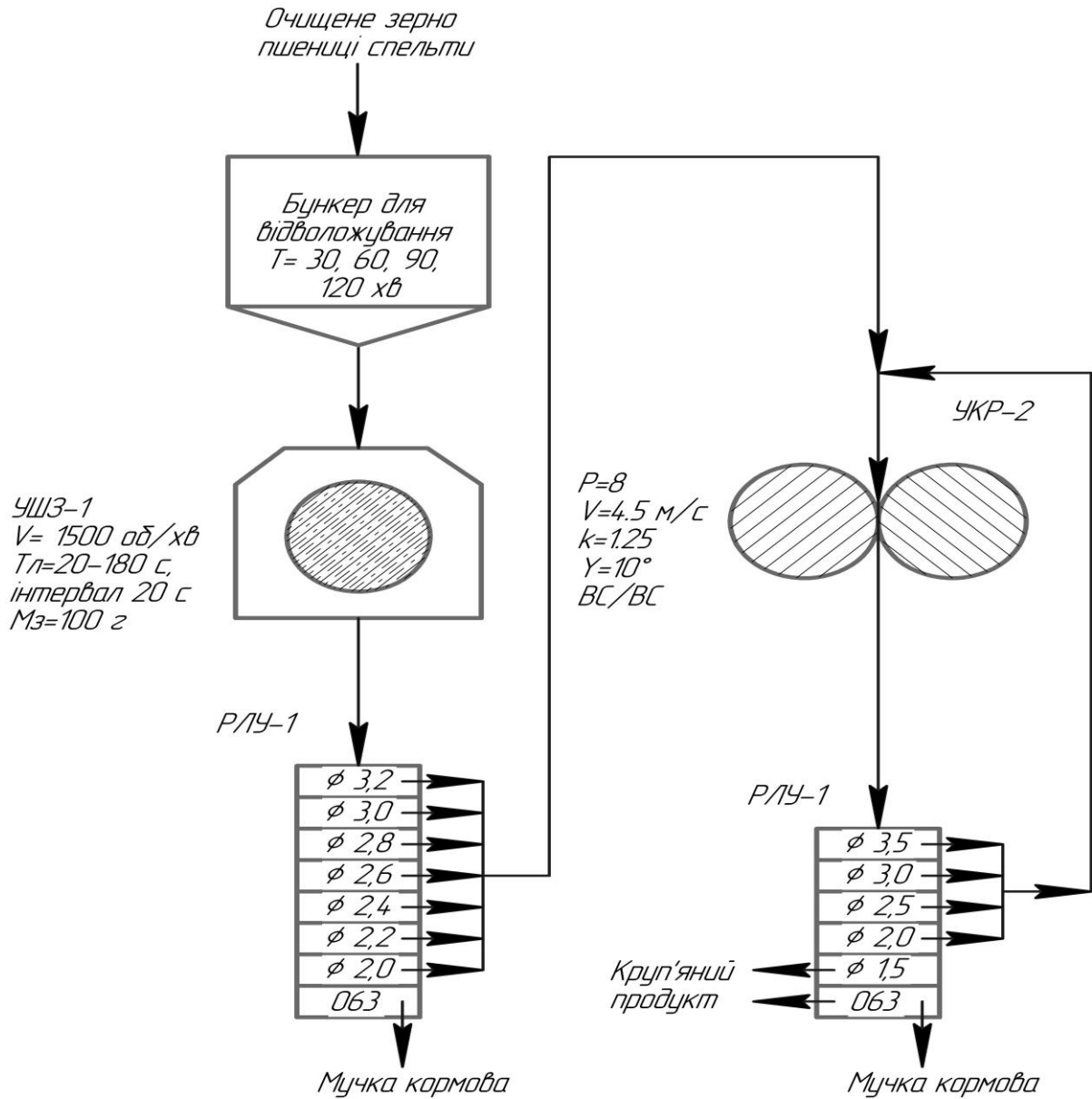
## Відрахування на утримання основних засобів

Крупа	Вартість обладнання, грн	Амортизація		Поточний ремонт		Витрати разом, грн
		%	грн	%	грн	
Подрібнена № 1, 2, 3	3 580 200	15	537 030	10	358 020	895 050
Плющена	2 320 000	15	348 000	10	232 000	671 000

## Додаток 3

## Додаток 3.1

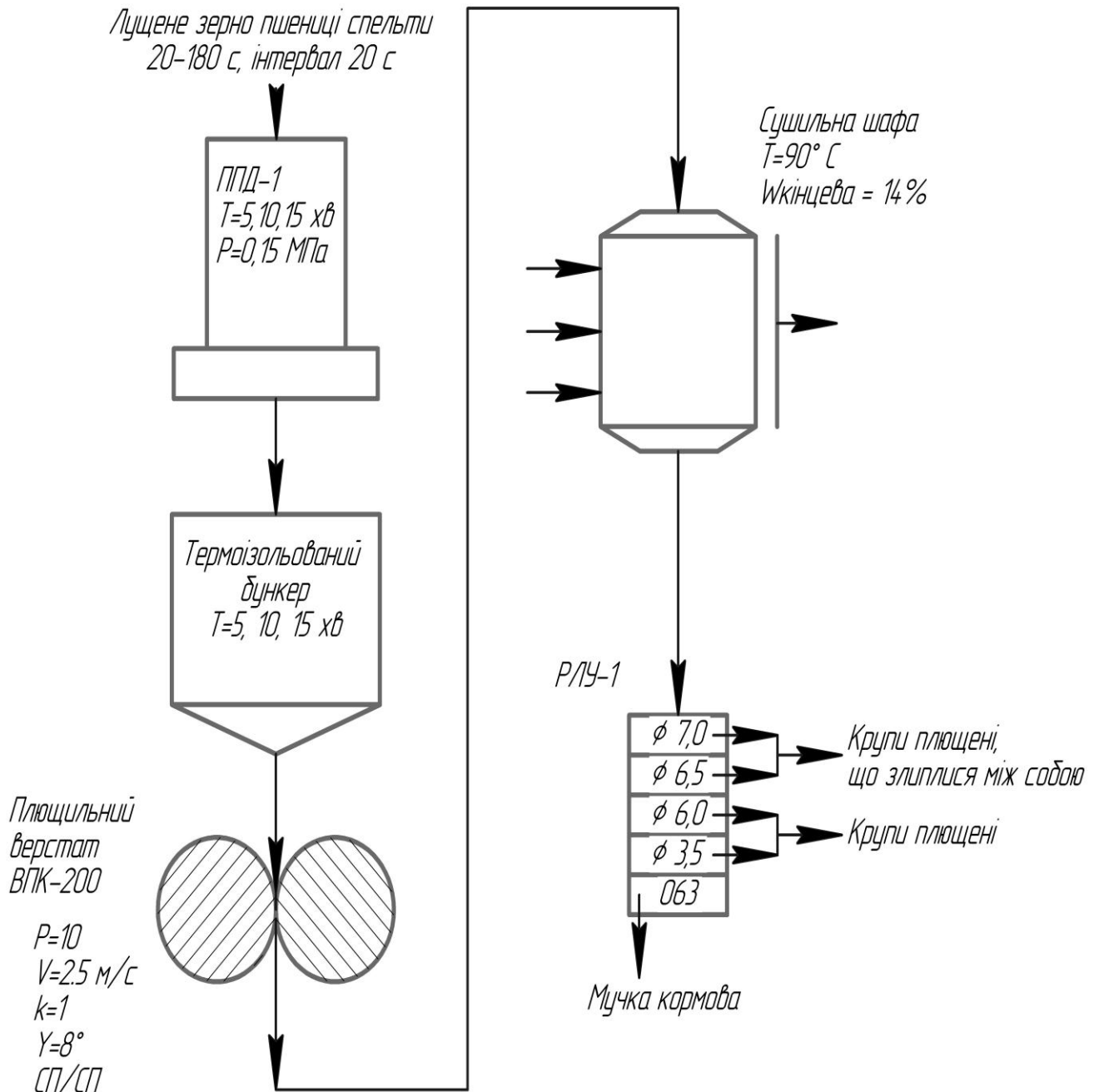
Технологічна схема виробництва круп з пшениці спельти подрібнених у лабораторних умовах





## Додаток 3.2

Технологічна схема виробництва крупи плющеної з пшениці спельти в лабораторних умовах



## Додаток 3.3

## Кулінарна оцінка крупи із зерна тритикале і пшениці

Показник	Бал				
	9	7	5	3	1
Запах	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній, злегка змінений	нетиповий, з сильно вираженим стороннім запахом
Колір	світло-кремовий з жовтим відтінком або без нього	злегка темніший або світліший, кремовий	кремовий з світло-коричневим відтінком	коричневий, світло сірий	темно коричневий або темно сірий
Смак	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній	нетиповий, з сильно вираженим стороннім смаком
Консистенція	розсипчаста	слабо розсипчаста (липка)	слабо розсипчаста, грудкувата	не розсипчаста	неоднорідна, водява, липка
Консистенція каші під час розжовування	дуже ніжна, добре розжовується без хрусту	досить ніжна, добре розжовується, без хрусту	жорсткувата, трохи утворює грудки, з слабким хрустом	жорстка, грудкувата з хрустом	дуже грудкувата, з сильним хрустом, сильно жорстка

Додаток К  
Додаток К.1

**«ПОГОДЖЕНО»**  
Завідувач навчально-виробничим  
відділом УНУС  
Длугоборський Р. В.  
«26» травня 2016 р.

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Ректор Уманського національного  
університету садівництва  
Непобитенко О. О.  
«26» травня 2016 р.

**АКТ  
ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

**Замовник** – навчально-науково-виробничий відділ УНУС.

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи Возіян В. В. за темою «Розробка технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в круп'яному цеху на комплексі УКР-2.

1. **Вид запровадження** – застосування технології виробництва крупи із зерна пшениці спельти подрібненої.

2. **Характеристика масштабів впровадження** – виробництво крупи із зерна пшениці спельти подрібненої в кількості 1,6 т.

3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено технологію виробництва крупи із пшениці спельти подрібненої, що передбачає очищення зерна від домішок, зволоження до 15,0–15,5 %-ї вологості, відволоження впродовж 30 хв, лущення на двох луцильно-шліфувальних системах з індексом лущіння 11–13 % і подрібнення з наступним сепаруванням продукту.

4. **Економічна ефективність** – 1457 грн/т у цінах 2016 р.

5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – використання в зернопереробній промисловості нових сортів зерна пшениці спельти вітчизняного виробництва та розширення асортименту круп'яних продуктів.

Від Уманського національного  
університету садівництва  
відповідальні за впровадження

Возіян В. В.  
«24» травня 2016 р.

Від навчально-виробничого  
відділу відповідальний  
за впровадження  
зав. відділом рослинництва:

Дзьонь В. І.  
«24» травня 2016 р.

## Додаток К.2

«ПОГОДЖЕНО»

Ректор Уманського національного  
університету садівництва

Непочатенко О.О.

\_\_\_\_\_ 2016 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ПрАТ «Лебединський  
насінневий завод»

Ткаченко А.М.

« 9 » \_\_\_\_\_ 2016 р.



### АКТ ВВРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – ПРАТ «Лебединський насінневий завод».

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи Возіян В. В. за темою «Розробка технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено у технологічному процесі насінневого заводу.

1. **Вид запровадження** – застосування технології очищення зерна пшениці спельти та виробництва крупи з пшениці спельти №1.

2. **Характеристика масштабів впровадження** – очищення зерна пшениці спельти та виробництво дослідно-промислових партій крупи з пшениці спельти №1 кількістю 1,2 т.

3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено технологію виробництва крупи з пшениці спельти №1, що передбачає очищення від домішок, лушення, відділення плівок від зерна на сепараторі, трієрі та зволоження до 15,0–15,5 % вологості, відволоження впродовж 30 хв, лушення на двох лушильно-шліфувальних системах з індексом лушіння 11–13 % із сепаруванням отриманого продукту з використанням аспірація після кожної системи лушіння.

4. **Економічна ефективність** – 1212 грн/т у цінах 2016 р.

5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – використання в зернопереробній промисловості нових сортів зерна пшениці спельти вітчизняного виробництва, розширення асортименту круп'яних продуктів.

Від Уманського національного  
університету садівництва  
відповідальні за впровадження

Возіян В. В.

« 7 » \_\_\_\_\_ 2016 р.

Від ПрАТ «Лебединський  
насінневий завод» відповідальний  
за впровадження

інженер-технолог



Довгун Р.В.

бухгалтер:

Кулик Н.С.

« 9 » \_\_\_\_\_ 2016 р.

## Додаток К.3

«ПОГОДЖЕНО»  
Ректор Уманського національного університету садівництва  
Непочатенко О.О.  
«12» листопада 2016 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Директор ТОВ «Надія»  
Кіфо В.О.  
«14» листопада 2016 р.





АКТ  
ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – ТОВ «Надія».

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи Возіян В. В. за темою «Розробка технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено у технологічному процесі круп'яного заводу.

1. **Вид запровадження** – застосування технології виробництва крупки плющеної із зерна пшениці спельти.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – виробництво крупки плющеної із зерна пшениці спельти кількістю 1,4 т.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено технологію виробництва крупки плющеної із пшениці спельти, що включає пропарювання зерна з індексом лушіння 11–13 % упродовж 5–10 хв за тиску насиченої пари 0,15 МПа та його відволожування впродовж 5 хв. Крупку плющену сушать до вологості не вище 14 % і просіюють на розсіві.
4. **Економічна ефективність** – 1625 грн/т у цінах 2016 р.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – використання в зернопереробній промисловості нових сортів зерна пшениці спельти вітчизняного виробництва, розширення асортименту круп'яних продуктів.

Від Уманського національного університету садівництва  
відповідальні за впровадження

  
Возіян В. В.  
«12» листопада 2016 р.

Від ТОВ «Надія»  
відповідальний за впровадження  
головний інженер :

  
Бурковецький О. І.  
головний бухгалтер  
Рушай Є.І.  
«14» листопада 2016 р.



## Додаток К.4



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

вул. Інститутська, 1 м. Умань, Черкаська обл., 20305  
 тел.: (04744) 4-69-89, 3-20-11 Факс: (04744) 3-20-41, 3-53-18  
 E-mail: [udau@udau.edu.ua](mailto:udau@udau.edu.ua) Web: [www.udau.edu.ua](http://www.udau.edu.ua) КОД ЄДРПОУ 00493787

«01» 11. 2016 № 20-06/1043

На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Про впровадження результатів  
 науково-дослідної  
 роботи у навчальний процес

## Довідка

Видана викладачу кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва Возіян В. В. в тому, що результати її науково-дослідної роботи за темою «Розробка технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти» впроваджено в навчальний процес курсів «Проектування підприємств галузі», «Оптимізація техніко-технологічних об'єктів» для студентів четвертого та п'ятого курсу інженерно-технологічного факультету.

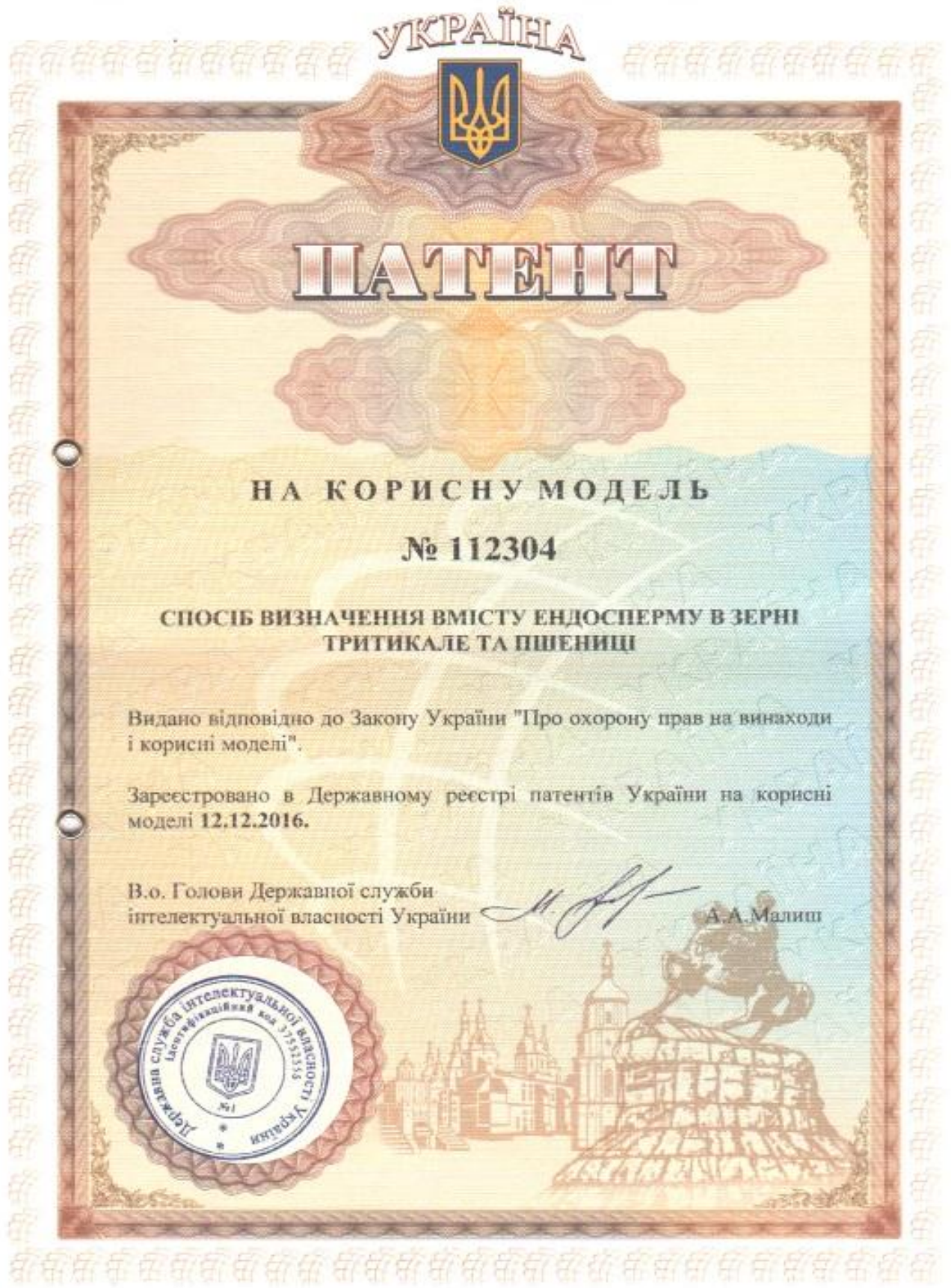
Перший проректор



І. І. Мостов'як

Додаток Л

Додаток Л.1





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112304** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01N 33/02** (2006.01)

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2016 06341</b> (22) Дата подання заявки: <b>10.06.2016</b> (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>12.12.2016</b> (46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.12.2016, Бюл.№ 23</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Господаренко Григорій Миколайович (UA), Любич Віталій Володимирович (UA), Полянецька Ірина Олегівна (UA), Воробйова Наталія Василівна (UA), Новіков Володимир Вікторович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20306 (UA)</b></p>
---	---

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЕНДОСПЕРМУ В ЗЕРНІ ТРИТИКАЛЕ ТА ПШЕНИЦІ****(57) Реферат:**

Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці включає виділення двох проб зерна по 10-20 шт., висушування до постійної маси за температури 105 °С, стерилізацію розчином  $KMnO_4$  або 5 % розчином  $NaClO$ , або  $Ca(ClO)_2$ , або 0,1 % сулеми, витримування в чашках Петрі впродовж 3-4 год. за температури 45 °С, видалення зародку, повторне висушування за температури 105 °С, розтирання в ступці. Тонкорозтертий шрот на ситі відразу промивають легким струменем кип'яченої води температурою 95-105 °С.

**UA 112304 U**



Додаток Л.2

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 104152

СПОСІБ КУЛІНАРНОЇ ОЦІНКИ КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ  
ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 12.01.2016.

Голова Державної служби  
інтелектуальної власності України

А.Г. Жарінова





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104152** (13) **U**  
(51) МПК  
**A23L 1/10** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2015 07630</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>30.07.2015</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>12.01.2016</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.01.2016, Бюл.№ 1</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Господаренко Григорій Миколайович (UA), Любич Віталій Володимирович (UA), Полянецька Ірина Олегівна (UA), Новіков Володимир Вікторович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, п/в Софіївка, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)</b></p>
---	---

## (54) СПОСІБ КУЛІНАРНОЇ ОЦІНКИ КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ

### (57) Реферат:

Спосіб визначення кулінарних властивостей круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці включає варіння крупи масою 50 г у спеціальному циліндрі на електроводяній бані з додаванням 150 см<sup>3</sup> водопровідної води. При цьому оцінювання проводять за градаціями, розробленими для тритикале і пшениці з додатковим визначенням консистенції під час розжовування.

## Додаток Л.3





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115355** (13) **U**  
(51) МПК (2017.01)  
**A23L 7/00**

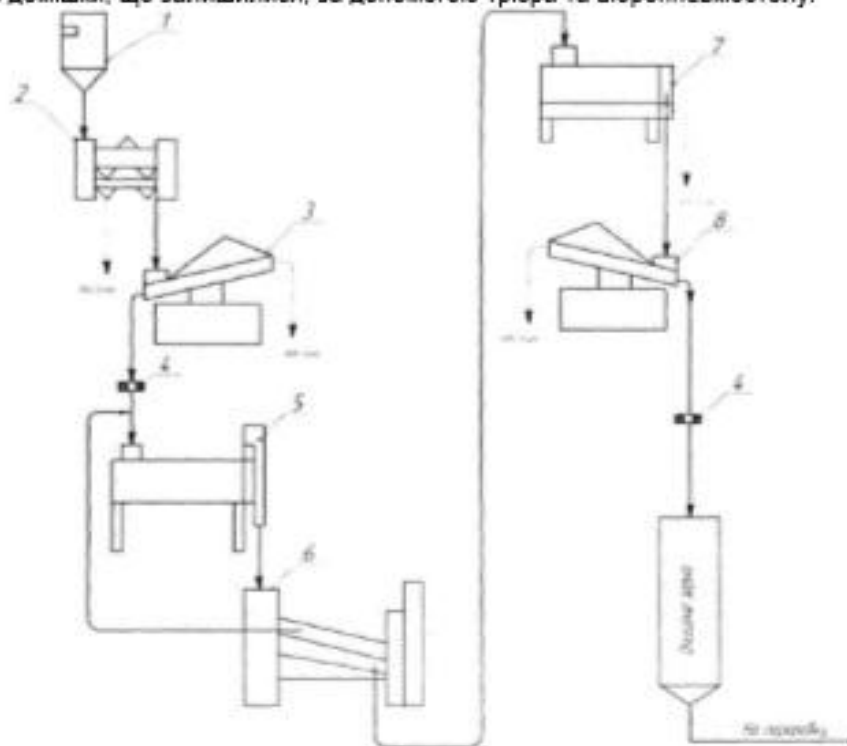
**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: <b>u 2016 11499</b>	(72) Винахідник(и): <b>Любич Віталій Володимирович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA), Довгун Руслан Володимирович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>14.11.2016</b>	(73) Власник(и): <b>УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.04.2017</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.04.2017, Бюл. № 7</b>	

**(54) СПОСІБ ВІДОКРЕМЛЕННЯ ПЛІВОК ВІД ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ**

**(57) Реферат.**

Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти, за яким зерно очищають на бураті, каменевідбірнику, луцять на луцильнику, очищають в повітряно-ситовому сепараторі, потім видаляють домішки, що залишилися, за допомогою тріера та вібропневмостолу.



Додаток Л.4





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115198** (13) **U**  
(51) МПК (2017.01)  
**A23L 7/00**

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: <b>u 2016 10000</b>	(72) Винахідник(и): <b>Любич Віталій Володимирович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>30.09.2016</b>	(73) Власник(и): <b>УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.04.2017</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.04.2017, Бюл.№ 7</b>	

**(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ КРУПИ ЦІЛОЇ ЗІ СПЕЛЬТИ**

**(57) Реферат:**

Спосіб отримання крупи цілої зі спельти включає лущення та зволоження зерна. Зерно зволожують до вологості 15-15,5 % та відволожують впродовж 30 хв. Лущать на двох лущильно-шліфувальних системах з індексом лушіння 11-13 % із сепаруванням отриманого продукту з використанням аспіратора після кожної системи лушіння.

**UA 115198 U**

Додаток Л.5



(11) **115765**(19) **UA**(51) **МПК (2017.01)  
A23L 7/00**

(21) Номер заявки:	<b>u 2016 11569</b>	(72) Винахідники: <b>Любич Віталій Володимирович, UA, Возіян Валерія Валеріївна, UA</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>16.11.2016</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	<b>25.04.2017</b>	
(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня:	<b>25.04.2017, Бюл. № 8</b>	(73) Власник: <b>УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, UA</b>

(54) Назва корисної моделі:

**СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА КРУПИ ПЛЮЩЕНОЇ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ**

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти, який полягає в тому, що цілу крупу з індексом лущення 11-13 % пропарюють упродовж 5 хв. за тиску пари 0,15 МПа та темперують у термоізолюваному бункері впродовж 5 хв. з підсушуванням готового продукту до вологості 14 % і охолодженням з наступним просіюванням на розсіві.



## Додаток М

**СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

*Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:*

1. Осокіна Н. М., Возіян В. В. Врожайність та технологічні властивості зерна спельти // Збірник наукових праць УНУС. Умань. 2015. № 1 (87). С. 149–157.
2. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В., Петренко В. В. Борошномельні показники якості зерна спельти залежно від сорту // Вісник ЖНАЕУ. Житомир. 2015. № 2 (50), т.1. С. 296–305.
3. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від вуглеводно-амілазного комплексу // Збірник наукових праць «Агробіологія». Біла Церква. 2015. № 2 (121). С. 57–61.
4. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Енергетична оцінка зерна пшениці спельти залежно від сорту // Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2015. № 81. С. 116–120.
5. Liubych V., Voziiian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties // Episteme czasopismo naukowo–kulturalne. Krakow. 2016. Nr 30. tom II. P. 111–122.
6. Осокіна Н., Любич В., Возіян В. Вихід і якість крупи із зерна пшениці спельти залежно від індексу луцення // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Nitra. 2016. № 1. С. 341–345.
7. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід і якість крупи плющеної з пшениці спельти залежно від елементів технології переробки // Збірник наукових праць УНУС. Умань. Вип. 90. 2017. С.91–98.
8. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Фізичні показники якості зерна спельти залежно від сорту // Хранение и переработка зерна: научно-практический журнал. 2015. № 5 (193). С. 45–49.
9. Любич В. В., Возіян В. В. Кулінарна оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // Зернові продукти і комбікорми. № 2 (58). 2015. С. 14–18.

10. Osokina N., Liubych V., Voziyan V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on yield and its quality of cereal // Ukrainian Journal of Food Science. Kyiv. 2015. № 1 (3). P. 23–32.

11. Возіян В. В. Ефективність переробки зерна спельти в крупу // Зернові продукти і комбікорми. № 4 (60). 2015. С. 29–32.

12. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Геометрична характеристика зерна спельти залежно від сорту // Наукові праці НУХТ. Київ. 2016. № 1 (22). С. 201–209.

*Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

13. Возіян В. Фракционный состав белка спельты в зависимости от сорта // Перспективні напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Тернопіль. 18–19 вересня 2014 р. Випуск IV. С. 15–17. (Форма участі – очна).

14. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Содержание белка и клейковины в зерне спельты в зависимости от сорта // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ: НУХТ. 13–16 жовтня 2014 р. С. 193. (Форма участі – заочна).

15. Возіян В. В. Якість зерна спельти залежно від сорту // Рослинний світ України: нетрадиційні і рідкісні види у наукових дослідженнях та господарсько-практичній діяльності: матеріали Всеукр. наук.-практ. сем. Крути: ДС «Маяк» ІОБ НААН. 27 березня 2015 р. С. 24–28. (Форма участі – очна).

16. Любич В. В., Возіян В. В. Органолептична оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса. 29 квітня 2015 р. С. 378–379. (Форма участі – заочна).

17. Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Proteins fractions in grain of spelt wheat depending on the variety // Стратегія збалансованого використання економічного, технологічного та ресурсного потенціалу країни:

матеріали Міжн. наук.-прак. інт.-конф. Кам'янець–Подільський. 4–5 червня 2015 р. С. 41–43. (Форма участі – заочна).

18. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хімічний склад зерна спельти залежно від сорту // Scientific proceedings of their ternational network AgroBioNet of the institution and researcher of international research, education and development programme «Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality». Nitra, 20–22 серпня 2015 р. С. 450–454. (Форма участі – заочна).

19. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід цілої крупи із зерна спельти залежно від його зволоження та тривалості відволоження // Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Одеса: ОНАХТ. 16–17 вересня 2015 р. С. 7–18. (Форма участі – заочна).

20. Любич В. В., Возіян В. В. Склоподібність зерна спельти залежно від сорту // Аграрна наука: розвиток і перспективи: матеріали Міжн. наук.-прак. інт.-конф. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ. 5 жовтня 2015 р. С. 8–9. (Форма участі – заочна).

21. Любич В. В., Возіян В. В. Оценка зерна спельты по основным физическим показателям качества // Агротехнологии XXI века: материалы Всерос. научн.-практ. конф. с международным участием. Пермь. 11–13 октября 2015 р. С. 221–226. (Форма участі – заочна).

22. Любич В. В., Возіян В. В. Влияние степени шелушения зерна спельты на выход крупы и ее качество // Развитие биотехнологических и постгеномных технология для оценки качества с/х сырья и создания продуктов здорового питания: 18-ая Межд. научн.-практ. конф., посвященная памяти В. М. Горбатова. Москва. 9–10 декабря 2015 г. С. 306–309. (Форма участі – заочна).

23. Liubych V., Voziian V. Cereal properties of spelt wheat grains depending on the variety // 5th International conference for young researchers «Multidirectional research in agriculture, forestry and technology». Krakow. 16–17 april 2016. P. 72. (Форма участі – очна).

24. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив вологості та тривалості відволоження на вихід цілої крупи із зерна спельти // матеріали Всеукр. наук.

конф. молодих учених «Актуальні проблеми садівництва в сучасній аграрній науці». Умань. 10 травня 2016 р. С. 150–151. (Форма участі – заочна).

25. Любич В. В., Возіян В. В. Натура зерна спельти // Селекція, генетика та технології вирощування с-г культур: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів. Центральне. 21 квітня 2016 р. С. 72. (Форма участі – заочна).

26. Возіян В. В. Лінійні розміри зерна спельти залежно від сорту // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань 26–27 травня 2016 р. С. 68–69. (Форма участі – заочна).

27. Любич В. В., Возіян В. В. Вміст та якість клейковини в зерні спельти // Розвиток аграрної науки у XXI сторіччі: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Миколаїв. 1 червня 2016 р. 2016. С. 2. (Форма участі – заочна).

28. Возіян В. В., Авсейцев Р. В., Любич В. В. Характеристика зерна пшениці спельти за вмістом амінокислот // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 4–5 червня 2016 р. С. 156–157. (Форма участі – заочна).

29. Возіян В. В., Улянич І. Ф. Економічна ефективність виробництва круп із пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3 та крупи плющеної з пшениці спельти // Селекція, генетика та технології вирощування с-г культу: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів. Центральне. 21 квітня 2017 р. С. 26. (Форма участі – заочна).

*Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:*

30. Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці: пат. 104152 Україна, МПК А23L 1/10 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № u 2015 07630; заявл. 30.07.2015., чинний з 12.01.2016, Бюл. № 1.

31. Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці: пат. 112304 Україна, МПК G01N 33/02 / Господаренко Г. М., Любич В. В.,

Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 06341; заявл. 10.06.2016., чинний з 12.12.2016, Бюл. № 23.

32. Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти: пат. 115355 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В., Довгун Р. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 11499; заявл. 14.11.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.

33. Спосіб отримання крупи цілої зі спельти: пат. 115198 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 10000; заявл. 30.09.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.

34. Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти: Пат. 115765 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № у 2016 11569; заявл. 16.11.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.