

Уманський національний університет садівництва
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЛЮБИЧ ВІТАЛІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК664.64.016:664.71–11+664.76

ДИСЕРТАЦІЯ
ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА
ПШЕНИЦЬ І ПРОДУКТІВ ЙОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ

06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва

20 – аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук

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

_____ В. В. Любич

Науковий консультант – Господаренко Григорій Миколайович, доктор сільськогосподарських наук, професор

Умань – 2018

АНОТАЦІЯ

Любич В. В. Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва. Уманський національний університет садівництва, Умань, 2018.

У дисертації представлено результати дослідження хіміко-технологічних властивостей зерна пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська), якості продуктів його перероблення залежно від умов вирощування та технологічних параметрів.

Встановлено, що вміст білка в зерні районованих у Лісостепу сортів пшениці м'якої змінюється в широкому діапазоні – від 10,9 % до 18,6 %. За цим показником перевагу має зерно ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., оскільки вміст білка в них на 23–58 % вищий порівняно зі стандартом (сорт Подолянка – 13,3 %). Цей показник у зерні лінії Уманчанка – 14,6 %, а в зерні лінії Ефіопська 1 – 20,3 %. Вміст білка залежить від погодних умов у період досягання зернівок та ураження рослин збудниками листових хвороб. Найкраще збалансований вміст амінокислот має зерно ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., та інтрогресивних ліній.

У середньому за п'ять років досліджень вміст клейковини у зерні сортів пшениці м'якої, районованих у зоні Лісостепу, від 22,6 % до 40,6 %, а в зерні ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – від 34,6 % до 44,9 %. Проте найвищу антиоксидантну активність має зерно пшениці м'якої сорту Чорноброва та лінії пшениці ефіопської з фіолетовим забарвленням зернівок – 70,2–71,3 %.

Вміст білка в зерні пшениці спельти також змінюється в широкому діапазоні: від 12,6 % до 21,1 % у сортів і від 12,0 % до 19,5 % у ліній. Встановлено, що збільшення висоти рослин істотно підвищує вміст білка в зерні. Біологічна цінність зерна сортів і ліній пшениці спельти вища порівняно з

досліджуваними сортами пшениці м'якої, оскільки всі форми найбільше забезпечують добову потребу людини амінокислотами. Вміст клейковини у зерні не залежить від походження сортів і лінії та відповідно становить 26,2–46,3 % і 25,5–42,8 %. Технологічні властивості зерна інтрогресивних ліній подібні до зерна міжвидових ліній пшениці спельти.

Зерно ліній пшениці м'якої більше завдовжки, проте менше завширшки і завтошки. Зернівки ліній LPP 2793 і NAK 61/12 м'якозерні, мають найбільший вміст ендосперму (84,2–87,8 %) та відношення глибини борозенки до товщини.

Якість продуктів із борошна зерна сортів і ліній пшениці м'якої найбільше залежить від її сорту та лінії. При цьому об'єм хліба з борошна вищого сорту змінюється від 303 до 520 см³, що відповідає 1,0–7,6 балам. З обойного борошна цей показник на 15–20 % менший порівняно з борошном вищого сорту. Загальна оцінка якості хліба з борошна вищого сорту становить 5,0–8,8 бала, а з обойного – 4,7–8,3 бала. Встановлено, що вміст білка найбільше впливає на глянець, еластичність, смак, консистенцію хліба під час розжовування та загальну оцінку, а індекс деформації клейковини – на еластичність і консистенцію хліба під час розжовування.

Вихід круп'яних продуктів із зерна пшениці істотно залежить від вмісту ендосперму та виду крупи. Найвищий вихід крупи № 1 – 82,3–89,1 % залежно від сорту та лінії. Вихід круп подрібнених становить 79,0–85,5 %, плющеної – 79,4–87,7 %. Екструдкування крупи № 1 підвищує її кулінарну оцінку на 10–30 % (до 7,5–9,0 бала). Найвищу оцінку за кольором каші має екструдований продукт з нелущеного зерна сортів пшениці м'якої білозерної.

Зерно пшениці щільноколосої має найменшу крупність (2,2–2,4 мм) з вирівняністю 48,0 % і вмістом крупної фракції 8,5 %, проте досить високий вміст ендосперму – 86,0 %. Зерно відноситься до м'якозерного типу. Борошно має високу білизну – 61 од. п., яке характеризується високими хлібопекарськими і круп'яними властивостями, оскільки якість готового продукту дуже висока – 8,0–9,0 бала. Проте якість макаронів і печива низька – 5,5–6,0 бала.

Фізико-механічні властивості зерна пшениці ефіопської подібні до пшениці м'якої,

проте воно має найнижчий вміст ендосперму – 79,8 %, а тому з нього найменший вихід зернопродуктів. Борошно має гіршу якість: вміст золи – 0,62 %, білизна – 30 од. п. Його найкраще використовувати для виготовлення хліба, крупи цілої, подрібненої, плющеної і кондитерських виробів, оскільки вони мають найвищу якість – 7,0–9,0 бала. Макаронні властивості та якість манної крупи низька – 4,3–5,7 бала.

Зерно пшениці м'якої сортів Паннонікус і Кулундинка, ліній LPP 1314, LPP 2793, NAK 61/12 найпридатніше для виробництва борошна хлібопекарського та кондитерського і крупи. Борошно зерна всіх досліджуваних сортів і ліній пшениці придатне для виготовлення кексу.

З'ясовано, що зерно пшениці спельти може повністю або частково вимолочуватись чи бути плівковим. Вміст плівок у зерні пшениці спельти змінюється в широкому діапазоні – від 30,4 до 64,8 %. Довжина зернівок змінюється від 6,0 до 8,1 мм, ширина – від 2,1 до 3,1, а товщина – від 2,5 до 3,1 мм залежно від сорту та лінії. Форма зернівок – напіввидовжена, овальна, дуже видовжена, проте найпоширеніша видовжена. Відношення глибини борозенки до товщини зернівки – від 0,40 до 0,63, а ширини петлі борозенки до ширини зернівки – від 0,13 до 0,27, вміст ендосперму – від 81,5 до 88,5 %. Це потрібно враховувати під час його перероблення.

Найвищий вихід борошна помелу отримано із зерна: сортів Зоря України, Шведська 1 – 85,7–85,2 %; ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – 84,1–86,7 % та інтрогресивних ліній NAK 22/12 і TV 1100 – 86,1–86,2 %. У борошні пшениці спельти сорту Зоря України містить у 2,6–5,7 раза більше мікроелементів порівняно з районованими сортами пшениці м'якої. Середньозважений вміст золи у борошні від 0,61 до 0,84 %, показник білизни – від 43 до 51 од. п. Найбільше борошно із зерна ліній LPP 3373 і TV 1100.

Об'єм хліба з борошна вищого сорту змінюється від 303 до 523 см³, що відповідає 1,0–7,6 балам, а з обойного – від 270 до 470 см³ залежно від сорту та лінії пшениці спельти. Якість його висока в усіх зразках – 7,2–8,4 бала або 80–93 % від максимального значення.

Найвищий вихід крупи з пшениці спельти № 1 отримано із зерна: сортів Шведська 1, Зоря України і Schwabekorn – 88,3–89,8 %; ліній Р 3, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117, LPP 3373, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – 87,3–90,4; інтрогресивних ліній НАК 22/12 і TV 1100 – 89,7–90,2 %. Зерно пшениці спельти усіх досліджуваних сортів і ліній придатне для виробництва крупи високої кулінарної якості.

Для отримання екструдованого продукту дуже високої кулінарної якості з нелущеного зерна пшениці спельти за температури 100–110 °С придатні сорти Зоря України, Шведська 1, лінії LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100, НАК 22/12.

Найвищу кулінарну оцінку (9 бала) має печиво, отримане з борошна зерна сортів Зоря України, Schwabekorn, NSS 6/01 і ліній LPP 1221, LPP 3373, LPP 1224, LPP 1197, LPP 1304, НАК 22/12, TV 1100. Для визначення придатності борошна пшениці спельти у виробництві печива розроблені рівні-параметри показників. Борошно, отримане із зерна всіх сортів і ліній пшениці спельти, крім інтрогресивної лінії НАК34/12–2, найкраще придатне для виготовлення кексу та бісквіта високої кулінарної якості.

Встановлено, що в зерні пшениці спельти після тривалого (50 років) застосування мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення в польовій сівозміні підвищується питома активність радіонуклідів, а найвищу активність має ^{40}K . Проте питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерні не перевищує ГДК. Тривале застосування добрив у польовій сівозміні зменшує вміст мангану, заліза, міді, кобальту, нікелю, кадмію і свинцю у зерні пшениці м'якої, вміст хрому зменшується за органічної та органо-мінеральної систем удобрення, а вміст цинку підвищується за тривалого внесення лише органічних добрив. Застосування високих доз добрив за органічної та органо-мінеральної систем удобрення зменшує вміст у зерні кобальту, хрому та кадмію.

Поліпшення умов мінерального живлення після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні зменшує вплив попередника на формування вмісту білка і клейковини у зерні пшениці м'якої. Найкращі показники якості

зерна забезпечують мінеральна та органо-мінеральна системи удобрення незалежно від попередника.

Вміст білка в зерні сортів пшениці м'якої зростає від застосування азотних добрив, проте їхня ефективність залежить від особливостей сорту. У зерні сорту Тронка він зростає від 11,4 % у варіанті без добрив до 13,1 % у варіанті $P_{60}K_{60} + N_{120}$, а в зерні сорту Артемісія відповідно від 17,3 до 21,1 %. Роздрібне застосування азотних добрив забезпечує вищий вміст білка, особливо у варіанті $P_{60}K_{60} + N_{60} S_{70} + N_{60}$ – 13,9 % у сорту Тронка і 22,3 % у сорту Артемісія внаслідок кращого забезпечення рослин азотом і сіркою. Зерно сорту Артемісія за показником задоволення біологічної потреби дорослої людини вітамінами та амінокислотами має вищу біологічну цінність порівняно з сортом Тронка, особливо за оптимізації азотного живлення.

Найефективніше для виробництва біоетанола використовувати зерно сорту Тронка, вирощене за системи удобрення $P_{60}K_{60} + N_{60} S_{70} + N_{60}$, що забезпечує найбільший його вихід – 3147 л/га проти 2023 л/га у сорту Артемісія.

Розрахунки показали, що зерно пшениці спельти сорту Зоря України найбільше задовольняє біологічну потребу дорослої людини вітамінами B_6 , B_1 , B_7 – на 30–60 %, а найменше каротином – лише 0,3–0,6 % залежно від удобрення. Інтегральний скор решти вітамінів становить 10–42 %.

Вміст білка в зерні пшениці спельти сорту Зоря України, вирощеному на неудобрених ділянках – 19,9 % і зростав до 23,4–24,0 % за одноразового підживлення N_{120} або на 18–21 % і до 24,5–25,1 % за роздрібного застосування азотних добрив ($N_{60} + N_{60}$) або на 23–26 %, а в зерні сорту Європа відповідно від 18,7 % до 21,7–22,3 і 22,6–23,2 %. Зерно пшениці спельти Зоря України має вищу біологічну цінність за вмістом есенційних амінокислот, оскільки їхній скор бездефіцитний (108–233 %).

Вихід крупи із зерна сортів пшениці м'якої та ефективність водотеплового оброблення залежить від типу твердості зерна. Цей показник для твердозерного зерна змінюється найбільше – від 84,1–97,2 % за його 13 %-ї вологості до 86,8–97,8 % за 15 %-ї вологості залежно від тривалості луцення. Вихід крупи з пшениці м'якої № 1 м'якозерного типу при цьому відповідно становить 77,9–95,2 і 78,6–96,1 %.

Незалежно від типу твердості зерно у технології виробництва крупи економічно ефективно зволожувати до 15,0–15,5 %.

Встановлено, що для виробництва плющеної крупи найефективніше використовувати зерно м'якозерного типу пшениці м'якої, оскільки за пропарювання впродовж 15 хв і відволожування 5–10 хв забезпечується найвищий вихід крупи – 98,2–98,5 %. Застосування цього режиму пропарювання прибутковіше на 30 % порівняно з переробленням твердозерного типу зерна.

Оптимальним режимом виробництва борошна помелу на млинах низької продуктивності є зволожування зерна пшениці спельти до вологості 15,0–15,5 % з відволожуванням упродовж 15–20 год. Застосування такого режиму водотеплового оброблення забезпечує вихід борошна 85,0–86,0 %.

Вихід крупи із зерна пшениці спельти № 1 залежить від тривалості лушення, зволожування та відволожування. Оптимальним водотепловим обробленням є зволожування зерна до вологості 15,0–15,5 % з відволожуванням упродовж 30–60 хв. Вихід крупи з зерна пшениці спельти № 1 змінювався від 93,4 до 97,1 % за лушення впродовж 20 с і від 79,0 до 85,5 % за найдовшого лушення зерна (180 с).

Для малих зернопереробних підприємств розроблено технологічну схему виробництва крупи плющеної, цілої і круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2 і 3.

Виконані економічні розрахунки підтвердили доцільність впровадження розроблених технологій виробництва круп із пшениці спельти № 1 і подрібнених № 1, 2, 3, оскільки термін окупності капіталовкладень із щорічним прибутком 27,85 млн грн, становить 2,5–3 місяців за рівня рентабельності 40,5–47,6 %, для круп плющених із пшениці спельти – 11,35 млн грн із терміном окупності 7,5 місяців за рівня рентабельності 8,3 %, для борошна з пшениці спельти – 13,54 млн грн із терміном окупності 8,5 місяців за рівня рентабельності 22,4 %.

Ключові слова: зерно, пшениця м'яка, пшениця спельта, пшениця щільноколоса, пшениця ефіопська, біохімічний склад, хлібопекарські властивості, круп'яні властивості, кондитерські властивості, макаронні властивості, лушення, водотеплове оброблення, зернопродукти.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Капрій М. М. Оцінювання борошномельних властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2017. № 2. С. 140–145.
2. Господаренко Г. М., Любич В. В., Новіков В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив типу зерна пшениці на техніко-економічні показники круп'яного виробництва та кулінарну оцінку готового продукту // Вісник Уманського НУС. Умань. 2017. №1. С. 38–44.
3. Любич В. В. Кондитерські властивості зерна пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2017. Вип. 91. С. 46–54.
4. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Воробйова Н. В., Улянич І. Ф., Капрій М. М. Характеристика твердості та міцності зернівок пшениці спельти залежно від сорту та лінії // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. 2017. Вип. 93. С. 86–94.
5. Господаренко Г. М., Любич В. В., Листопад Ф. К. Вихід біоетанола з урожаю зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. 2017. Вип. 94. С. 74–85.
6. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпро. 2017. №2. С. 35–41.
7. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В. Геометричні параметри зернівок пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2017. №1. С. 105–111.
8. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Любич В. В., Полянецька І. О. Круп'яні властивості зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпро. 2017. №1. С. 12–16.
9. Рябовол Л. О., Кисельова М. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Рябовол Я. С. Формування врожайності та вмісту білка в зерні спельтоподібних

гібридів F_{3-5} , одержаних гібридизацією *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. // Селекція і насінництво. Харків. 2017. Вип. 111. С. 107–114.

10. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Войтовська В. І., Бех Н. С., Недяк Т. М. Перспективи використання крохмалевмісних культур для отримання біоетанола // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2011. Вип. 12. С. 279–284.

11. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Формування якості зерна пшениці озимої за різних норм добрив і застосування фунгіциду Фалькон 460 ЕС, к.е. та стійкість її до ураження бурою листковою іржею // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2011. Вип. 6. С. 114–119.

12. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Успадкування вмісту білка та клейковини гібридами F_{4-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Вісник Львівського НАУ. Львів. 2012. №16. С. 74–81.

13. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Вміст клейковини та її якість в зерні спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2012. Вип. 15. С. 243–246.

14. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Стійкість спельтоїдних гібридів, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L., проти шкідників і хвороб // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2012. Вип. 14. С. 474–477.

15. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О. Проблема підвищення вмісту білка в зерні пшениці та шляхи її вирішення // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2012. Вип. 80. С. 106–112.

16. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Жекова О. І., Парій Ф. М. Якість зерна спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. Вип. 81. 2012. С. 183–189.

17. Любич В. В. Технологічні властивості зерна спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. [Електронний ресурс] // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП.

Київ. 2013. №4. Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2013_4/index.html.

18. Любич В. В. Вміст білка в зерні спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. [Електронний ресурс] // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №3. Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2013_3/index.html.

19. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2013. Вип. 3. С. 176–178.

20. Возіян В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Технологічні властивості зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Зб. наук. пр. Вінницького НАУ. Вінниця. 2013. Вип. 1. С. 121–125.

21. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2013. Вип. 17. С. 309–311.

22. Любич В. В., Полянецька І. О. Оцінка сортів пшениці озимої за хлібопекарськими властивостями та врожайністю зерна // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2013. Вип. 11. С. 118–121.

23. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Вміст білка та його вихід з урожаєм зерна пшениці озимої залежно від сорту // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 21. С. 235–240.

24. Осокіна Н. М., Полянецька І. О., Любич В. В., Возіян В. В. Оцінка сортів пшениці озимої за виходом борошна з урожаєм зерна пшениці озимої // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 22. С. 142–145.

25. 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.

26. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення // Вісник Уманського НУС. Умань. 2015. № 1. С. 11–16.

27. 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.

28. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від вуглеводно-амілазного комплексу // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2015. № 2 (121). С. 57–61.

29. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новак Л. Л., Руденко Л. Д., Возіян В. В. Якість крупи із зерна спельти та її зв'язок з умістом білка // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпропетровськ. 2015. №4. С. 11–15.

30. Любич В. В., Полянецька І. О. Якість цілої крупи із зерна спельти залежно від індексу лушчіння та водно-теплової обробки // Вісник Уманського НУС. Умань. 2015. № 2. С. 34–39.

31. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В. Технологічна оцінка клейковини зерна спельтоподібних сортів і ліній пшениці (*Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L.) // Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Чабани. 2015. Вип. 2. С. 192–199.

32. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2016. Вип. 89. С. 199–206.

33. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Амінокислотний склад білка пшениці спельти залежно від сорту та лінії // Вісник Уманського НУС. Умань. 2016. № 1. С. 44–48.

34. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід і якість крупи плющеної з пшениці спельти залежно від елементів технології переробки // Зб. наук. пр. УНУС. Умань. 2017. Вип. 90. С. 91–98.

35. Martyniuk A. T., Rudenko L. D., Sukhomud O. G., Lubich V. V., Voziyan V. V. The assessment of technological properties of grain depending on winter wheat variety // Вестник Прикаспия. Астрахань. 2014. № 4. С. 24–28.

36. Petrenko V. V., Osipova T. Y., Lyubich V. V., Homenko L. A. Relation between Hagberg-Perten falling number and acidity of wheat flour according to storage and agricultural systems // Ratar. Povrt. 2015. Vol. 52. 120–124.

37. Любич В. В., Новиков В. В. Сравнительная характеристика физических свойств зерна тритикале озимого и пшеницы озимой // Вестник Прикаспия. Астрахань. 2015. №4. С.21–24.

38. 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.

39. Киселева М. И., Жемчужина Н. С., Любич В. В. Устойчивость к бурой ржавчине сортов озимой пшеницы, возделываемых в Правобережной Лесостепи Украины // Защита и карантин растений. Москва. 2015. № 4. С 45–47.

40. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хімічний склад зерна пшениці спельти залежно від сорту // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Nitra. 2015. Vol. 1. P. 450–454.

41. Liubych V., Voziian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties // Episteme czasopismo naukowo–kulturalne. Krakow. 2016. № 30. Т. II. P. 111–122.

42. Осокіна Н., Любич В., Возіян В. Вихід і якість крупи із зерна пшениці спельти залежно від індексу лушення // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Nitra. 2016. № 1. С. 341–345.

43. Любич В. В. Аминокислотная характеристика зерна различных сортов и линий пшеницы спельты // Вестник Прикаспия. Астрахань. 2016. № 4. С. 34–37.

44. Киселева М. И., Коломиец Т. М., Пахолкова Е. В., Жемчужина Н. С., Любич В. В. Дифференциация сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по устойчивости к наиболее вредоносным возбудителям грибных болезней // Сельскохозяйственная биология. Москва. 2016. № 3. С. 299–309.

45. Petrenko V., Liubich V., Bondar V. Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions // Romanian Agricultural Research. 2017. № 34. P. 69–76.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

46. Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Парій Ф. М. Використання *Triticum spelta* L. в селекції сортів пшениці м'якої // Стан і перспективи

формування сортових рослинних ресурсів в Україні: матеріали I Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2012. С. 77–79.

47. Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Парій Ф. М. Формування хлібопекарських властивостей зерна гібридами F_{4-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі стан та перспективи: зб. тез V Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Харків. 2012. С. 36–37.

48. Жекова О. І., Любич В. В. Урожайність та якість зерна гібридів F_{3-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених. Умань. 2012. С. 47–49.

49. Полянецька І. О., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Урожай та якість зерна спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. // Біологія: від молекули до біосфери: матеріали VII Міжн. конф. молодих учених. Харків. 2012. С. 150.

50. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Полянецька І. О. Господарсько-цінні ознаки пшениці спельти // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали XX Всеукр. наук.-прак. конф. Запоріжжя. 2013. С. 25–26.

51. Новіков В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Оптимізація технологічного процесу переробки зерна методами гарячого кондиціювання // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали XX Всеукр. наук.-прак. конф. Запоріжжя. 2013. С. 31–32.

52. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Возіян В. В. Формування технологічних властивостей зерна сортів пшениці озимої // Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату: матеріали тез Міжн. наук.-прак. конф. Мелітополь-Кирилівка. 2013. С. 70–73.

53. Любич В. В. Лінійні розміри зернівки сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Інноваційний шлях розвитку суспільства: проблеми, досягнення та перспективи: зб. наук. пр. Міжн. наук.-прак. інтернет-конференції. Кам'янець-Подільський. 2013. С. 16–18.

54. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О., Парій Ф. М. Порівняльна продуктивність сортів пшениці озимої, створених методами внутрішньовидової та міжвидової гібридизації // Селекційно-генетична наука і освіта: тези

доповідей Міжн. наук. конф. Умань. 2013. С. 107–109.

55. Любич В. В., Новіков В. В. Зміна показників склоподібності та вмісту золи в зерні тритикале залежно від геометричних розмірів зернівки // Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва: зб. тез доповідей Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Миронівка. 2013. С. 42.

56. Любич В. В. Натура зерна пшениці озимої залежно від сорту // Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва: зб. тез доповідей Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Миронівка. 2013. С. 43.

57. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Використання внутрішньовидової та міжвидової гібридизації в селекції пшениці озимої // Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: матеріали III Всеукр. наук.-прак. конф. з міжнародною участю. Тернопіль. 2013. С. 96–98.

58. Любич В. В., Полянецкая И. О., Сухомуд О. Г., Возиян В. В. Урожайность и физические показатели некоторых сортов пшеницы мягкой озимой // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: тези доповідей Всеукр. наук. конф. Умань. 2013. С. 74–75.

59. Твердохліб О. В. Любич В. В., Полянецька І. О. Стійкість інтрогресивних ліній пшениці м'якої до ураження основними грибовими хворобами // Матеріали Всеукр. конф. молодих учених. Умань. 2013. С. 122–123.

60. Любич В. В. Вихід борошна з урожаю зерна пшениці озимої залежно від сорту // Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах: зб. тез Міжн. наук.-прак. конф. присвяченої 50-й річниці від початку розвитку рисівництва в Україні. Скадовськ. 2013. С. 194.

61. Любич В. В., Полянецкая И. О., Сухомуд О. Г., Возиян В. В. Урожайность и основные качественные показатели пшеницы мягкой озимой в зависимости от сорта // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2013. С. 63–64.

62. Любич В. В., Полянецька І. О. Прояв господарсько-цінних ознак нових зразків пшениці в Правобережному Лісостепу // Теоретичні та прикладні аспекти збереження біорізноманіття: матеріали наук. конф. молодих

дослідників. Умань. 2013. С. 75–77.

63. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Оцінка хлібопекарських властивостей пшениці озимої залежно від сорту // Фитосанитарная безопасность и контроль сельскохозяйственной продукции: материалы Международной научно-практической конференции. Бояны. 2013. С. 267–277.

64. Любич В. В. Выход муки из сортов пшеницы озимой разного эколого-географического происхождения // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения Л. Г. Боброва. Алматы. 2013. С. 364–365.

65. Lubyuch V. V. Physical characteristics of winter wheat grain quality depending on the variety // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Запоріжжя. 2013. С. 22–24.

66. Любич В. В. Оцінка технологічних властивостей зерна безплівкового сорту спельти залежно від рівня азотного живлення // Рациональное використання земельних ресурсів, збереження і підвищення родючості ґрунтів: матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених. Рівне. 2014. С. 50–52.

67. Любич В. В., Возіян В. В. Плівчастість спельти залежно від сорту // Матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених, присвяченій 170-й річниці від дня заснування Уманського НУС. Умань. 2014. С. 48–49.

68. Любич В. В. Вміст анатомічних частин в зерні спельти озимої залежно від сорту // Інновації в сучасній селекції та генетиці сільськогосподарських культур: тези доповідей Всеукр. наук. конф. молодих учених. Одеса. 2014. С. 22–23.

69. Возіян В. В., Любич В. В. Технологічні властивості зерна спельти залежно від удобрення // Інноваційний потенціал світової науки XXI сторіччя: Зб. статей учасників 26 Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя. 2014. С. 19–20.

70. Lubyuch V. V., Polynetska I. O. Physical properties of grain of triticale depending on sort and different factions // Інноваційний потенціал світової науки XXI сторіччя: зб. статей учасників 26 Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя. 2014. С. 30–31.

71. Lubyuch V. V. The estimated output of flour grain yield of winter wheat depending on varieties // Проблемы и перспективы развития современной

аграрной науки: материалы международной научно-практической интернет-конференции. Николаев. 2014. С. 7.

72. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вміст крохмалю в зерні спельти залежно від удобрення // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2014. С. 161–163.

73. Любич В. В., Возіян В. В. Урожайність та якість зерна безплівкового сорту спельти залежно від норм азотних добрив // Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2014. С. 182–183.

74. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Полянецкая И. О., Любич В. В. Использование спельти в селекции сортов пшеницы мягкой для улучшения качества зерна // Генетика і селекція: досягнення і проблеми: тези доповідей Міжн. наук. конф. Умань. 2014. С. 136–137.

75. Любич В. В. Количество и качество клейковины пшеницы озимой в зависимости от сорта // Сучасні технології вирощування зернових, бобових та технічних культур: матеріали Міжн. наук.-прак. інтернет-конференції. Херсон. 2014. С. 212–215.

76. 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. 2014. С. 193.

77. Osokina N. M., Lubich V. V., Polyanetska I. A., Voziyan V. V. The effect of gluten content on the gas-holding ability of spelt flour // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали III Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2015. С. 175–177.

78. Любич В. В., Возіян В. В. Органолептична оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // Зб. наук. пр. молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса. 2015. С. 378–379.

79. 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.

80. 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.

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

82. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вихід борошна із зерна спельти залежно від його зволоження та відволоження // Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації: Міжнар. наук.-практ. конф. присвячена 100-річчю від дня народження Лесика Б. В. Київ. 2015. С. 38–39.

83. Господаренко Г. М., Любич В. В., Ткаченко І. Ю. Вплив норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка в зерні пшениці спельти озимої // Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку: Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ. 2015. С. 103–104.

84. Господаренко Г. М., Любич В. В., Ткаченко І. Ю. Продуктивність пшениці спельти озимої залежно від строків внесення азотних добрив // Агрохімічні та агроекологічні проблеми підвищення родючості ґрунтів і використання добрив: матеріали Міжн. наук.-практ. інтернет-конференції. Дубляни. 2015. С. 240–247.

85. Карпенко В. П., Любич В. В., Возіян В. В. Вплив вмісту білка на кулінарну оцінку плющеної крупы, отриманої із зерна спельти залежно від сорту // Збереження біорізноманіття в контексті сталого розвитку: матеріали Всеукр. наук. конф. Черкаси. 2015. С. 75–77.

86. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід цілої крупы із зерна спельти залежно від його зволоження та тривалості відволоження // Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми: матеріали Міжн. наук.-практ. конф. Одеса. 2015. С. 17–18.

87. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возиян В. В. Хлебопекарные свойства зерна спельты в зависимости от сорта // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практ. интернет-конференции. Соленое Займище. 2016. С. 1908–1914.

88. Liubych V. V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on cereal yield and its quality // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Междун. научно-практ. интернет-конференции. Соленое Займище. 2016. С. 2462–2470.

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

90. Любич В. В., Новіков В. В., Полянецька І. О. Вміст есенційних амінокислот у зерні пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: тези доповідей V Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених. Київ. 2016. С. 60–61.

91. Любич В. В., Полянецька І. О., Зайчук О. М. Оцінка на якість зерна у гібридних популяцій F₄ і F₅ *T. aestivum* L. / *T. spelta* L. // Матеріали Міжн. наук. конф. 16–18 березня 2016 року присвяченої світлій пам'яті Федора Микитовича Парія. Умань. 2016. С. 215–216.

92. Любич В. В. Оцінювання круп'яних властивостей зерна спельти за якістю каші з плющеної крупи // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-практ. конф. Умань. 2016. С. 59–62.

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

94. 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.

95. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Воробйова Н. В., Улянич І. Ф., Капрій М. М. Характеристика хлібопекарських властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конференції молодих вчених і спеціалістів. Центральне. 2017. С. 34–35.

96. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Киселева М. И. Вплив гібридизації *Tr. aestivum* L. / *Tr. spelta* L. на геометричну характеристику зернівок пшениці спельти // Селекційно-генетична наука і освіта: матеріали VI Міжнар. наук. конф. Умань. 2017. С. 157–158.

97. Liubych V. V., Vorobiova N. V., Polynetska I. O. Formation of baking properties of spelt wheat grain depending on the variety and strains // Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: матеріали III Міжнар. наук.-прак. конф. Київ. 2017. С. 170–171.

98. Любич В. В. Экономическая эффективность переработки зерна пшеницы спельты // Инновационное развитие АПК: социально-экономические проблемы и пути решения: материалы Междун. науч.-прак. конф. Новосибирск. 2017. С. 165–166.

99. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Влияние удобрения пшеницы спельты на формирование белка и клейковины в зерне // Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив: матеріали Всеукр. наук.-прак. конф. Умань. 2017. С. 41–42.

100. Любич В., Полянецька І., Новіков В., Воробйова Н., Возіян В., Довгун Р. Розробка технології відокремлення зерна пшениці спельти від плівок // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.: матеріали 83 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів. Київ. 2017. С. 174.

101. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Фізичні властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Актуальні проблеми підвищення родючості ґрунтів та застосування

агрохімічних засобів в агрофітоценозах: матеріали Міжнар. наук.-прак. конф. Дубляни. 2017. С. 276–282.

102. Любич В. В. Формування вмісту білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти // Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин: матеріали Міжн. наук. конф. Одеса. 2017. С. 92–94.

103. Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В. Вплив видів, норм і строків застосування азотних добрив на вихід біоетанола з урожаю зерна сортів пшениці озимої // Новітні агротехнології: теорія та практика: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2017. С. 112–113

104. Любич В. В. Вплив видів, норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка та клейковини в зерні пшениці спельти // Теорія і практика інноваційних розробок молодих вчених у ґрунтово-агрохімічній науці: матеріали Всеукр. наук.-прак. конф. Харків. 2017. С. 40–41.

105. Liubych V. V., Polianetska I. O., Florenko M. P. Evaluation of milling grain characteristics of different varieties and strains spelt wheat // Проблеми і сучасність аграрної науки та продовольства: матеріали V наук.-практ. інтернет-конф. Полтава. 2017. С. 97–98.

106. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Вміст амінокислот у зерні сортів і ліній пшениць в умовах органічного виробництва // Органічне виробництво і продовольча безпека: матеріали V Міжн. наук.-прак. конф. Житомир. 2017. С. 27–32.

107. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В. Вміст вітамінів у зерні сортів пшениці спельти залежно від мінерального живлення // Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях до вирішення продовольчої безпеки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Центральне. 2017. С. 113–114.

108. Господаренко Г. Н., Любич В. В., Кисельова М. І., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В. Техніко-економічні показники круп'яного виробництва залежно від типу зерна пшениці озимої // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань, 2017. С. 76–77.

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

109. Пшениця спельта / Господаренко Г. М., Костогриз П. В., Любич В. В., Парій Ф. М., Полторецький С. П., Полянецька І. О., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Сухомуд О. Г. / За заг. ред. Господаренка Г. М. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с.

110. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возиян В. В.. Использование *Triticum aestivum* L. для повышения продуктивности пшеницы. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2016. 252 с.

111. Liubych V. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi S. P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017. 108 pp.

112. 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.

113. Спосіб кулінарної оцінки крупи манної із зерна тритикале та пшениці: пат. 112842 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 08016; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24.

1154 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. № u 2016 06341; заявл. 10.06.2016., чинний з 12.12.2016, Бюл. № 23.

115. Спосіб кулінарної оцінки екструдату із зерна тритикале та пшениці або круп'яних продуктів: пат. 112841 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС № u 2016 08014; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24.

116. Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти: пат. 109225 Україна МПК МПК А21D 8/00 / Господаренко Г. М., Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2015 11532; заявл. 23.11.2015; чинний з 10.08.2016, Бюл. № 15.

117. Спосіб оцінки якості хліба зі спельти: пат. 110269 Україна МПК А21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2015 12030; заявл. 04.12.2015; чинний з 10.10.2016, Бюл. № 19.

118. Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти: пат. 115765 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 11569; заявл. 16.11.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.

119. Спосіб оцінювання хліба з обойного борошна тритикале і пшениці: пат. 115922 Україна, МПК А21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 13218; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.

120. Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале та пшениці: пат. 113900 Україна, МПК G01N 27/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 06340; заявл. 10.06.2016., чинний з 27.02.2017, Бюл. № 4.

121. 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. № u 2016 11499; заявл. 14.11.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.

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

123. Спосіб лабораторного розмелювання зерна пшениці та тритикале: пат. 116324 Україна, МПК В02С 4/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. № u 2016 13207; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.05.2017, Бюл. № 9.

124. Спосіб лабораторного виготовлення та оцінки кексу з борошна тритикале і пшениці: пат. 118060 Україна, МПК А 21D 8/02 / Любич В. В.; заявник та власник УНУС. № u 2016 13216; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.

125. Спосіб визначення кондитерських властивостей зерна тритикале і пшениці: пат. 118968 Україна, МПК А 21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В., Кротик А. С.; заявник і власник УНУС. № u 2016 13205; заявл. 23.12.2016., чинний з 11.09.2017, Бюл. № 17.

126. Спосіб лабораторного виготовлення та кулінарної оцінки печива цукрового з борошна тритикале і пшениці: пат. 118361 Україна, МПК А 21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13200; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.08.2017, Бюл. № 15.

127. Спосіб виробництва крупи з пшениці спельти № 1 і подрібнених із пшениці спельти № 1, 2, 3: пат. 118059 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.

128. Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале: пат. 118058 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.

129. Спосіб лабораторного виготовлення бісквіта з борошна тритикале і пшениці та його оцінка: пат. 118362 Україна, МПК А 21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13202; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.08.2017, Бюл. № 15.

ANNOTATION

Liubich V. V. Theoretical substantiation of quality formation of wheat grain and its processing products. – Qualifying scientific work as manuscript.

Thesis for a Doctor of Agriculture science by specialty 06.01.15 – primary processing of crop products. Uman National University of Horticulture, Uman, 2018.

The thesis presents the results of studying biochemical and technological properties of wheat grain (soft wheat, spelt wheat, club wheat and Ethiopian wheat), quality of products of its processing, depending on the conditions of cultivation and technological parameters on the output and quality of grain products.

It is found that protein content in soft wheat grain varies in a wide range – from 10.9 % to 18.6 %. According to this indicator, grain of strains obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. has the advantage, as the protein content is 23.58 % higher than the check variant (Podolianka variety) – 13.3 %.

This indicator of grain of Umanchanka strain is 14.6 % and of Ethiopian 1 grain strain is 20.3 %. The protein content depends on the weather conditions in the period of caryopsis maturation. In addition, it depends on the damage to plants by pathogens of leaf diseases. Grain of strains obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L./ *Triticum spelta* L. and grain of introgressive strains have the best balanced amino acid content.

On average, over five years of research, the gluten content in winter wheat varieties varied from 22.6 % to 40.6 % and in strains obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L./ *Triticum spelta* L. it was from 34.6 % to 44.9 %. However, grain of winter wheat variety Chornobrova and Ethiopian wheat strain with violet coloring of caryopsides has the highest antioxidant activity (70.2–71.3 %).

The protein content in spelt wheat grain varies also in a wide range: from 12.6 % to 21.1 % in varieties and from 12.0 % to 19.5 % in strains. It is found that increasing the plant height significantly increases the protein content in grain. The biological value of grain of varieties and strains of spelt wheat is higher in comparison with wheat soft, since all forms have a very high amino acid rate and most of all provide daily need for amino acids. The gluten content does not depend on the origin of varieties and strains; in grain of varieties it is 26.2–46.3 % and in strains it is 25.5–42.8 %. Technological properties of grain of introgressive lines are similar to grain of interspecific strains of spelt wheat.

Grain of winter wheat strains has larger length and less width and thickness. Caryopsides of LPP 2793 and NAK 61/12 are soft, have the highest endosperm content (84.2–87.8 %) and the greatest ratio of crease depth to thickness.

The culinary quality of products from winter wheat flour depends on its variety and strain. At the same time, the volume of bread from flour of the highest grade varies from 303 to 520 cm³ which corresponds to 1.0–7.6 points. This indicator of whole-wheat flour is 15–20 % less than the flour of the highest grade. The overall culinary assessment of bread of the highest grade flour is 5.0–8.8 points and this assessment of bread of the whole-wheat flour is 4.7–8.3 points. It is found that the protein content most strongly influences gloss, elasticity, taste, bread consistency during chewing and general evaluation and the gluten deformation index influences

elasticity, bread consistency during chewing.

Groats output of wheat grain is significantly dependent on the endosperm content and the type of groats. The highest yield of groats No. 1 is 82.3–89.1 % depending on the variety and strain. The output of milled groats is 79.0–85.5 % and the output of rolled groats is 79.4–87.7 %. Extruding groats No. 1 increases its culinary assessment by 10–30 % or to 7.5–9.0 points. Unhusked grain extrudate of white-grained winter wheat has the highest assessment by the porridge color.

Club wheat grain has the smallest size (2.2–2.4 mm) with evenness of 48.0 % and coarse content of 8.5 % but with the high endosperm content of 86.0 %. Grain is soft. Flour has high whiteness (61 units) which is characterized by high baking and cereal properties, since quality of the finished product is very high (8.0–9.0 points). However, the quality of pasta and cookies is low (5.5–6.0 points).

Physical and mechanical properties of Ethiopian wheat grain are similar to those of soft wheat but it has the lowest endosperm content (79.8 %), and therefore, it provides the lowest yield of grain products. Its flour has worse quality: the ash content is 0.62 % and whiteness is 30 units. It is best used for making bread, whole, milled, rolled groats and confectionery, as they have the highest quality (7.0–9.0 points). Pasta properties and semolina quality are low (4.3–5.7 points).

Winter wheat grain of Pannonicus and Kulundynka varieties, LPP 1314, LPP 2793 and NAK 61/12 strains is the most suitable for the production of baking and confectionery flour and cereals. Grain flour of all studied wheat forms is suitable for making cupcakes.

It is found out that spelt wheat grain can be wholly or partially thawed or chaffy. Husk content of spelt wheat grain varies widely in a wide range – from 30.4 to 64.8 %. The caryopsis length varies from 6.0 to 8.1 mm, its width – from 2.1 to 3.1 mm and the thickness – from 2.5 to 3.1 mm, depending on the variety and strain. The caryopsis shape is semi-elongated, oval, very elongated, but the most widespread is elongated. The ratio of crease depth to thickness is from 0.40 to 0.63 and width of the crease loop to caryopsis width is from 0.13 to 0.27 and the endosperm content – from 81.5 to 88.5 %. This should be taken into account during its processing.

The highest yield of flour was obtained from grain of Zoria Ukrainy, Shvedska 1

varieties (85.7–85.2 %), LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117 and LPP 1197 strains obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L./ *Triticum spelta* L. (84.1–87.3 %) and NAK 22/12 and TV 1100 introgressive strains (86.1–86.2 %). Flour of Zoria Ukrayny wheat variety contains 2.6–5.7 times more trace elements compared with soft wheat flour. The average ash weight in flour varies from 0.61 to 0.84 % and the whiteness index is from 43 to 51 units. Flour of LPP 3373 and TV 1100 wheat strains is the whitest.

The gluten deformation index of spelt wheat varieties and strains varies from 97 to 116 units and the falling number is from 389 to 416 seconds. Baking properties of spelt wheat are different from soft wheat, since the maximum gas-retaining ability of the dough from spelt wheat flour comes after 60–90 minutes of fermentation, and then rapidly decreases.

The volume of bread from flour of the highest grade varies from 303 to 523 cm³ which corresponds to 1.0–7.6 points and its volume from whole-wheat flour from 270 to 470 cm³, depending on the variety and strain of spelt wheat. Its culinary quality is high in all samples (7.2–8.4 points) or 80–93 % of the maximum value.

The highest yield of groats from spelt wheat No. 1 was obtained from grain of Shvedska 1, Zoria Ukrayny and Schwabenkorn varieties (88.3–89.8 %), P 3, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117 and LPP 3373 strains obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L./ *Triticum spelta* L. (87.3–90.4 %), NAK 22/12 and TV 1100 introgressive strains (89.7–90.2 %). Spelt wheat grain of all studied varieties and strains is the most suitable for the production of groats of high culinary quality.

In order to obtain an extruded product of a very high culinary quality of unhusked spelt wheat grain at the temperature of 100–110°C, it is necessary to use grain of Zoria Ukrayny and Shvedska 1 varieties, LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100 and NAK 22/12 strains, since the obtained product has a very high culinary quality.

The highest culinary assessment (9 points) was of cookies obtained from Zoria Ukrayny, Schwabenkorn and NSS 6/01 varieties, LPP 1221, LPP 3373, LPP 1224, LPP 1197, LPP 1304, NAK 22/12 and TV 1100 strains. It is recommended to use developed levels-parameters to determine the suitability of spelt wheat flour in the production of cookies. Flour obtained from grain of all spelt wheat varieties and

strains, except NAK34 / 12–2 introgressive strain is best suited for making cupcakes and biscuits of high quality culinary quality.

It is found that after a long application of mineral and organic-mineral fertilizer systems (50 years) the specific activity of radionuclides increases in spelt wheat grain and ^{40}K has the highest activity. However, the specific activity of ^{137}Cs i ^{90}Sr in grain does not exceed MPC. The prolonged application of fertilizers in the field crop rotation reduces the content of Mn, Fe, Cu, Co, Ni, Cd and Pb in winter wheat grain; Cr content is reduced using organic and organic-mineral fertilizer systems, while Zn content is increased by the long-term use of organic fertilizers only. Application of high doses of organic and organic-mineral system fertilizers reduces the content of cobalt, chromium and cadmium in grain.

Improvement of mineral nutritional conditions after the prolonged use of fertilizers in the field crop rotation reduces the effect of the predecessor on the formation of protein and gluten content in winter wheat grain. Mineral and organic-mineral fertilizer systems provide the best indicators of grain quality, regardless of the predecessor.

The protein content of winter wheat grain increases from the use of nitrogen fertilizers but their effectiveness depends on the characteristics of the variety. In Tronka variety grain it grows from 11.4 % in the variant without fertilizers to 13.1 % in the variant of $\text{P}_{60}\text{K}_{60} + \text{N}_{120}$ and in Artemisia variety grain from 17.3 to 21.1 %, respectively. Variants with retail use of nitrogen fertilizers provide higher protein content, especially in the variant of $\text{P}_{60}\text{K}_{60} + \text{N}_{60} \text{S}_{70} + \text{N}_{60}$ (13.9 % in Tronka variety and 22.3 % in Artemisia variety) due to better provision of plants with nitrogen and sulfur. By the indicator of satisfaction of the adult's biological needs with vitamins and amino acids, Artemisia variety grain has higher biological value compared to Tronka variety, especially in areas where nitrogen fertilizers are used.

The most effective way to produce bioethanol is to use Tronka variety grain grown using fertilizers $\text{P}_{60}\text{K}_{60} + \text{N}_{60} \text{S}_{35} + \text{N}_{60}$ which provides the largest yield of 3147 l/ ha against 2023 l/ ha in Artemisia variety.

Calculations showed that spelt wheat grain of Zoria Ukrayny variety most meet the biological need of an adult by vitamins B₆, B₁, B₇ (by 30–60 %) and the least by carotene (by 0.3–0.6 %) depending on fertilization. The integral score of vitamins was 10–42 %.

The protein content in grain of Zoria Ukrainy variety grown in non-fertilized areas is 19.9 % and increases to 23.4–24.0 % for single use N_{120} or by 18–21 % and to 24.5–25.1 % for retail use of nitrogen fertilizers ($N_{60} + N_{60}$) or by 23–26 %. In grain of Europa variety it grows from 18.7 % to 21.7–22.3 % and to 22.6–23.2 %, respectively. Grain of Zoria Ukrainy spelt wheat has higher biological value by the content of essential amino acids because their score is deficient.

The output of soft wheat groats and effectiveness of water and heat treatment depends on the type of grain hardness. This indicator for hard grain varies most – from 84.1–97.2 % at 13 % humidity to 86.8–97.8 % at 15 % humidity, depending on the dehulling duration. The output of groats from soft wheat No. 1 is 7.9–95.2 and 78.6–96.1 %, respectively. Regardless of the hardness type, grain is economically efficient moisturized to 15.0–15.5 %.

It is found that it is the most effectively to use soft type grain of winter wheat for the production of rolled groats, since steaming for 15 minutes and softening for 5–10 minutes provides the highest yield of groats (98.2–98.5 %). The application of this steaming mode also provides 30 % higher net profit compared to the conversion of hard type grain.

The optimal mode of flour production in low-productivity mills is the humidification of spelt wheat grain to the moisture content of 15.0 ± 0.5 % with softening for 20–25 hours. Application of such regime of water-heat treatment provides flour yield of 85.0–86.0 %.

The groats yield of spelt wheat No.1 depends on the duration of dehulling, humidification and softening. The optimum water-heat treatment is grain moistening to the humidity of 15.0–15.5 % with softening for 30–60 minutes. The groats yield of spelt wheat No.1 varies from 93.4 to 97.1 % when dehulling for 20 seconds and from 79.0 to 85.5 % in case of the longest grain dehulling.

On the basis of conducted studies for small grain-processing enterprises, the technological scheme of production of rolled, whole-grain and milled groats No. 1, 2 and 3 was proposed.

The economic calculations have substantiated the expediency of introducing developed technologies for the production of groats from spelt wheat No. 1 and milled groats No. 1, 2 and 3 providing a return on investment with an annual profit of

27.85 million UAH in the range of 0.20–0.24 at the profitability level of 40.5–47.6 %; for rolled groats from spelt wheat it is 11.35 million UAH with the payback time of 0.62 at the profitability level of 8.3 % and for spelt wheat flour it is 3.54 million UAH with the payback time of 0.70 at the profitability level of 22.4 %.

Keywords: grain, soft wheat, spelt wheat, club wheat, Ethiopian wheat, biochemical composition, baking properties, cereal properties, confectionery properties, pasta properties of grain, dehulling, water-heat treatment, grain products.

LIST OF SCIENTIFIC PAPERS ON THE TOPIC OF DISSERTATION

Scientific works in which the main scientific results of the thesis are published:

1. Hospodarenko, G.M., Poltoretskyi, S.P., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Vorobiova, N.V., Kaprii, M.M. 2017. Estimation of flour-mill properties of grain of various spelt wheat varieties and strains. In: *Bulletin SNAU*, 2: 140–145.
2. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Novikov, V.V., Polianetska, I.O., Voziyan, V.V. 2017. Effect of wheat grain type on technical and economic indicators of groats production and culinary assessment of finished product. In: *Bulletin UNUH*, 1: 38–44.
3. Liubich, V.V. 2017. Confectionery properties of spelt wheat grain depending on the origin of the variety and strain. In: *Bulletin UNUH*, 91: 46–54.
4. Hospodarenko, G.M., Poltoretskyi, S.P., Liubich, V.V., Vorobiova, N.V., Ulianych, I.F., Kaprii, M.M. 2017. Characteristic of hardness and strength of spelt wheat caryopsides depending on the variety and strain. In: *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 93: 86–94.
5. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Lystopad, F.K. 2017. Bioethanol yield from grain harvest of winter wheat varieties depending on types, norms and timing of using nitrogen fertilizers. In: *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 94: 74–85.
6. Liubich, V.V. 2017. Bread properties of grain of winter wheat varieties depending on types, norms and terms of application of nitrogen fertilizers. In: *Bulletin of Dnipropetrovsk State Economic University*, 2: 35–41.
7. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Novikov, V.V. 2017. Geometric parameters of spelt wheat grain depending on the origin of the variety and

strain. *Agrobiologia*, 1: 105–111.

8. Hospodarenko, G.M., Martyniuk, A.T., Liubich, V.V., Polianetska, I.O. 2017. Cereal properties of grain of different varieties and strains of spelt wheat. In: *Bulletin of Dnipropetrovsk State Economic University*, 1: 12–16.

9. Riabovol, L.O., Kyseliova, M.I., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Riabovol, Y.S. 2017. Formation of yield and protein content in grain of spelt hybrids F_{3-5} obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. *Selection and seed production*, 111: 107–114.

10. Sukhomud, O.G., Liubich, V.V., Voitovska, V.I., Bekh, N.S., Nediak, T.M. 2011. Prospects for the use of starchy crops for bioethanol production. In: *Bulletin of Institute of Bio Energetic Crops and Sugar Beets*, 12: 279–284.

11. Sukhomud, O.G., Liubich, V.V. 2011. Formation of grain quality of winter wheat under different fertilizer standards and application of fungicide Falcon 460 EC and its stability to the defeat of brown leafy rust. *Agrobiologia*, 6: 114–119.

12. Liubich, V.V., Zhekova, O.I., Sukhomud, O.G., Parii, F.M. 2012. Inheritance of protein and gluten content with hybrids F_{4-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. In: *Bulletin of Lviv NAU*, 16: 74–81.

13. Liubich, V.V., Zhekova, O.I., Sukhomud, O.G., Parii, F.M. 2012. Gluten content and its quality in grain of speltoid hybrids F_{3-5} obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L./ *Triticum spelta* L. In: *Bulletin of Institute of Bio Energetic Crops and Sugar Beets*, 15: 243–246.

14. Liubich, V.V., Zhekova, O.I., Sukhomud, O.G., Parii, F.M. 2012. Stability of speltoid hybrids obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L./ *Triticum spelta* L. against pests and diseases. In: *Bulletin of Institute of Bio Energetic Crops and Sugar Beets*, 14: 474–477.

15. Sukhomud, O.G., Liubich, V.V., Polianetska, I.O. 2012. Problem of increasing protein content in wheat grain and ways of its solution. In: *Bulletin of Uman NUH*, 80: 106–112.

16. Sukhomud, O.G., Liubich, V.V., Zhekova, O.I., Parii, F.M. 2012. Grain quality of speltoid hybrids obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L./ *Triticum spelta* L. In: *Bulletin of Uman NUH*, 81: 183–189.

17. Liubich, V.V. 2013. *Technological properties of grain of speltoid hybrids F_{3-5}*

obtained by hybridization of *Triticum aestivum* L./ *Triticum spelta* L. [The Internet]. Scientific reports of NUBiP, 4. Access: http://nd.nubip.edu.ua/2013_4/index.html18.

18. Liubich, V.V. 2013. *Protein content in grain of speltoid hybrids F₃₋₅ obtained by hybridization of Triticum aestivum L./ Triticum spelta L.* [The Internet]. Scientific reports of NUBiP, 3. Access: http://nd.nubip.edu.ua/2013_3/index.html.

19. Sukhomud, O.G., Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2013. Quality of grain of winter wheat varieties of different ecological and geographical origin. In: *Bulletin of Sumy NAU*, 3: 176–178.

20. Voziyan, V.V., Sukhomud, O.G., Liubich, V.V. 2013. Technological properties of grain of winter wheat varieties of various ecological and geographical origin. In: *Bulletin of Vinnytsia NAU*, 1: 121–125.

21. Sukhomud, O.G., Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2013. Quality of grain of winter wheat varieties of different ecological and geographical origin. In: *Bulletin of Institute of Bio Energetic Crops and Sugar Beets*, 17: 309–311.

22. Liubich, V.V., Polianetska, I.O. 2013. Evaluation of winter wheat varieties by bakery properties and grain yield. In: *Bulletin of Sumy NAU*, 11: 118–121.

23. Polianetska, I.O., Liubich, V.V., Sukhomud, O.G. 2014. Protein content and its output with the yield of winter wheat grain depending on the variety. In: *Bulletin of Institute of Bio Energetic Crops and Sugar Beets*, 21: 235–240.

24. Osokina, N.M., Polianetska, I.O., Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2014. Estimation of winter wheat varieties by flour output with winter wheat grain yield. In: *Bulletin of Institute of Bio Energetic Crops and Sugar Beets*, 22: 142–145.

25. Osokina, N. M., Liubych, V. V., Voziian, V. V., Petrenko, V. V. 2015. Flour-grinding quality indicators of spelt grain depending on the variety. In: *Bulletin of ZNAEU. Zhytomyr*, 2 (50): 296–305.

26. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Voziyan, V.V. 2015. Baking properties of spelt grain depending on the fertilizer. In: *Bulletin of Uman NUH*, 1: 11–16.

27. Liubych, V. V., Polyanetska, I. O., Voziian, V. V. 2015. Energy assessment of spelt wheat depending on the variety. In: *Feed and fodder production*. Vinnytsia.

2015, 81: 116–120.

28. Hospodarenko, G. M, Liubych, V. V., Polyanetska, I. O., Voziian, V. V. 2015. Baking properties of spelt grain depending on a carbohydrate-amylase complex. In: *Collection of scientific papers «Agrobiology»*, 2: 57–61.

29. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Novak, L.L., Rudenko, L.D., Voziyan, V.V. 2015. Quality of groats grain and its relationship with protein content. In: *Bulletin of Dnepropetrovsk State Economic University*, 4(38): 11–15.

30. Liubich, V.V., Polianetska, I.O. 2015. Quality of whole grain spelt groats depending on the index of peeling and water-heat treatment. In: *Bulletin of Uman NUH*, 34–39.

31. Karpenko, V.P., Mostoviak, I. I., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Petrenko, V.V. 2015. Technological assessment of grain gluten of spelt wheat forms (*Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L.). In: *Bulletin of NSC “Institute of Agriculture of NAAS”*, 2: 192–199.

32. Liubich, V.V. 2016. Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. In: *Bulletin of Uman NUH*, 89: 199–206.

33. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O. 2016. Amino acid composition of spelt wheat protein depending on the variety and strain. In: *Bulletin of Uman NUH*, 1: 44–48.

34. Osokina, N. M., Liubych, V. V., Voziian, V. V. 2017. Yield and quality of rolled groats made of spelt wheat depending on processing technology elements. In: *Proceedings of UNUH*, 90: 91–98.

35. Martyniuk, A.T., Rudenko, L.D., Sukhomud, O.G., Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2014. Assessment of technological properties of grain depending on winter wheat variety. In: *Bulletin of the Caspian*, 4: 24–28.

36. Petrenko, V.V., Osipova, T.Y., Liubich, V.V., Homenko, L.A. 2015. Relation between Hagberg-Perten falling number and acidity of wheat flour according to storage and agricultural systems. *Ratar. Povrt.*, 52: 120–124.

37. Liubich, V.V., Novikov, V.V. 2015. Comparative characteristics of physical properties of winter wheat and winter triticale grain. In: *Bulletin of the Caspian*, 4: 21–24.

38. Osokina, N., Liubych, V., Voziian, V. 2015. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on yield and its quality of cereal. In:

Ukrainian Journal of Food Science, 1: 23–32.

39. Kiseleva, M.I., Zhemchuzhina, N.S., Liubich, V.V. 2015. Resistance to brown rust of winter wheat varieties cultivated in Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Protection and quarantine of plants*, 4: 45–47.

40. Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Voziyan, V.V. 2015. Chemical composition of spelt wheat grain depending on the variety. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*, 1: 450–454.

41. Liubych, V., Voziian, V. 2016. The influence of origin on spelt wheat grains properties. *Episteme czasopismo naukowo–kulturalne*. Krakow, 30: 111–122.

42. Osokina, N. M., Liubych, V. V., Voziian, V. V. 2016. Yield and quality of groats made of spelt wheat grain depending on the shelling index. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*, 1: 341–345.

43. Liubich, V.V. 2016. Amino acid characteristic of grain of various varieties and strains of spelt wheat. In: *Bulletin of the Caspian*, 4: 34–37.

44. Kiseleva, M.I., Kolomiets, T.M., Pakholkova, E.V., Zhemchuzhina, N.S., Liubich, V.V. 2016. Differentiation of winter soft wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) for resistance to the most harmful pathogens of fungal diseases. *Agricultural Biology*, 3: 299–309.

45. Petrenko, V., Liubich, V., Bondar, V. 2017. Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions. *Romanian Agricultural Research*, 34: 69–76.

Scientific papers certifying approbation of the dissertation materials

46. Zhekova, O.I., Sukhomud, O.G., Liubich, V.V., Parii, F.M. 2012. Use of *Triticum spelta* L. in the selection of soft wheat varieties. In: *State and prospects of the formation of varietal plant resources in Ukraine: Materials of the International Scientific and Practical Conference*, 77–79.

47. Zhekova, O.I., Sukhomud, O.G., Liubich, V.V., Parii, F.M. 2012. Baking properties of grain of F₄₋₅ *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. hybrids. In: *Bulletin of V International Scientific and Practical Conference of Young Scientists: Innovative and investment development of the crop production industry: state and prospects*. Kharkiv, 36–37.

48. Zhekova, O.I., Liubich, V.V. 2012. Yield and quality of grain of F₄₋₅ *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. hybrids. In: *Materials of All-Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists*. Uman, 47–49.

49. Polianetska, I.O., Sukhomud, O.G., Liubich, V.V. 2012. Yield and quality of grain of F₄₋₅ hybrids obtained after hybridization of *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. In: *Biology: from the molecule to the biosphere: Materials of VII International Conference of Young Scientists*. Kharkiv, 150.

50. Liubich, V.V., Sukhomud, O.G., Polianetska, I.O. 2013. Economic and valuable features of spelt wheat. In: *Innovative potential of the Ukrainian science of XXI century: Materials of XX All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*. Zaporizhzhia, 25–26.

51. Novikov, V.V., Sukhomud, O.G., Liubich, V.V. 2013. Optimization of the technological process of grain processing by methods of hot air conditioning. In: *Innovative potential of the Ukrainian science of XXI century: Materials of XX All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*. Zaporizhzhia, 31–32.

52. Liubich, V.V., Sukhomud, O.G., Voziyan, V.V. 2013. Formation of technological properties of grain of winter wheat varieties. In: *Innovative agricultural technologies in climate change: Materials of theses of International Scientific and Practical Conference*. Melitopol-Kyrylivka, 70–73.

53. Liubich, V.V. 2013. Linear grain sizes of winter wheat varieties of different ecological and geographical origin. In: *Innovative way of development of society: problems, achievements and prospects: Bulletin of International Scientific and Practical Internet Conference*. Kamianets-Podilsky, 16–18.

54. Sukhomud, O.G., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Parii, F.M. 2013. Comparative productivity of winter wheat varieties created by methods of intraspecific and interspecific hybridization. In: *Selection-genetic science and education: Materials of theses of International Scientific Conference*. Uman, 107–109.

55. Liubich, V.V., Novikov, V.V. 2013. Changes in indicators of vitreousness and ash content in triticale grain depending on geometric caryopsis dimensions. In: *Selection and seed production under the conditions of modern grain production: Materials of theses of International Scientific and Practical Conference of Young Scientists*. Myronivka, 42.

56. Liubich, V.V. 2013. Grain unit of winter wheat depending on the variety. In: *Selection and seed production under the conditions of modern grain production: Materials of theses of International Scientific and Practical Conference of Young Scientists*. Myronivka, 43.

57. Polianetska, I.O., Liubich, V.V., Sukhomud, O.G. 2013. Use of intraspecific and interspecific hybridization in the selection of winter wheat. In: *Role of science in improving the technological level and efficiency of the agroindustrial complex of Ukraine: Materials of III All-Ukrainian Scientific and Practical Conference with International Participation*. Ternopil, 96–98.

58. Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Sukhomud, O.G., Voziyan, V.V. 2013. Yield and physical characteristics of some varieties of soft winter wheat. In: *Increasing the efficiency of resource-saving technologies at grain processing enterprises: Materials of theses of All-Ukrainian Scientific Conference*. Uman, 74–75.

59. Tverdokhlib O.V., Liubich, V.V., Polianetska, I.O. 2013. Stability of introgressive soft wheat strains to defeat major fungal diseases. In: *Materials of All-Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists*. Uman, 122–123.

60. Liubich, V.V. 2013. Flour output of winter wheat grain yield depending on the variety. In: *Prospects for the development of crop production in the modern economic conditions: Materials of theses of International Scientific-Practical Conference devoted to the 50th anniversary of the beginning of the development of rice production in Ukraine*. Skadovsk, 194.

61. Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Sukhomud, O.G., Voziyan, V.V. 2013. Yield and main quality parameters of soft winter wheat depending on the variety. In: *Topical issues of modern agricultural science: Materials of International Scientific and Practical Conference*. Uman, 63–64.

62. Liubich, V.V., Polianetska, I.O. 2013. Economic and valuable features of new wheat samples in Right Bank Forest-Steppe. In: *Theoretical and applied aspects of biodiversity conservation: Materials of scientific conference of young researchers*. Uman, 75–77.

63. Sukhomud, O.G., Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2013. Evaluation of baking qualities of winter wheat depending on the variety. In: *Phytosanitary security and*

control of agricultural products: Materials of International Scientific and Practical Conference. Boyany, 267–277.

64. Liubich, V.V. 2013. Flour output of winter wheat varieties of different ecological geographical origin. In: *Bulletin of International Scientific-Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of the birth of L.G. Bobrov*. Almaty, 364–365.

65. Liubich, V.V. 2013. Physical characteristics of winter wheat grain quality depending on the variety. In: *Innovative potential of the Ukrainian science of XXI century: Materials of XX All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*. Zaporizhzhia, 22–24.

66. Liubich, V.V. 2014. Estimation of technological properties of grain of no coating spelt variety depending on the level of nitrogen feeding. In: *Materials of All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists*. Rivne: O. Zen, 50–52.

67. Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2014. Spelt coating depending on the variety. In: *Materials of All-Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists dedicated to the 170th anniversary of the founding of Uman NUH*. Uman, 48–49.

68. Liubich, V.V. 2014. Content of anatomical parts of winter wheat grain depending on the variety. In: *Materials of theses of All-Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists*. Odesa, 22–23.

69. Voziyan, V.V., Liubich, V.V. 2014. Technological properties of spelt grain depending on fertilization. In: *Innovative potential of world science of XXI century: Bulletin of 26th International Scientific and Practical Conference*. Zaporizhzhia, 19–20.

70. Liubich, V.V., Polianetska, I.O. 2014. Physical properties of grain of triticale depending on sort and different fractions. In: *Innovative potential of world science of XXI century: Bulletin of 26th International Scientific and Practical Conference*. Zaporizhzhia, 30–31.

71. Liubich, V.V. 2014. Estimated output of flour grain yield of winter wheat depending on varieties. In: *Problems and prospects of development of modern agrarian science: Materials of International Scientific and Practical Internet Conference*. Mykolaiv, 7.

72. Osokina, N.M., Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2014. Starch content of spelt grain depending on fertilization. In: *Topical issues of modern agricultural science: Materials of International Scientific and Practical Conference*. Uman, 161–163.

73. Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2014. Yield and quality of grain of no coating

spelt variety depending on nitrogen fertilizer rates. In: *Agrochemical Service of Ukraine: Role and Place in the Development of the Agro-Industrial Complex of the State: Materials of International Scientific and Practical Conference*. Kyiv, 182–183.

74. Liubich, V.V., Sukhomud, O.G., Polianetska, I.O. 2014. Spelt use in the selection of soft wheat varieties to improve grain quality. In: *Genetics and selection: achievements and problems: Materials of theses of International Scientific Conference*. Uman, 136–137.

75. Liubich, V.V. 2014. Quantity and quality of winter wheat gluten depending on the variety. In: *Modern technologies of growing of grain, legumes and industrial crops: Materials of International Scientific and Practical Internet Conference*. Kherson, 212–215.

76. Osokina, N. M., Liubych, V. V., Voziian, V. V. 2014. Protein and gluten content in spelt grain depending on the variety. In: *New ideas in food science are new products of food industry: materials International Scientific Conference*. Kiev, 193.

77. Osokina, N.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Voziyan, V.V. 2015. Effect of gluten content on the gas-holding ability of spelt flour. In: *Topical issues of modern agricultural science: Materials of III International Scientific and Practical Conference*. Uman, 175–177.

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

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

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

81. Liubych, V. V., Voziian, V. V. 2015. Effect of the degree of spelt grain shelling on the output of groats and its quality. In: *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, 306–309.

82. Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Voziyan, V.V. 2015. Flour yield of spelt grain depending on its moisture and softening. In: *Storage and processing of crop production: education, science, innovations: International Scientific-Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of the outstanding scientist, Doctor of Agricultural Sciences, Professor B.V. Lesik.* Kyiv, 38–39.

83. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Tkachenko, I.Y. 2015. Influence of norms and terms of introduction of nitrogen fertilizers on protein content in spelt wheat grain. In: *Natural agricultural production in Ukraine: problems of formation, prospects of development: International Scientific and Practical Conference.* Dnipropetrovsk, 103–104.

84. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Tkachenko, I.Y. 2015. Winter spelt wheat yield depending on the timing of the introduction of nitrogen fertilizers. In: *Agrochemical and agroecological problems of soil fertility and fertilizer use: Materials of International Scientific and Practical Internet Conference.* Dubliany, 240–247.

85. Karpenko, V.P., Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2015. Influence of protein content on the culinary assessment of rolled groats obtained from grain depending on the variety. In: *Biodiversity conservation in the context of sustainable development: Materials of All-Ukrainian Scientific Conference.* Cherkasy, 75–77.

86. Osokina, N. M., Liubych, V. V., Voziian, V. V. 2015. Output of the whole groats of spelt grain depending on dumping and the duration of softening. In: *Food technologies, bakery products and compound feeds: thesis International Scientific Conference.* Odessa: 17–18.

87. Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Voziyan, V.V. 2016. Bakery properties of spelt grain depending on the variety. In: *Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management: Materials of International Scientific and Practical Internet Conference.* Solenoe Zaimishche, 1908–1914.

88. Liubich, V.V. 2016. Influence of unhusking, humidifying and softening

degree for spelt grain on cereal yield and its quality. In: *Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management: Materials of International Scientific and Practical Internet Conference*. Solenoe Zaimishche, 2462–2470.

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

90. Liubich, V.V., Novikov, V.V., Polianetska, I.O. 2016. Content of essential amino acids in spelt wheat grain depending on the origin of the variety and strain. In: *Newest technologies of growing crops: Materials of theses of V International Scientific and Practical Conference of Young Scientists*. Kyiv, 60–61.

91. Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Zaichuk, O.M. 2016. Grain quality assessment in F₄ and F₅ *T. aestivum* L. / *T. spelta* L. hybrid populations. In: *Materials of International Scientific Conference, on March 16-18, 2016, dedicated to the bright memory of F.N. Parii*. Uman, 215–216.

92. Liubich, V.V. 2016. Estimation of cereal properties of spelt grain by the quality of porridge from rolled groats. In: *Importation-replacing technologies of growing, storing and processing of products of gardening and plant growing: Materials of International Scientific and Practical Conference*. Uman, 59–62.

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

94. Liubych, V. V., Voziiian, V. V. 2016. Spelt grain unit. In: *Selection, genetics and growing technologies of agricultural crops: materials of IV International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists*. Tsentralne, 72.

95. Hospodarenko, G.M., Poltoretskyi, S.P., Liubich, V.V., Vorobiova, N.V., Ulianych, I.F., Kaprii, M.M. 2017. Characteristics of baking properties of grain of various varieties and strains of spelt wheat. In: *Selection, genetics and technologies of crop cultivation: Materials of V International Scientific and Practical Conference of*

Young Scientists and Specialists. Tsentralne, 34–35.

96. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Kyseliova, M.I. 2017. Influence of *Tr. aestivum* L. / *Tr. spelta* L. hybridization on the geometric characteristics of spelt wheat caryopsides. In: *Selection-genetic science and education: Materials of VI International Scientific Conference*. Uman, 157–158.

97. Liubich, V.V., Vorobiova, N.V., Polianetska, I.O. 2017. Formation of baking properties of spelt wheat grain depending on the variety and strains. In: *World herbal resources: the state and prospects of development: Materials of III International Scientific and Practical Conference*. Kyiv, 170–171.

98. Liubich, V.V. 2017. Economic efficiency of processing spelt wheat grain. In: *Innovative development of the agro-industrial complex: socio-economic problems and solutions: Materials of International Scientific and Practical Conference*. Novosibirsk, 165–166.

99. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V. 2017. Effect of spelt wheat fertilizer on the formation of protein and gluten in grain. In: *Ecologically safe, highly productive soil use and fertilizer application: Materials of All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*. Uman, 41–42.

100. Liubich, V., Polianetska, I., Novikov, V., Vorobiova, N., Voziyan, V., Dovgun, R. 2017. Development of separation technology for spelt wheat grain from coating. In: *Scientific achievements of youth to solve problems of human nutrition in XXI century: Materials of 83 International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students*. Kyiv, 174.

101. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V. 2017. Physical properties of grain of winter wheat varieties depending on types, norms and terms of nitrogen fertilizer application. In: *Actual problems of increasing soil fertility and application of agrochemicals in agrophytocenoses: Materials of International Scientific and Practical Conference*. Dubliany, 276–282.

102. Liubich, V.V. 2017. Formation of protein content in grain of varieties and strains of spelt wheat. In: *Genomics and biochemistry of agricultural plants: Materials of International Scientific Conference*. Odesa, 92–94.

103. Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Novikov, V.V., Voziyan, V.V. 2017. Influence of types, norms and terms of nitrogen fertilizer use on bioethanol output from

winter wheat varieties. In: *Newest agricultural technologies: Theory and Practice: Materials of International Scientific and Practical Conference*. Kyiv, 112–113.

104. Liubich, V.V. 2017. Influence of types, norms and terms of nitrogen fertilizer application on the content of protein and gluten in wheat grain. In: *Theory and practice of innovative developments of young scientists in soil-agrochemical science: Materials of All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*. Kharkiv, 40–41.

105. Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Florenko, M.P. 2017. Evaluation of milling grain characteristics of different varieties and strains of spelt wheat. In: *Problems and the present of agrarian science and food: Materials of V Scientific and Practical Internet Conference*. Poltava, 97–98.

106. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V. 2017. Content of amino acids in grain of wheat varieties and strains under the conditions of organic production. In: *Organic production and food safety: Materials of V International Scientific and Practical Conference*. Zhytomyr, 27–32.

107. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Vorobiova, N.V., Novikov, V.V., Voziyan, V.V. 2017. Content of vitamins in grain of spelt wheat varieties depending on the mineral nutrition. In: *Implementing the potential of grain crop varieties is the way to solve food security: Materials of the International Scientific and Practical Conference*. Tsentralne, 113–114.

108. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Kyseliova, M.I., Polianetska, I.O., Novikov, V.V., Voziyan, V.V. 2017. Technical and economic indicators of grain production depending on the type of winter wheat grain. In: *Importation-replacing technologies of growing, storing and processing of products of gardening and plant growing: Materials of International Scientific and Practical Conference*. Uman, 76–77.

Scientific papers that additionally sum up the scientific results of the dissertation

109. Hospodarenko, G.M., Kostogryz, P.V., Liubich, V.V., Parii, F.M., Poltoretskyi, S.P., Polianetska, I.O., Riabovol, L.O., Riabovol, Y.S., Sukhomud, O.G. 2016. *Spelt wheat*. Kyiv: SIK GROUP UKRAINE LLC.

110. Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Voziyan, V.V. 2016. *Use of Triticum aestivum L. to increase wheat productivity*. Saarbrücken, Germany: Lap Lambert Academic Publishing.
111. Liubich, V.V., Hospodarenko, G.M., Poltoretskyi, S.P. 2017. *Quality features of spelt wheat grain*. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing.
112. Hospodarenko, G. M, Liubych, V. V, Polyanetska, I. O., Novikov, V. V., Voziian, V. V. 2015. *Method of culinary estimation of cereal products from triticale and wheat grain*. Patent 104152. Ukraine MIIK A23L 1/10.
113. Liubich, V.V., Hospodarenko, G.M., Polianetska, I.O., Vorobiova, N.V., Novikov, V.V., Voziyan, V.V. 2016. *Method of culinary evaluation of semolina from triticale and wheat grain*. Patent 112842. Ukraine MIIK G01N 33/02.
114. Hospodarenko, G. M, Liubych, V. V, Polyanetska, I. O., Vorobiev, N.V., Novikov, V. V., Voziian, V. V. 2016. *Method for determining the endosperm content in triticale and wheat grain*. Patent 104152. Ukraine, MIIK G01N 33/02.
115. Liubich, V.V., Hospodarenko, G.M., Polianetska, I.O., Vorobiova, N.V., Novikov, V.V., Voziyan, V.V. 2016. *Method of culinary evaluation of wheat extrudate from triticale grain and wheat or cereal products*. Patent 112841. Ukraine MIIK G01N 33/02.
116. Hospodarenko, G.M., Osokina, N.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Petrenko, V.V., Voziyan, V.V. 2016. *Method of laboratory baking of bread from spelt wheat flour*. Patent 109225. Ukraine MIIK MIIK A21D 8/00.
117. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Voziyan, V.V. 2016. *Method of evaluating the quality of spelt bread*. Patent 110269. Ukraine MIIK A21D 8/00.
118. Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2017. *Method of production of rolled groats from spelt wheat*. Patent 115765. Ukraine MIIK A23L 7/00.
119. Liubich, V.V. 2017. *Method for evaluating bread from entire flour of triticale and wheat*. Patent 115922. Ukraine MIIK A21D 8/00.
120. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Vorobiova, N.V., Novikov, V.V., Voziyan, V.V. 2017. *Method for determining the content of gluten-forming proteins in triticale and wheat grain*. Patent 113900. Ukraine MIIK G01N 27/00.
121. Liubich, V.V., Voziyan, V.V., Dovgun, R.V. 2017. *Method of peeling spelt*

wheat grain. Patent 115355. Ukraine МПК А23L 7/00.

122. Liubich, V.V., Voziyan, V.V. 2017. *Method of getting whole wheat groats*. Patent 115198. Ukraine МПК А23L 7/00.

123. Liubich, V.V., Novikov, V.V., Voziyan, V.V. 2017. *Method of laboratory milling of wheat and triticale grain*. Patent 116324. Ukraine МПК В02С 4/00.

124. Liubich, V.V. 2017. *Method of laboratory cake production and evaluation from triticale and wheat flour*. Patent 118060. Ukraine МПК А 21D 8/02.

125. Hospodarenko, G.M., Liubich, V.V., Polianetska, I.O., Novikov, V.V., Voziyan, V.V., Krotkyk, A.S. 2017. *Method of determining confectionery properties of triticale and wheat grain*. Patent 118968. Ukraine МПК А 21D 8/00.

126. Liubich, V.V. 2017. *Method of laboratory preparation and culinary assessment of sugar cookies from triticale and wheat flour*. Patent 118361. Ukraine МПК А 21D 8/00.

127. Liubich, V.V., Novikov, V.V., Voziyan, V.V. 2017. *Method of production of groats from spelt wheat no. 1 and milled spelt groats no. 1, 2, 3*. Patent 118059. Ukraine МПК А 23L 7/00.

128. Liubich, V.V., Novikov, V.V., Voziyan, V.V. 2017. *Method of obtaining cereal products of quick preparation from wheat and triticale grain*. Patent 118058. Ukraine МПК А 23L 7/00.

129. Liubich, V.V. 2017. *Method of laboratory production of sponge cake from triticale and wheat grain and its evaluation*. Patent 118362. Ukraine МПК А 21D 8/00.

ЗМІСТ

	Стор.
УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	48
ВСТУП	50
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ВИДІВ ПШЕНИЦЬ І ПРОДУКТІВ ЙОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ (огляд літератури)	60
1.1 Використання зерна пшениці м'якої та його якість залежно від основних абіотичних чинників та елементів агротехнології	61
1.1.1 Використання зерна	61
1.1.2 Формування якості зерна залежно від погодних умов	62
1.1.3 Фізико-технологічні особливості зерна залежно від сорту	66
1.1.4 Хлібопекарські властивості зерна залежно від сорту	72
1.1.5 Кондитерські властивості зерна	79
1.1.6 Використання зерна пшениці для виробництва біоетанола	80
1.1.7 Якість зерна залежно від елементів агротехнології	81
1.2 Властивості зерна малопоширених видів пшениць	86
1.2.1 Будова та загальна характеристика зерна	87
1.2.2 Особливості біохімічних і технологічних властивостей зерна	88
1.2.3 Якість зерна пшениці спельти залежно від удобрення	94
1.3 Вплив елементів технології перероблення зерна на якість зернопродуктів	94
1.3.1 Напрями перероблення зерна	95
1.3.2 Технології виробництва круп'яних продуктів із зерна злакових культур	98
1.3.3 Вихід та якість круп'яних продуктів і борошна залежно від водотеплового оброблення та луцення	101

Висновки до розділу	110
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ПРОГРАМА, СХЕМА, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	114
2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови	114
2.2 Програма, матеріал і схема дослідів	119
2.3 Методики досліджень	132
РОЗДІЛ 3. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА НОВИХ СОРТІВ І ЛІНІЙ РІЗНИХ ВИДІВ ПШЕНИЦЬ ЗАЛЕЖНО ВІД АБІОТИЧНИХ І БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ	140
3.1 Урожайність та якість зерна різних видів пшениць (м'яка, щільноколоса, ефіопська)	140
3.2 Продуктивність різних видів пшениць (м'яка, спельта)	165
3.2.1 Урожайність та якість зерна спельтоподібних і неспельтоподібних ліній різних видів пшениць (м'яка, спельта)	165
3.2.2 Хіміко-технологічне оцінювання зерна різних сортів і ліній пшениці спельти	169
Висновки до розділу	193
РОЗДІЛ 4. ЯКІСТЬ ЗЕРНА Й ЗЕРНОПРОДУКТІВ НОВИХ СОРТІВ І ЛІНІЙ РІЗНИХ ВИДІВ ПШЕНИЦЬ (М'ЯКА, СПЕЛЬТА, ЩІЛЬНОКОЛОСА, ЕФІОПСЬКА)	200
4.1 Технологічне оцінювання зерна різних видів пшениць (м'яка, щільноколоса, ефіопська) і продуктів його перероблення	200
4.1.1 Технологічні властивості зерна	200
4.1.2 Хлібопекарські, круп'яні, кондитерські властивості зерна та їхній вплив на якість готових продуктів	208
4.2 Технологічне оцінювання зерна різних сортів і ліній пшениці спельти	223
4.2.1 Технологічні властивості зерна	223
4.2.2 Вихід і якість борошна із зерна пшениці спельти	237
4.2.3 Хлібопекарські властивості зерна та якість хліба	242

4.2.4 Оцінювання якості макаронів із крупки пшениці спельти	252
4.2.5 Вихід і якість круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти	255
4.2.6 Кондитерські властивості зерна пшениці спельти	260
Висновки до розділу	266
РОЗДІЛ 5. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ І ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ	277
5.1 Продуктивність пшениці м'якої за тривалого (з 1965 р.) застосування добрив у польовій сівозміні	277
5.1.1 Урожайність	277
5.1.2 Вміст радіонуклідів і мікроелементів у зерні	280
5.1.3 Вміст білка та клейковини у зерні	284
5.2 Урожайність і технологічні властивості зерна пшениці м'якої залежно від удобрення	289
5.2.1 Урожайність	289
5.2.2 Вміст хімічних елементів	291
5.2.3 Вміст вітамінів	293
5.2.4 Вміст білка та амінокислот	295
5.2.5 Фізичні та хлібопекарські властивості	299
5.2.6 Вихід біоетанола	305
5.3 Формування врожайності та технологічних властивостей зерна пшениці спельти за різного мінерального живлення	310
5.3.1 Урожайність	310
5.3.2 Вміст хімічних елементів	311
5.3.3 Вітамінний комплекс	313
5.3.4 Вміст білка та амінокислот	315
5.3.5 Фізичні та хлібопекарські властивості	319
Висновки до розділу	326
РОЗДІЛ 6. ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНОПРОДУКТІВ ЗАЛЕЖНО	333

ВІД СКЛАДОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ЗЕРНА ВИДІВ ПШЕНИЦЬ	
6.1 Вихід і якість круп залежно від типу твердості зерна пшениці м'якої	333
6.2 Вплив зволоження й відволоження зерна пшениці спельти на вихід і якість борошна	342
6.3 Вихід і якість круп залежно від водотеплового оброблення зерна пшениці спельти	354
6.4 Вплив пропарювання на вихід крупи плющеної із зерна пшениці спельти	362
6.5 Удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із пшениці спельти	370
Висновки до розділу	374
РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОПРОДУКТІВ ІЗ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ	378
7.1 Техніко-економічні показники виробництва зернопродуктів	378
7.1.2 Економічна ефективність виробництва круп	378
7.1.2 Техніко-економічні показники виробництва борошна	381
Висновки до розділу	383
ВИСНОВКИ	385
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЕРЖАВНИМ, НАУКОВО-ДОСЛІДНИМ УСТАНОВАМ І ВИРОБНИЦТВУ	391
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	392
ДОДАТКИ	464

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 значимості змінної;

о. п. – одиниць приладу;

ANOVA – дисперсійний аналіз;

LPP – Любич–Парій–Полянецька;

ІНАК – індекс незамінних амінокислот;

ІКО – індекс комплексного оцінювання;

КЕМ – коефіцієнт ефективності метаболізації;

ІРЧ – індекс розміру часточок;

к – індекс лущення;

Р – Полянецька;

НАК – Нінієва Аліна Костянтинівна;

ТВ – Твердохліб;

ВЖКЯ – вірус жовтої карликовості ячменю;

АОА – антиоксидантна активність;

ГДК – гранично допустима концентрація;

Вал валін;

Іле ізолейцин;

Лей лейцин;

Ліз лізин;

Мет метіонін;

Тре треонін;

Три триптофан;

Фен фенілаланін;

Ала	аланін;
Арг	аргінін;
Асп	аспарагінова кислота;
Гіс	гістидин;
Глі	гліцин;
Глю	глутамінова кислота;
Про	пролін;
Сер	серин;
Тир	тирозин;
Цис	цистин.

ВСТУП

Пшениця – основна зернова культура, яка є джерелом продуктів харчування для людей і кормом для сільськогосподарських тварин, завжди ліквідна, становить основу продовольчої бази національної економіки [37, 519, 632]. Вона забезпечує 20 % потреби білка, необхідного для здорового харчування людини [627]. Жодна інша злакова рослина не має стільки сортів і сортів і ліній як пшениця [1].

Проблема якості пшениці, як і питання чинників, під впливом яких вона формується, цікавить як селекціонерів, що створюють нові сорти, агрономів, що їх вирощують, так і хлібних інспекторів, які визначають якість пшениці. Так само ця проблема стосується мірошників, що переробляють зерно в борошно, хлібопекарів, що випікають хліб з цього борошна, та біохіміків, що вивчають хімічний склад і властивості складових пшеничного зерна [722].

Вивчення основних механізмів і закономірностей реакції рослин на оптимальні та субоптимальні умови цих чинників мають важливе значення для розроблення стратегій управління якістю, а також для підвищення ефективності використання ресурсів в умовах їхнього дефіциту [533–535]. Застосування добрив – важливий елемент агротехнології вирощування пшениці. Для цього необхідно проводити всебічне вивчення й удосконалення системи застосування добрив з урахуванням особливостей сорту [561].

Обґрунтування вибору теми дослідження. Одним із пріоритетних завдань харчової промисловості є виробництво продуктів підвищеної біологічної цінності. Серед провідних сільськогосподарських культур пшениця посідає чільне місце і є основою харчового раціону населення багатьох країн. Вирішити проблему виробництва рослинного білка, цінного для хлібопекарського й кондитерського виробництва, можна за використання зерна малопоширених видів, інтрогресивних, міжвидових сортів і ліній пшениць.

Світовою і вітчизняною практикою визнано, що якість зерна пшениці залежить від селекційно-генетичних особливостей сорту, удобрення, особливо

азотного, а зернопродуктів, крім цього, від параметрів його перероблення.

Реалізація адаптивного потенціалу сорту визначає стійкість пшениці до абіотичних і біотичних чинників навколишнього природного середовища. Колективом Уманського НУС (Парій Ф. М., Новак Ж. М., Полянецька І. О.) гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. виведено сорти пшениці спельти Зоря України, Європа та високобілковий сорт пшениці м'якої Артемісія. Зерно пшениці ефіопської має високі антиоксиданту активність та вміст білка, а пшениця щільноколоса – високу продуктивність, екологічну стабільність і пластичність, проте для зерна цих видів не встановлено ефективних напрямів його використання.

У зерні пшениці м'якої міститься білок глютен, який у 5 % населення викликає алергію. Його менше в зерні пшениці спельти, тому вітчизняні й закордонні виробники успішно задовольняють зростаючий попит на нього. При цьому в науковій літературі відсутні дані щодо оптимальних режимів водотеплового оброблення такого зерна для виробництва борошна і круп'яних продуктів.

Проблема полягає в тому, що існуюче нині вітчизняне виробництво зерна пшениці не задовольняє зростаючий попит на високоякісні продукти з нього. На основі узагальнення наукового, методичного й економіко-маркетингового аналізів означеної проблеми нами сформульовано концепцію дисертаційної роботи, яка полягає в теоретичному обґрунтуванні формування якості зерна видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) залежно від абіотичних і біотичних чинників, удобрення, якості зернопродуктів залежно від параметрів первинного перероблення.

Наукове обґрунтування та практична реалізація поставлених завдань сприятиме максимальному використанню потенціалу зерна малопоширених видів пшениць.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.

Тема дисертації пов'язана з науково-дослідною роботою, що виконувалась упродовж 2008–2017 рр. згідно з програмою наукових досліджень Уманського національного університету садівництва за напрямом «Оптимальне

використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» за завданням «Визначити адаптивні реакції нових сортів і гібридів сільськогосподарських культур на природну та ефективну родючість ґрунтів і удобрення» (№ ДР 0101U004495), «Розробка сучасних конкурентоспроможних технологій виробництва харчових продуктів рослинного походження» підпрограми «Технологічна оцінка зерна нових сортів зернових та круп'яних культур з метою визначення придатності їх до переробки» за завданням «Розроблення конкурентоспроможних технологій післязбиральної обробки, зберігання та переробки зерна і насіння з урахуванням природних умов вирощування та технологій виробництва» (№ ДР 0101U004498), «Розробка технологій зберігання і переробки продуктів рослинництва» тематики науково-дослідної роботи кафедри технології зберігання і переробки зерна «Розробка інноваційних і конкурентоспроможних технологій післязбиральної обробки, зберігання і переробки зерна та насіння залежно від умов вирощування і технологій виробництва» (№ ДР 0116U003208), «Розробка та впровадження у виробництво інноваційних продуктів із зерна пшениці спельти» (№ ДР 0117U000493), де автор був безпосереднім виконавцем досліджень.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – встановити закономірності й теоретично обґрунтувати формування якості зерна видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) залежно від умов вирощування, оптимізувати процеси первинного перероблення для отримання високоякісних зернопродуктів.

Для досягнення мети поставлено такі **завдання**:

- визначити врожайність та якість зерна нових сортів і ліній досліджених видів пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників;
- оцінити урожайність і технологічні властивості зерна нових сортів пшениці м'якої й пшениці спельти залежно від умов мінерального живлення;
- провести екотоксикологічне оцінювання зерна пшениці м'якої після тривалого (50 років) застосування різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні;
- встановити особливості формування врожайності зерна пшениці м'якої,

накопичення в ньому білка й клейковини залежно від попередника за тривалого (50 років) застосування добрив у польовій сівозміні;

- провести технологічний аналіз зерна нових сортів і ліній різних видів пшениць та продуктів його перероблення;

- розробити методики визначення якості зернопродуктів;

- удосконалити методики визначення вмісту ендосперму та клейковиноутворювальних білків у зерні пшениці;

- комплексно оцінити зерно малопоширених видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) і запропонувати рішення ефективного використання їх зерна;

- удосконалити технологічний процес луцення зерна пшениці м'якої різної твердості;

- встановити вплив водотеплового оброблення на вихід і якість борошна із зерна пшениці спельти;

- розробити оптимальні параметри зволоження й відволоження зерна для виробництва крупи з пшениці спельти №1 і круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3;

- дослідити вплив режимів пропарювання на вихід і якість крупи плющеної з пшениці м'якої й пшениці спельти;

- удосконалити технології виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти;

- розробити нормативні документи з виробництва крупи з пшениці спельти №1, круп з пшениці спельти подрібнених № 1, 2, 3 і крупи плющеної;

- встановити економічну ефективність виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці м'якої й пшениці спельти;

- провести промислову апробацію нових параметрів первинного перероблення зерна пшениці спельти.

Об'єкт дослідження – процеси формування врожаю та якості зерна різних видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) залежно від умов вирощування та вихід і якість зернопродуктів – від технології його перероблення.

Предмет дослідження – зерно різних видів пшениць, його хіміко-технологічні властивості залежно від погодних умов, сорту й удобрення, формування якості

зернопродуктів залежно від елементів технології первинного перероблення.

Методи дослідження. Проблему вирішували поєднанням теоретичних та експериментальних досліджень. Для реалізації визначених завдань дослідження використано комплекс загальноприйнятих і спеціальних методів, спрямованих на отримання об'єктивних і вірогідних результатів: польові, хімічні, фізико-хімічні, аналітичні, органолептичні, інформаційні, статистичні, а також економічний, метод експертального оцінювання та математичного моделювання, що виконано із використанням сучасних принципів і технологій. Хімічні та фізико-хімічні аналізи зерна проводили стандартизованими і загальноприйнятими методами з використанням сертифікованих приладів та обладнання.

Наукова новизна отриманих результатів. Теоретична новизна роботи полягає у вирішенні науково-прикладної проблеми та виявленні загальних закономірностей формування якості зерна видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) залежно від абіотичних і біотичних чинників, селекційно-генетичних особливостей сорту, удобрення, а зернопродуктів – від параметрів первинного перероблення.

Вперше:

- на основі комплексного оцінювання хіміко-технологічних властивостей зерна розроблено моделі сортів пшениці м'якої та спельти для визначення його придатності для перероблення;

- встановлено, що за перероблення зерна пшениці спельти і ліній пшениці м'якої, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L., забезпечується висока кулінарна якість готових продуктів, а зерна пшениці щільноколосої та ефіопської – високі хлібопекарські та круп'яні властивості;

- з'ясовано механізм впливу абіотичних і біотичних чинників на формування якості зерна нових сортів і ліній різних видів пшениць; встановлено позитивну залежність між вмістом білка і високорослістю сорту пшениці спельти та негативний вплив листових хвороб на його вміст у зерні пшениці м'якої;

- встановлено різний вплив тривалого (50 років) застосування добрив у

польовій сівозміні на вміст радіоактивних нуклідів і важких металів у зерні пшениці м'якої; вищу якість зерна забезпечують мінеральна й органічно-мінеральна системи удобрення, нижчу – органічна;

– оцінено технологічні та хлібопекарські властивості зерна нових сортів пшениці м'якої залежно від мінерального живлення; встановлено, що зерно сорту Артемісія, отриманого гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., за вмістом білка (22,3 % проти 13,9 %) має вищу біологічну цінність порівняно із зерном сорту Тронка при внесенні $N_{60} S_{70} + N_{60}$ на фоні $P_{60}K_{60}$;

– проаналізовано технологічні властивості зерна різних сортів пшениці спельти залежно від мінерального живлення; встановлено, що зерно пшениці спельти сорту Зоря України має вищу біологічну цінність за вмістом мінеральних елементів, вітамінів та есенційних амінокислот порівняно із зерном пшениці м'якої; застосування азотних добрив підвищує у зерні вміст білка – від 18,7–19,9 до 23,2–25,1 %; застосування комплексу $P_{60}K_{60} + N_{60} S_{70} + N_{60}$ істотно поліпшує технологічні властивості зерна сортів пшениці спельти ;

– уточнено основні технологічні параметри виробництва крупи і борошна із зерна пшениці м'якої та спельти; встановлено, що в технології виробництва крупи цілої зволоження зерна пшениці до вологості 15,0–15,5 % з відволоженням упродовж 30–60 хв забезпечує підвищення виходу крупи на 40 %; ефективніше пропарювати крупу з пшениці № 1 упродовж 10–15 хв і відволожувати 5–10 хв; зволоження зерна до вологості 15,0–15,5 % з відволоженням упродовж 15–20 год забезпечує вихід борошна односортного помелу із зерна пшениці спельти до 86 %.

Дістало подальший розвиток:

– наукове обґрунтування і практичне підтвердження можливості перероблення зерна малопоширених видів пшениці для виробництва продуктів високої біологічної цінності зі збалансованим хімічним складом;

– експериментальне обґрунтування впливу параметрів вальцювого верстата та способів водотеплового оброблення на вихід і якість зернопродуктів.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробленні рекомендацій щодо визначення придатності зерна нових сортів і ліній різних видів

пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) для перероблення, а також визначення оптимальних параметрів водотеплового оброблення зерна пшениці м'якої і спельти, які забезпечують отримання крупи високої якості. Розроблено технологічні інструкції з виробництва круп із зерна пшениці спельти: № 1, подрібнених № 1, 2, 3 і плющених, що використовують у технологічному процесі підприємств малої продуктивності.

Удосконалено методики визначення: вмісту ендосперму – «Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці» (пат. № 112304), клейковиноутворювальних білків – «Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале і пшениці» (пат. № 113900), кондитерських властивостей зерна – «Спосіб визначення кондитерських властивостей зерна тритикале і пшениці» (пат. № 118968), лабораторного випікання хліба й кондитерських виробів – «Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти» (пат. № 109225), «Спосіб лабораторного виготовлення та оцінки кексу з борошна тритикале і пшениці» (пат. № 118060), «Спосіб лабораторного виготовлення та кулінарної оцінки печива цукрового з борошна тритикале і пшениці» (пат. № 118361), «Спосіб лабораторного виготовлення бісквіта з борошна тритикале і пшениці та його оцінка» (пат. № 118362), кулінарного оцінювання продуктів – «Спосіб оцінки якості хліба зі спельти» (пат. № 110269), «Спосіб кулінарної оцінки екструдату із зерна тритикале та пшениці або круп'яних продуктів» (пат. № 112841), «Спосіб кулінарної оцінки крупи манної із зерна тритикале та пшениці» (пат. № 112842), «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці» (пат. № 104152), «Спосіб оцінювання хліба з обойного борошна тритикале і пшениці» (пат. № 115922).

Розроблено «Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти» (пат. № 115355), «Спосіб отримання крупи цілої зі спельти» (пат. № 115198), «Спосіб виробництва крупи з пшениці спельти № 1 і подрібнених із пшениці спельти № 1, 2, 3» (пат. № 118059), «Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти» (пат. № 115765), «Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале» (пат. № 118058), «Спосіб

лабораторного розмелювання зерна пшениці та тритикале» (пат. № 116324).

Розроблену технологію очищення зерна пшениці спельти описано в навчальному посібнику «Технологія зберігання зерна з основами захисту від шкідників» (Осокіна Н. М., Мостов'як І. І., Герасимчук О. П., Любич В. В. та ін., Київ, 2016).

Основні результати досліджень впроваджені в технологічному процесі зернопереробних підприємств: навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва (акт від 26.10.2016 р.), ТОВ «Надія» Тальнівського району Черкаської області (акт від 24.11.2016 р.), ФГ «Світоч-2006» Монастирищенського району Черкаської області (акт від 12.04.2017 р.), ТОВ «Агресс-М» Уманського району Черкаської області (акт від 18.05.2017 р.), ПрАТ «Лебединський насінневий завод» Шполянського району Черкаської області (акт від 13.07.2017 р.), філії ПрАТ «Зернопродукт МХП» «Елеваторний комплекс» Тульчинського району Вінницької області (акт від 14.09.2017 р.), «Краснопілочка» ФОП Федько Д. О. Уманського району Черкаської області (акт від 24.10.2017 р.), СТОВ ім. Б. Хмельницького Тростянецького району Вінницької області (акт від 21.11.2017 р.), а також використовуються в навчальному процесі Уманського національного університету садівництва (акт від 15.12.2017 р.).

Особистий внесок здобувача. Автор опрацював і узагальнив вітчизняні й закордонні джерела літератури, на основі чого визначив проблему, обґрунтував важливість її вирішення для поліпшення забезпечення населення високоякісним зерном і сформулював концепцію комплексних досліджень, провів польові досліді і лабораторні дослідження, проаналізував експериментальний матеріал, сформулював основні положення, висновки та рекомендації виробництву, забезпечив впровадження результатів досліджень у виробництво, особисто та у співавторстві опублікував статті за темою дисертації. Разом із І. О. Полянецькою вивчив технологічні властивості окремих ліній пшениці спельти, з В. В. Возіян і В. В. Новіковим – проаналізував та обґрунтував особливості перероблення зерна пшениці спельти, що підтверджено представленими документами і науковими публікаціями.

Апробація матеріалів дисертації. Основні результати виконаних досліджень доповідались і обговорювались на наукових конференціях науково-педагогічних

працівників Уманського НУС (Умань, 2012–2017), Міжнародній науковій конференції, присвяченій 125-річчю з дня народження М. І. Вавилова (Велика Бакта, 2012), Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі – стан і перспективи» (Харків, 2012), Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні» (Київ, 2012), Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату» (Мелітополь-Кирилівка, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції «Фітосанітарна безпека та контроль сільськогосподарської продукції» (Бояни, 2013), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційний потенціал української науки – XXI століття» (Запоріжжя, 2013, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції «Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва» (Миронівка, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції «Научное обеспечение картофелеводства, овощеводства и бахчеводства: перспективы и достижения» (Алматы, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах» (Скадовськ, 2013), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Раціональне використання земельних ресурсів, збереження і підвищення родючості ґрунтів» (Рівне, 2014), Всеукраїнській науковій конференції молодих вчених «Інновації в сучасній селекції та генетиці сільськогосподарських культур» (Одеса, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості» (Київ, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції «Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації» (Київ, 2015), II International conference «Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality» (Nitra, 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» (Одеса, 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку» (Дніпропетровськ (нині Дніпро), 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» (Вінниця, 2016), International conference for young

researchers «Multidirectional research in agriculture, forestry and technology» (Krakow, 2016), Міжнародній науково-практичній конференції «Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату» (Дніпро, 2017), Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті» (Біла Церква, 2017), Міжнародній науковій конференції «Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин» (Одеса, 2017), Міжнародній науковій конференції «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ ст.» (Київ, 2017).

Публікації. Основні положення дисертації викладено у 129 наукових працях, із них: три монографії; 45 статей (19 – у наукових фахових виданнях України, з яких сім публікацій входять до міжнародних наукометричних баз, дві – у періодичних виданнях інших держав, 24 – в інших виданнях); 18 патентів України на корисну модель; 63 тези доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 680 сторінках, з яких 308 – основного тексту, що складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, рекомендацій виробництву, включає 242 таблиці та 74 рисунки. У додатках 145 таблиць і три рисунки, технологічні інструкції, патенти, акти впровадження та список опублікованих праць за темою дисертації. Список використаних джерел містить 736 найменувань, з яких – 183 латиницею.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦЬ І ПРОДУКТІВ ЙОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ (огляд літератури)

Зернові культури мають важливе значення в харчуванні людини, тому що забезпечують 40–75 % загального споживання вуглеводів і білка [47, 225, 413, 453].

Нині відомо 26 природних і понад 30 синтезованих видів, амфіплоїдів і автополіплоїдів пшениці. Виробниче значення мають такі пшениці: однозернянка, польська, тургідна, полба, персидська, тверда, ефіопська, Тимофєєва, м'яка, щільноколоса, спельта, шароподібна [211].

Рід *Triticum* L. відіграв вирішальну роль у розвитку цивілізації і становленні культури людини. Згідно узагальнення проведених досліджень місце походження європейської античної культури і області еволюції роду *Triticum* L. співпадають [665].

Із усіх видів найпоширеніша пшениця м'яка. Її вирощують на п'яти континентах. Це основна продовольча культура багатьох країн світу. Саме вид *Triticum aestivum* L. сконцентрував увагу вчених, оскільки її генотип дозволяє створювати сорти, які задовольняють вимоги інтенсивного землеробства, площа вирощування якої становить близько 6,5 млн га [37].

Характерними ознаками пшениці м'якої є нещільний колос, в якому лицьова сторона ширша, ніж бічна. Колосові луски широкі і захищають квітки. На колосовій лусці кіль розвинутий слабо і зникає в основі луски, а зверху закінчується зубцем, інколи нагадує остеподібний придатак [444]. У колоску розвивається від двох до п'яти квіток. Зерно борошністе або напівсклоподібне, а в сильних пшениць склоподібне. У зернівці на протилежному боці від зародка розвивається чубчик [371].

Щодо врожайності, то в середньому за 2007–2008 рр. створені сорти пшениці м'якої озимої вперше сформували у державному сортовипробуванні рекордні врожаї зерна: Смуглянка – 11,52 т/га, Золотоколоса – 11,73 і Фаворитка – 12,41 т/га [193, 263, 464, 601].

Рівень урожайності пшениці м'якої озимої, що вже досягнуто, не є граничною

межею її потенційної продуктивності. Про це свідчать дані врожаю, одержані на мікроділянках фітотронів, де продуктивність пшениці сягала 1,8–2,2 кг/м², що в перерахунку на 1 га становить 18,0–22,0 т/га. Не зважаючи на всю умовність такого перерахунку, ці дані показують надзвичайно високу можливу продуктивність пшениці за оптимізації умов росту та розвитку [445]. Проте з підвищенням урожайності якість зерна в останній час знизилась [30, 60, 203].

Біохімічний склад зерна та його технологічні властивості формуються під впливом біологічних особливостей сорту, елементів агротехнології, ґрунтово-кліматичних умов у період вегетації, прийомів і режимів післязбиральної обробки [113, 120, 160, 164, 712].

Якість зерна пшениці – основний показник агротехнології. Найефективніше на останню впливає застосування добрив, особливо, азотних і використання інтенсивних сортів [2, 526, 556, 585].

1.1 Використання зерна пшениці м'якої та його якість залежно від основних абіотичних чинників та елементів агротехнології

1.1.1 Використання зерна. Зерно пшениці – основна сировина для виробництва борошна, з якого виготовляють хліб, хлібобулочні, макаронні, кондитерські вироби та круп'яні продукти [579].

Кондитерська промисловість належить до галузей, що динамічно розвиваються не лише в Україні, а й у всьому світі. Будь-який економічний розвиток неможливий без активізації інноваційної діяльності, оновлення та модернізації виробничих засобів і розробки нової конкурентоспроможної продукції. Ємність внутрішнього ринку кондитерських виробів становить близько 1 млн т/рік, де частка борошняних кондитерських виробів зазвичай близько 40 % [245].

Національний ринок кондитерських виробів – один із найбільш розвинених у вітчизняній харчовій промисловості, а кондитерське виробництво є одним з привабливих для інвесторів. Нині на ринку працює 29 великих спеціалізованих підприємств і багато дрібних цехів [245]. Інтерес до виробництва таких продуктів

постійно зростає. На якість кондитерських виробів впливають технологічні властивості інгредієнтів, з яких борошно має основне значення. Проте технологічні властивості кондитерського борошна істотно відрізняються від хлібопекарського. Крім цього зерно пшениці використовують для виробництва біоетанола [652].

1.1.2 Формування якості зерна залежно від погодних умов. Погодні умови – один із основних чинників життя рослин, який важко піддається активному впливу на відміну від елементів агротехнології. Погодні умови останніх років характеризується високою амплітудою змін температури і нерівномірністю випадання опадів [4, 5]. Почастішали випадки переважання екстремальних погодних умов на різних етапах органогенезу рослин пшениці, що впливає на якість зерна [28, 132, 162]. М. Кульбіда [236] зазначає, що негативні наслідки потепління можуть призвести до зменшення площі вирощування зернових на 15–30 %. Всесвітньою метеорологічною організацією обраховано, що втрати від стихійних гідрометеорологічних явищ у світі становлять 500 млрд дол., що становить 65 % від загального обсягу збитків [6].

На думку А. П. Білітюка [38], вплив погодних умов на формування продуктивності зернових становить 20–40 % залежно від агротехнології. У роки з екстремальними погодними умовами вплив чинника «погода» на продуктивність культур може зростати до 60–70 %. Тому сучасна тенденція потепління потребує постійного вдосконалення агротехнології. Як зазначають О. О. Созінов і В. Г. Козлов [461], вміст білка в зерні на 70 % залежить від умов вирощування і на 30 % – від сортових особливостей, проте якість білкового комплексу – навпаки.

Із усіх показників, що формують якість зерна пшениці від погодних умов найбільше змінюється вміст білка [449, 460]. Оскільки він є визначальним у формуванні білково-протеїназного комплексу, а з ним пов'язаний вуглеводно-амілазний, то очевидно, що зміни вмісту білка та його складу будуть впливати майже на весь комплекс цих показників. Проте лінійні розміри і вміст анатомічних складових майже не змінюються від ґрунтово-кліматичних умов [517]. Так, у дослідженнях І. В. Пахотіної [392] довжина зернівок пшениці лише від 7,2 мм до 7,7 мм, ширина – від 3,0 до 3,3, а товщина – від 3,0 до 3,1 мм залежно від року проведення досліджень.

Таку тенденцію також встановлено для глибини і ширини петлі борозенки.

Білковий комплекс зерна пшениці складається з великого набору індивідуальних білків, які відрізняються амінокислотним складом, функціями і фізико-хімічними властивостями [730]. Відомо, що вміст білка – генетично контрольована ознака, величина якої визначається взаємодією відповідних генів з умовами навколишнього природного середовища [488]. В його детермінації беруть участь не лише гени, які безпосередньо контролюють здатність зернівок до біосинтезу білка, а й гени, які контролюють ознаки морфологічного та фізіологічного характеру. Вміст білка в зерні, його склад та властивості є проявом сортової специфічності культур і визначають технологічні й харчові властивості зерна [574, 723]. Вміст білка в умовах Правобережного Лісостепу на 9–24 % залежить від погодних умов, 11–21 – родючості ґрунту, 11–17 – сорту, 2–7 – удобрення та 1–5 % – від обробітку ґрунту і може змінюватися від 10 % до 21 % залежно від погодних умов [166, 235].

М. Кульбідовою [238] виявлено, що регіони вирощування високобілкової пшениці знаходяться між ізолініями амплітуди температури 20–40 °С, а низькобілкової – 10–15 °С. За помірно посушливих погодних умов зерно пшениці озимої містить більше білка за вмісту 70–80 мм вологи у метровому шарі ґрунту. Зменшення запасів вологи сприяє формуванню дрібного та щуплого зерна, що негативно впливає на його технологічні властивості. Особливо ця тенденція проявляється за умов низької відносної вологості повітря та підвищеної температури у період досягання зерна [162, 616].

Багатьма дослідженнями [17, 79, 267, 383] встановлено, що вміст білка в зерні також залежить від кількості опадів і температури повітря впродовж вегетації. За даними П. М. Жуковського [169], в роки, що відрізнялися високою температурою повітря та дефіцитом вологи, вміст білка в зерні пшениці підвищувався внаслідок скорочення тривалості вегетаційного періоду та завдяки реутилізації азоту. Інтенсивний відтік азоту з вегетативних частин рослини пояснюється руйнуванням білка цитоплазми [262]. Це підтверджено дослідженнями I. Tahir [721].

За умов посухи, на тлі загального зниження врожайності вміст білка в зерні може навіть дещо зростати [17, 237]. За низьких температур у період досягання та

високого забезпечення рослин азотом у зерні збільшується вміст вільних амінокислот на тлі зниження вмісту білка [660].

Між кількістю опадів і вмістом білка в зерні існує обернений тісний зв'язок ($r = -0,98$). За посушливих умов вегетаційного періоду вміст білка в зерні вищий, ніж у роки з більшою кількістю опадів, оскільки підвищена температура повітря прискорює накопичення азотовмісних сполук у зерні [182, 244].

Проте за результатами досліджень Г. П. Жемели [166] між температурою повітря в період досягання зерна пшениці озимої та вмістом білка існує середній кореляційний зв'язок ($r = 0,48-0,61$), а з гідротермічним коефіцієнтом – обернений помірний ($r = -0,31 - -0,42$).

Іншими вченими [19, 133, 165, 219, 684] встановлено, що погодні умови у період формування генеративних органів рослин пшениці найбільше впливають на якість зерна. Висока температура сприяє поліпшенню якості, проте лише за нетривалої дії. Найбільше на вміст азотовмісних сполук у зерні впливає сума температур вище 30 °C ($r = 0,41-0,62$).

Дослідження Л. А. Цильке [532] свідчать, що кореляційний зв'язок показників якості з метеорологічними умовами неоднозначний. Так, у період досягання зерна кореляційний зв'язок між температурою повітря та седиментацією і вмістом клейковини був відсутній. Найбільшим він був з показниками розрідження тіста та якістю клейковини ($r = -0,60$ і $r = -0,45$). Подібну тенденцію встановлено в дослідженнях В. А. Сапегіна [440].

Між сумою опадів у фазу колосіння пшениці та вмістом білка, показником седиментації, вмістом клейковини, силою борошна та об'ємом хліба встановлено прямий істотний і високий кореляційні зв'язки з коефіцієнтом кореляції відповідно 0,84; 0,66; 0,66; 0,79 і 0,86 [443]. Вплив відносної вологості повітря на якісні показники зерна досліджуваних сортів подібний [390].

Синтез різних фракцій білка пшениці також залежить від погодних умов. О. І. Рибалком [422] встановлено, що в умовах дефіциту вологи синтез спирторозчинної фракції білка переважає лугорозчинну. Проте Н. Siedler [715] зазначає, що оптимальне забезпечення вологою передусім позитивно впливає на

фізичні показники якості – масу 1000 зерен і натуру зерна. Так, за посушливих умов натура зерна на 7,4–8,0 г менша порівняно з достатньо зволеним [124]. За рахунок гідротермічних умов формування маси 1000 зерен може змінюватися на 10 г [7]. У вологий рік також можуть зростати показники числа седиментації та об'єму хліба [68].

Г. П. Жемелою [161] встановлено, що погодні умови суттєво впливають на ефективність елементів агротехнології. Так, за однакових ґрунтово-кліматичних умов та екстенсивного землеробства частка родючості ґрунту для формування якості зерна пшениці становить 40 %, погоди – 20, елементів інтенсифікації – 20 %. За інтенсивної агротехнології частка природної родючості знижується до 10 %, погоди – до 15, а елементів інтенсифікації – до 65 % [220]. Застосування пластичних сортів і добрив сприяє ефективнішому використанню вологи. Так, на утворення кожної тонни зерна на неудобрених ділянках витрачалось 614 т вологи, а на удобрених – 399 т [642].

За однакових погодних умов вміст білка в зерні пшениці озимої залежить від сорту. Так, у зерні сорту Манжелія він становив 12,3 %, а в зерні сорту Форна – 13,9 % [166]. Дослідження М. В. Костащук і Р. М. Липитан [222] свідчать, що клейковина може або зовсім не формуватись, або її вміст змінюватись від 12,0 % до 36,7 % залежно від сорту, а залежно від року – від 20,2 % до 36,7 %. Очевидно, що вміст білка та клейковини залежать від адаптивних властивостей сорту.

Дослідження Н. М. Карманенка [189] свідчать, що ефективність застосування азотних добрив також залежить від кількості опадів і їх розподілення впродовж вегетації пшениці. Застосування азотних добрив напровесні ефективно за умови достатнього забезпечення рослин вологою. Запізнення з цим заходом або нестача вологи у ґрунті зменшують урожайність зерна. С. А. Джари [125] доведено, що за посушливих умов навесні осіннє внесення азоту ефективніше порівняно з весняним.

Дія добрив тісно пов'язана з кількістю вологи у період максимальної потреби рослин пшениці в елементах живлення [189]. Якщо в цей період у ґрунті вологи недостатньо, то внесені добрива, в зв'язку з низькою інтенсивністю їх надходження в рослини та ослабленням через дефіцит вологи всіх фізіологічних процесів,

зменшують свою ефективність. Через відсутність вологи у пізніший період онтогенезу, добрива можуть вплинути негативно в зв'язку з тим, що рослини більш розвинені на удобрених фонах і сильніше страждають від нестачі вологи. Добрива також можуть негативно впливати на продуктивність за надлишку вологи, коли на удобрених ділянках пшениця сильно вилягає. При цьому якість зерна формується низькою [77, 118].

Вважається, що для формування оптимального вмісту білка в зерні пшениці в умовах достатнього забезпечення вологою необхідно поліпшувати азотний режим живлення [121, 196]. Так, за теплих умов з достатньою забезпеченістю вологою вміст білка в зерні пшениці озимої зростав від 9,7 % до 13,2 % у варіанті застосування 150 кг/га д. р. азотних добрив, за прохолодніших умов з достатнім зволоженням – від 12,2 до 13,9, а за холодних з дефіцитом вологи – від 12,5 до 14,9 %. Подібно амінокислотний склад зерна [176]. Отже, застосування азотних добрив знижує негативний вплив елементів погоди на вміст білка в зерні пшениці озимої.

Зазвичай погодні умови впливають на висоту рослин, площу листкової поверхні та стійкість до ураження хворобами, що по-різному змінює біохімічний склад зерна пшениці. Високорослі сорти пшениці (понад 100 см) здатні формувати високий вміст білка (понад 15 %) за умови високої стійкості до вилягання. Рослини сортів з висотою менше 95 см не завжди формують достатній вміст білка, оскільки мають або низьку реутилізаційну здатність, або менше накопичують азоту в надземній масі [199].

Отже, якість зерна пшениці залежить від погодних умов, особливо, в період формування зернівки. Ефективність елементів агротехнології залежить від кількості опадів і температури повітря.

1.1.3 Фізико-технологічні особливості зерна залежно від сорту. Одним із напрямків підвищення ефективності матеріально-технічних ресурсів є використання рослинного сортового потенціалу [331]. Проте сорти мають різні морфоагробіологічні ознаки і властивості, генетичний потенціал продуктивності, реакції на умови вирощування, адаптивні властивості, тому відрізняються за врожайністю та якістю продукції [227, 520, 700, 703, 721]. Отже, технологічні

властивості та біохімічний склад зерна залежать від сорту.

Дослідження, проведені в Канаді Е. S. М Abdel-Aal [554] показали, що результат будь-якого порівняння якості різного зерна пшениці залежить від сорту. Значення сорту, як одного із найдоступніших і найефективніших засобів стабілізації виробництва зерна пшениці, постійно зростає і його частки у приріст урожаю нині оцінюється в 35–50 % [197, 265]. Розвиток селекції цієї культури тривалий час був спрямований на створення сортів інтенсивного типу. Проте зі збільшенням врожайності через біологічні особливості знижується адаптивний потенціал сорту [251, 568, 588, 621]. Про це свідчать дані селекційних установ та Державної служби з випробування та охорони сортів рослин України [267]. Крім цього, поліпшення якості зерна пшениці озимої набуває особливо важливого значення, оскільки підвищення врожайного потенціалу сорту супроводжується її погіршенням [567, 625].

Цінність зерна залежить від його якості – низки показників, що визначають біологічну цінність і технологічні властивості [199]. Показниками якості зерна визначають придатність його для перероблення. Нині якість зерна розглядається з погляду харчової цінності, що залежить від вмісту та якості білка і його технологічних властивостей. Вона також складається із багатьох ознак, що визначаються видовими та сортовими особливостями, фізичними характеристиками і хімічними показниками [37]. Залежно від використання зерна пшениці, виділяють борошномельні, хлібопекарські, круп'яні та кондитерські властивості [603].

Проблемі підвищення якості зерна пшениці присвячено значну кількість праць не тільки в Україні [63, 138], а й за кордоном [626, 635, 666, 669, 716]. Безперечно, для отримання зерна з потрібною якістю необхідно мати необхідну кількість сортів, оскільки вони швидко втрачають свої властивості в репродукціях [58].

Проектування та розрахунок обладнання для здійснення технологічних операцій з переробки зернової маси пшениці неможливе без урахування її властивостей [241, 384]. Так, очищення та сортування виконують, використовуючи аспірацію сепарування повітрям, просіювання – за формою решет на похилих поверхнях – з урахуванням фізико-механічних властивостей зерна [135, 200, 544].

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 [136, 145].

Лінійні розміри зернівок пшениці змінюються в широкому діапазоні залежно від сорту. Так, їхня довжина змінюється від 4,2 до 8,6 мм, ширина – від 1,6 до 4,0, товщина – від 1,5 до 3,8 мм [586]. Е. Б. Алієв [14] зазначає, що зміна розмірів впливає на об'єм зернівки, площу зовнішньої поверхні, сферичність та відношення V/F , що характеризують вирівняність за крупністю, яка впливає на ведення технологічного процесу.

Від форми і лінійних розмірів зерна залежить вибір сит сепараторів, а також характеристика луцильних машин. Крім цього, геометрична характеристика зерна визначає щільність його насипу та особливості переміщення зернової маси під час транспортування [154]. Чим більші геометричні розміри зерна, тим більший кут природного нахилу, що позитивно впливає на самотік зерна під час транспортування. У зв'язку зі складною структурою технологічних процесів для круп'яних заводів характерна значна протяжність шляхів обробки зернових продуктів у машинах і різних механізмах, яка сягає для середніх за потужністю заводів кількох кілометрів [374].

Фракційний склад і спосіб укладання є визначальними під час утворення структури зернового середовища. Коефіцієнт щільності укладання абсолютно розпушеного стану, сипкого матеріалу, тобто такої структури шару, яка знаходиться на межі псевдорозрідженого стану та відповідає нижній границі щільності укладання або найменшому значенню координатного числа. Щільність укладання має найнижче значення та зростає зі збільшенням розподілу еквівалентних діаметрів зерен [368].

З лінійними розмірами зернівки пов'язаний показник сферичності, яка зі збільшенням її ширини і товщини підвищується. Внаслідок цього зменшується зовнішня поверхня, вміст оболонки і алейронового шару [431]. Сферичність характеризує особливості будови зернівки [154]. Сферичність для зерна пшениці становить 0,82–0,85, жита – 0,45–0,75, ячменю – 0,76–0,83, вівса – 0,64–0,77 [375].

Важливе значення для організації процесів термомасоперенесення має

відношення об'єму зерна до площі його зовнішньої поверхні (V/F), яке для зерна пшениці м'якої змінюється від 0,49 до 0,64 [147].

Вміст анатомічних складових істотно змінюється залежно від сорту. За даними досліджень Г. А. Егорова [146, 184] вміст оболонки у зерні пшениці може бути 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 %.

Технологічні властивості залежать від структури зерна, вмісту анатомічних складових, особливостей мікроструктури ендосперму й оболонки [321, 442]. Існує тісна залежність між показниками мікроструктури ендосперму та круп'яними і борошномельними властивостями [451].

Н. П. Козьміна [212] встановила, що з особливостями мікроструктури зерна пшениці пов'язані твердість і склоподібність. Основною складовою ендосперму є крохмальні зерна, що зв'язані з білками. Більший вміст білка зміцнює ендосперм. Твердість зерна пов'язана з розмірами крохмальних гранул і їхнім зв'язком з білковою матрицею. В склоподібному ендоспермі формується більше гранул середньої і крупної фракції. У пшениці м'якій зв'язок крохмальних зерен з білковою матрицею неміцний [212].

Круп'яні властивості зерна є визначальними для 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 за крупністю, плівчастість та склоподібність [150, 333].

Вважається, що найважливішими показниками, які характеризують фізичні властивості зерна є маса 1000 зерен, крупність, вирівняність і натура [178]. Доведено, що маса 1000 зерен характеризує запас поживних речовин у зернівці. У зерні одного сорту з найбільшою масою 1000 зерен вміст ендосперму вищий [173].

Показник маси 1000 зерен залежить від геометричних характеристик: більш крупне за розмірами зерно зазвичай має більшу масу 1000 зерен [73, 667, 336]. Маса 1000 зерен корелює з крупністю зерна, його склоподібністю, щільністю, вмістом ендосперму [326, 590] і змінюється від 36,5 до 50,2 г [707, 729].

Натура зерна залежить від сферичності, крупності, стану поверхні зерна, наявності домішок, вологості, склоподібності, зольності [1, 154]. Натура зерна крупної фракції становить 757 г/л, середньої – 746, дрібної – 684 г/л, а маса 1000 зерен – відповідно 44; 33 і 21 г [209].

Натура зерна характеризує виповненість зерна і є ознакою борошномельних властивостей. Дрібне, проте виповнене зерно має щільне укладання, таке як і велике або навіть більше, що за однакової питомої маси зумовлює рівну або більшу величину натури. Більш висока натура вказує на кращу структуру ендосперму, а, отже, кращі борошномельні властивості зерна. Натура зерна пшениці м'якої змінюється від 620 до 870 г/л [161]. Чим вища натура зерна, тим вищий вихід готового продукту.

Відношення між натурою зерна та масою 1000 зерен може бути різною. За 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. Крім цього густина білка становить 1,35–1,40 г/см³, а крохмалю – 1,46–1,63 г/см³, що може сприяти зменшенню натури зерна [150].

Ученими [212, 320] встановлено, що найвищий вихід борошна можна отримати із зерна натурою 710–740 г/л, а її зниження призводить до істотного зменшення виходу борошна [21].

Крупність зерна пшениці озимої визначає його борошномельні та хлібопекарські якості. Вважається, що чим крупніше зерно, тим більша в ньому частка ендосперму і вищий вихід борошна. Крупність зерна тісно пов'язана з масою 1000 зерен і натурою зерна. Зменшення крупності зерна призводить до погіршення цих показників [121, 122]. Кращу ефективність процесів луцення та шліфування мають партії з високою вирівняністю за розмірами [637, 698, 52].

Дослідженнями Г. А. Єгорова [146] встановлено, що вміст ендосперму в крупній фракції вищий (83,5 %) порівняно з дрібною (72,5 %). Зменшення крупності зерна істотно знижує вихід цілого ядра внаслідок збільшення кількості оболонки.

Доведено, що крупність зерна впливає на тривалість варіння каші. Так, цей

показник у крупної фракції становить 27 хв, дрібної – 22 хв, а коефіцієнт розварювання знижується відповідно з 3,1 до 2,6 [339].

Одним з важливих показників фізичних властивостей зерна є вирівняність. Вона вважається високою, якщо сума двох суміжних фракцій у партії зерна складає 80 % і більше [346]. З підвищенням однорідності зерна знижуються його втрати під час перероблення. Вирівняність зерна тісно пов'язана з масою 1000 зерен і його натурою.

Л. П. Нілова [357] зазначає, що склоподібність характеризує круп'яні та борошномельні властивості зерна. З показником склоподібності зазвичай пов'язують фізико-механічні властивості зерна: кількість утворених крупок, характер вимелювання та відділення оболонок від ендосперму, просіювання борошна, а також структуру (сипка або крохмалиста) й частково колір борошна, оскільки він пов'язаний з її крупністю. Склоподібні зерна краще розмелюються, тому вихід борошна підвищується.

Склоподібне зерно пшениці порівняно з борошністим має більшу міцність, менше подрібнюється при луценні, шліфуванні і з нього одержують більший вихід крупи вищої якості [328, 410]. Склоподібність зерна пшениці м'якої може змінюватись від 31 до 100 % залежно від сорту [400, 403].

П. І. Сердюковим [448] встановлено, що в склоподібному зерні крохмальні зерна, що заповнюють клітини, міцно і щільно пов'язані між собою проміжною азотовмісною речовиною. Між крохмальними зернами борошністих клітин ця проміжна речовина менш щільна або зовсім відсутня, в результаті чого виникають зони, заповнені повітрям. Склоподібні пшениці дають більший вихід борошна, особливо борошна вищого сорту. У склоподібній пшениці ендосперм має монолітну масу і складається з крохмалю та білкових речовин, остання переважає, а крохмаль міцно зв'язаний з білком.

Одним із показників, що комплексно характеризує мікроструктуру зерна, є його твердість і міцність. Твердість зерна злакових культур характеризує міцність зв'язку анатомічних складових зернівки [36]. Тип твердості зерна є видоспецифічним показником, що контролюється геном *Ha* в короткому плечі хромосоми *5D*. У твердозерних сортів цей ген у рецесивному стані, а емульсифікація пууроіндолінів втрачена, тому крохмальні гранули щільно зв'язані з білком [387]. Виділяють

твердозерні та м'якозерні типи сортів. Значення цих показників різне: зерно з високою твердістю формує більше крупок, а м'якозерне не потребує водотеплового оброблення під час лущення [579]. Н. С. Беркутова [36] зазначає, що твердість зерна впливає на вихід крупно-дунстових продуктів під час розмелювання. Крім цього на вимелювальну здатність зерна впливає міцність зв'язку оболонки з ендоспермом, який залежить від його склоподібності.

У дослідженнях Л. П. Поснової [411] міцність залежить від склоподібності, товщини та ширини зернівок, проте найбільше – від його вологості. Міцність зерна пшениці може змінюватися від 78 до 245 Н. Твердість ендосперму залежить від ліпідного комплексу зерна. Встановлено прямий тісний кореляційний зв'язок із вмістом вільних гліколіпідів ($r=0,82$) і обернений – з вмістом ліпідів на поверхні крохмальних зерен, особливо неполярної фракції ($r= -0,83$). Ознакою твердозерних сортів пшениці також є вищий вміст олеїнової кислоти [36].

Вуглеводно-амілазний комплекс впливає на круп'яні властивості зерна пшениці. Зміна в полісахаридному комплексі клітинних стінок корелює з розварюванністю крупи [171, 457]. У дослідженнях Л. Д. Бачурської [33] Відношення амілози і амілопектину в крохмалі визначає здатність до бубнявіння та формування в'язкого гелю. Високий вміст амілози у крохмалі викликає швидке черствіння готового продукту. На в'язкість крохмального клейстеру та ступінь набухання крохмалю впливають сіль, цукор, кислоти, поверхнево-активні речовини, білки, жири [51, 212]. Так, харчова сіль навіть у невеликій концентрації збільшує температуру клейстеризації крохмалю та зменшує в'язкість клейстеру [35, 51, 116].

1.1.4 Хлібопекарські властивості зерна залежно від сорту. Технологічні властивості зерна пшениці залежать від вмісту та властивостей основних його компонентів і біохімічних особливостей [489]. Найважливішим показником якості зерна є хлібопекарські властивості [254]. Якість хліба залежить від низки хлібопекарських показників, основними з яких є вміст білка, клейковини, її якість, розрідження тіста за показником фаринографа, питома робота деформації тіста за показником альвеографа [249, 604].

Хлібопекарські властивості зерна пшениці мають полігенну природу. Так, їхні

гени локалізовано в хромосомах геномів 1D, 2A, 2B, 2D, 3A, 3B, 3D, 4A, 4B, 4D, 5A, 5B, 5D. Дуже низьку якість хліба контролюють гени, які знаходяться в хромосомах 1D, 2A, 2B, 3D, 6B, 7D [390]. Найбільший вплив на об'єм хліба, його поверхню та пористість має комплекс генів, локалізованих у хромосомах геному B [131].

Білки у живих організмах виконують низку функцій, а дефіцит їх призводить до порушення нормальної роботи всіх систем [335]. Зазвичай вміст білка та клейковини корелює з якістю хліба [685, 562]. Мінімальний вміст білка за якого борошно здатне формувати тісто, становить 7,5 %, проте для цього використовують борошно з вмістом білка більше 11 % [212]. Для різних сортів пшениці він неоднаковий. Зазвичай хлібопекарські властивості погіршуються з підвищенням вмісту білка в зерні пшениці озимої понад 17 %, проте коефіцієнт кореляції між цими показниками змінюється від 0,63 до 0,86. Це свідчить, що з підвищенням вмісту білка в зерні понад 17 % об'єм хліба може збільшуватись або зменшуватись. Вважають, що підвищення вмісту білка понад 19 % селекційно-генетичними методами не знижує хлібопекарських властивостей зерна, що сприяє отриманню якісного хліба [439]. Вміст білка в зерні пшениці може змінюватись від 8 % до 25 % залежно від умов вирощування [438].

Н. В. Січкара [451] Підвищення вмісту білка в зерні пшениці може негативно впливати на біологічну цінність готового продукту за умови зростання частки клейковиноутворювальних білків, які містять менше есенційних амінокислот порівняно з лейкозином і глобуліном. Проте підвищення вмісту білка в зерні пшениці сприяє зростанню його біологічної цінності [174].

Основним показником, що визначає цінність білкових речовин у зерні пшениці є клейковина, вміст якої змінюється від 4 до 45 % залежно від сорту з індексом деформації – від 60 до 120 о. п. ВДК [24]. У дослідженнях інших учених [401] вміст клейковини у зерні пшениці озимої від 25,9 % до 33,0 % залежно від сорту.

Синтез клейковиноутворювальних білків пшениці локалізовано в хромосомах 1A, 1B, 1D, 6A, 6B і 6D [390]. Вміст клейковини також відноситься до хлібопекарських властивостей, оскільки між вмістом у зерні білка та клейковини існує тісний прямий кореляційний зв'язок ($r = 0,97$) [399].

Вважається [66], що якість клейковини є сортовою особливістю, яка проявляється більшою мірою, ніж вміст її в зерні. Відмінності між сильною і слабкою клейковиною залежать від внутрішньої структури білка, тобто від щільності внутрішньо- та міжмолекулярних зв'язків та від її агрегатного стану. До того ж умови вирощування впливають на якість клейковини, тому сорти сильної пшениці зазвичай дають зерно з клейковиною, яка має незадовільні фізичні властивості.

Не завжди високий рівень вмісту білка зерна є критерієм прогнозу високого вмісту клейковини в борошні, оскільки молекули білка можуть утримувати різну кількість води [47, 629].

У дослідженнях І. І. Гасанової [66] Міцна клейковина формується повільно, відразу після відмивання кришиться і лише через деякий час набуває зв'язаності, розтяжності, еластичності та значної пружності. Клейковина з доброю якістю, навіть відразу після замісу, утворює еластичну пружну масу, слабка – формується також швидко, проте в кінці відмивання втрачає еластичність і пружність. Крім цього клейковина під час формування тіста виконує функцію пластифікатора та зв'язує крохмальні зерна в суцільну масу. Перша властивість клейковини сприяє формуванню тіста, а друга – зберігає надану тісту форму [361].

Зазвичай на формування об'єму хліба впливає кількість клейковини та її пружні властивості. Проте з борошна низки сортів пшениці за вмісту клейковини понад 40 % не завжди можна отримати хліб високої якості [438]. Відомі випадки високої сили борошна (381 о. а.) за вмісту клейковини 23,0 %. Об'єм хліба з борошна сорту Саратовська 29 за вмісту клейковини 16,9 і 25,0 % становив відповідно 514 і 524 см³ [178].

А. Б. Вакар [48] зазначає, що якість клейковини визначається не хімічним складом, а певними структурними особливостями білків, що її формують. Амінокислотний склад сильної і слабкої пшениці однаковий. Саме тому якість клейковини є одним з основних показників, що характеризує придатність борошна для виробництва хлібобулочних і кондитерських виробів.

Вміст сирової клейковини у зерні сильної пшениці повинне бути не менше 28 %, а в борошні 70%-го виходу – не менш як 32 %. Індекс деформації клейковини – 45–

75 од. п. ВДК [2].

За даними М. М. Аверкієвої [2] і А. Б. Вакара [48], в основі процесу бродіння лежать структурні зміни білка клейковини, зумовлені основним поступовим розривом дисульфідних зв'язків у макромолекулах, що призводить до зниження механічної міцності каркасу клейковини тіста. При цьому помітного розщеплення пептидних і водневих зв'язків у клейковині не спостерігається. У процесі бродіння тіста кількість клейковини як сильної, так і слабкої пшениці, а також її амінокислотний склад істотно не змінюються.

Крім білково-протеїназних показників на формування якості хліба впливає вуглеводно-амілазний комплекс зерна (газоутворювальна та газотримувальна здатність, фізико-хімічні властивості крохмалю тощо), вміст жиру та жироподібних сполук, пентозанів і ферментів (амілази, протеази, ліпази, ліпооксидази) [653]. Руйнування молекул крохмалю підвищує водопоглинальну здатність борошна, а ліпіди зумовлюють цементуювальну силу каркасу клейковини під час бродіння тіста, що покращує якість хліба. Проте підвищення вмісту пентозанів і ферментів розріджують структуру тіста [575, 652]. У зерні пшениці озимої вміст крохмалю може змінюватись від 55 % до 70 %, цукру – від 2,5 до 5,0, клітковини – від 1,5 до 2,8 і пентозанів – від 8,0 до 14,0 % залежно від сорту [213].

В. М. Ковбаса [207] зазначає, що температура клейстеризації крохмалю є видовою характеристикою крохмалоносія і залежить від складу і будови крохмальних зерен. Зерно з вищим вмістом амілози клейстеризується швидше, ніж зерно з високим вмістом амілопектину.

У дослідженнях Б. А. Дорохова [132] Значення термодинамічних параметрів (температура клейстеризації, температура плавлення) можуть відрізнятися навіть у крохмалю одного виду, що пояснюється його структурними особливостями.

Верхнє значення термодинамічних параметрів зазвичай характерне крупно- і дрібнозернистому крохмалю (амілопектиновому й амілозному), а крохмаль з бімодальною дисперсністю має середнє значення.

Чим крупніші крохмальні гранули в зерні, тим більший вихід борошна, тим вища розмелювальна та вимелювальна здатність зерна, краще відділення

ендосперму від оболонки під час розмелу [467].

Розмір крохмальних гранул впливає на структурно-механічні властивості тіста [542]. Чим вони дрібніші, тим більша їх питома поверхня і тим більше води адсорбційно зв'язується під час утворення тіста. Проте на консистенцію тіста впливає кількість крохмальних зерен, пошкоджених під час розмелювання, які поглинають і адсорбційно зв'язують значно більше води, ніж непошкоджені [264].

Одним із важливих показників, що впливає на якість хлібобулочних виробів є газоутримувальна здатність борошна, яка істотно залежить від фізичних властивостей тіста та змінюється в межах 250–550 см³/100 г тіста. У борошні пшениці газоутримувальна здатність зумовлена кількістю і якістю клейковини, що утворює в тісті пружний та еластичний каркас. Тісто з низькою газоутримувальною здатністю розпливається і дає вироби з малим об'ємом неправильної форми [322].

Клейковина здатна формувати стійку високорозвинену тонкостінну губчасту структуру під впливом діоксиду вуглецю, що виділяється у процесі бродіння. В порах цієї структури утримується велика кількість газу, який розпушує тісто. Чим вища якість клейковини, тим більше діоксиду вуглецю вона може утримувати у порах тіста. Клейковина високої якості має добру, проте не надмірну розтяжність, достатню еластичність і міцність, що дозволяє їй розтягуватися у вигляді тонких міцних еластичних плівок. Чим більше в борошні міститься клейковини доброї якості, тим вища газоутримувальна здатність цього борошна [2]. Тому показник вмісту клейковини та її якість можна використовувати для прогнозування газоутримувальної здатності тіста.

Стан вуглеводно-амілазного комплексу зерна може бути охарактеризовано показником числа падання [518]. Цей показник має високе технологічне значення в регіонах виробництва зерна з можливим його проростанням. Під час проростання зерна відбувається розщеплення крохмалю та частковий перехід його в цукри з утворенням вологи. При цьому підвищується амیلітична активність зерна, його властивості сильно погіршуються, що в свою чергу погіршує якість випеченого хліба [337].

Показник числа падання в зерні пшениці може змінюватися від 60 до 600 с і більше [579, 690, 729].

На властивості борошна істотно впливає ступінь руйнування крохмальних гранул зерна пшениці під час його помелу. У пшениці гранула крохмалю сферичної форми легко руйнується та утворює велику площу активної поверхні. При цьому підвищується водопоглинальна здатність та амілозна активність борошна. Перший показник збільшує вихід продукту і підвищує вихід хліба, а більш активний амілоліз підвищує об'єм хліба [129].

Білковість зерна також залежить від генотипних особливостей сорту, що зумовлено різною здатністю кореневої системи поглинати азот із ґрунту. Тому хлібопекарські властивості зерна пшениці змінюються залежно від сорту [30, 255, 256]. Так, за вирощування пшениці на темно-сірому лісовому ґрунті вміст білка від 11,9 % до 14,9 % залежно від сорту [44], на чорноземі важкосуглинковому – від 10,0 % до 12,2 % [531]. Отже, підбором сорту пшениці можна вирощувати зерно з різним вмістом білка.

Сортова особливість зумовлена тим, що білок у зерні накопичується внаслідок використання двох джерел азотистих сполук: реутилізованого з вегетативної маси і з ґрунту в період досягання зерна [589, 734]. Здатність кореневої системи поглинати азот також залежить від генотипних особливостей сорту [620]. Відомо рослини з генетичною формулою *Glu-bbd*, які характеризуються високою активністю фотосинтетичного апарату та невеликим накопиченням у вегетативній масі азоту. Рослини з генетичною формулою *Glu-cbd* накопичують у вегетативній масі значну кількість азоту та ефективно його реутилізують [203]. Очевидно, що вміст білка в зерні пшениці може по-різному змінюватися залежно від агротехнології та погодних умов, що зумовлює необхідність визначати сорти з високою адаптивністю.

Білок пшениці унікальний за своєю природою. Однією з найважливіших його особливостей є біохімічна гетерогенність (> 500 індивідуальних білків), екстремальний склад амінокислот (глутамін + пролін > 50 моль %) та їх послідовність включно з численними повторами, складні міжмолекулярна і внутрішньомолекулярна взаємодії (ковалентні й нековалентні зв'язки), широкий розподіл за молекулярною масою (~300 000–100 000 000), висока водовбиральна здатність (більш як удвічі від їх маси у клейковині), здатність формувати когезивну,

в'язкоеластичну масу (гідратована клейковина) після добавляння води, утворювати плівчасто-фібрилярну структуру альвеол тіста й утримувати вуглекислий газ, а також їхню роль преципітувального чинника як причини хвороби целиакії у чутливих до клейковини людей [421, 423].

М. А. Литвиненком [254] встановлено, що з білкових сполук зерна на формування тіста впливає відношення між гліадином і глютеніном. Так, у генотипі сильних сортів пшениць у складі клейковиноутворювальних білків переважає глютенін, який формує каркас хліба. Гліадин впливає на в'язкість і розтяжність тіста, а глютенін – на еластичність і пружність [634, 247, 131]. Тому за однакового вмісту білка сила борошна може змінюватись. У дослідженнях М. А. Литвиненка [251] сила борошна за вмісту білка 13,2 % становила 286 о. а., а за вмісту 12,6 % – 362 о. а. Об'єм хліба збільшувався відповідно з 1307 до 1522 см³. У дослідженнях О. І. Рибалки [425] за вмісту білка в зерні пшениці м'якої 13,5–14,0 % сила борошна від 188 до 436 о. а. ($r = 0,45$). Проте альбуміни та глобуліни також можуть поліпшувати якість клейковини, покращують пористість та збільшують об'єм хліба [251].

Зазвичай гліадин і глютенін білка пшениці визначають якість готового продукту. Рівень його кулінарної оцінки залежить від вмісту цих фракцій білка. Крім цього, якість глютеніну впливає на властивості крупи під час варіння та покращує кулінарну оцінку готового продукту. Проте цей зв'язок існує не завжди, оскільки фракційний склад білка сортів пшениць різний [70]. Крім цих типів білка в зерні синтезуються авеніноподібні білки, серпіни, тритицини, значення яких для формування технологічних властивостей поки що не встановлено [421].

Клейковиноутворювальні білки: гліадин і глютенін, завдяки високому вмісту амінокислот проліну та глутаміну, мають значно нижчу біологічну цінність порівняно з альбумінами та глобулінами [420, 426]. Це є причиною високої стійкості білків клейковини до гастроінтестинального протеолізу. До того ж, постпроліновий протеоліз у шлунково-кишковому тракті людини взагалі відсутній. Це означає, що пептиди, похідні від попереднього протеолізу клейковини, з високим вмістом проліну в процесі травлення взагалі не розщеплюються. У той час як пептиди з високим вмістом глутаміну є відмінним субстратом для ферменту трансглутамінази.

Велике значення в формуванні якості зерна має амінокислотний склад білків [615]. Есенційні амінокислоти не можуть синтезуватися в організмі людини, тому їх необхідно отримувати з продуктів харчування. Замінні амінокислоти можуть утворюватися ендегенним синтезом, а тому їх наявність в їжі не обов'язкова. Замінні амінокислоти мають не менше значення, ніж есенціальні, тому їх також необхідно споживати [727].

У зерні пшениці найбільше глютамінової кислоти. Амінокислотний склад сумарних білків зерна пшениці, порівняно до еталонного білка, бідніший на лізин та ізолейцин. Для білка пшениці характерний відносно невисокий вміст метіоніну (1,6–1,7 мг/100 г білка). Білки пшениці також містять недостатню кількість треоніну [458].

1.1.5 Кондитерські властивості зерна. Якість борошна найбільше впливає на властивості тіста та кондитерські вироби [250]. Для печива цукрового та бісквіта використовують борошно з вмістом клейковини 28–34 % слабкої або середньої якості. Борошно пшеничне зі слабкою та середньою клейковиною забезпечує виготовлення цукрового печива доброї якості, тоді як із борошна з сильною клейковиною одержують вироби з нижчою і товстостінною пористістю. Борошно з сильною клейковиною призводить до затягування тіста та одержання щільного бісквіту. Проте за умови низького вмісту слабкої клейковини тісто виходить крихким. Щоб запобігти цьому необхідно зменшити кількість цукру на 10 % і збільшити тривалість замісу [233]. Для виробництва кексу вміст і пружні властивості клейковини не впливають на його якість [248].

Крім цього, на якість печива цукрового впливає вміст геміцелюлози, яка характеризується вищою здатністю поглинати воду, ніж крохмаль. Підвищення гідратаційної здатності клейковини збільшує водопоглинальну здатність борошна. Чим менше води утримує борошно в тісті, тим швидше вона випарується під час випікання. Вважається, що якість печива цукрового визначається типом твердості зернівки. Найкраще для цього використовувати білозерні сорти пшениці [421].

Дослідження [180] свідчать, що технологічні властивості борошна неістотно впливають на смак готового продукту, за винятком випадків наявності висівок, проте сильно впливають на структуру, твердість та форму виробу. Цей вплив залежить від

виду виробу, вмісту та співвідношення цукру і жиру, а також способу замісу тіста.

1.1.6 Використання зерна пшениці для виробництва біоетанола. У забезпеченні енергетичної незалежності України, в тому числі агропромислового комплексу, важливе місце повинні займати поновлювальні джерела енергії, які згідно з вимогами ЄС у кожній країні в 2020 р. у загальному енергетичному балансі мають бути не менше 20 %. Стратегією розвитку галузі прогнозується загальний обсяг інвестицій у розвиток біоенергетики до 2030 р. близько 12 млрд грн [630].

Спиртове виробництво, а також виробництво пива, вина, квасу, хлібопекарських і кормових дріжджів технологічно відносяться до бродильного виробництва, заснованому на використанні життєдіяльності дріжджів. Для виробництва спирту використовують зерно злакових культур, бульби картоплі, стебла тростини цукрової, коренеплоди буряку цукрового. Проте найкращою сировиною є зерно пшениці та жита. Менше використовують зерно ячменю, вівса, гречки, проса, рису та плоди яблук, цикорію, топінамбура, батату, кавуна тощо [651]. Крім цього виробництво біоетанола в світі становить понад 300 млн галонів за рік [11]. Для сучасного спиртового виробництва характерна велика матеріалоємність та тісна залежність від сировинної бази. Тому вивчення чинників, що впливають на вихід біоетанола з урожаю зерна пшениці озимої є актуальним.

Відомо [393, 580], що витрати на основну сировину в собівартості спирту під час перероблення зерна складають до 60–65 %. В умовах збільшення купівельної спроможності населення, актуальним для спиртової галузі є випуск готового продукту високої якості, що відповідає сучасним вимогам за всіма органолептичними і біохімічними показниками. Якість спирту, який є вихідною сировиною у виробництві лікєро-горілчаних виробів, залежить від якості сировини, тому до зерна ставлять високі вимоги. Нині ефективне виробництво біоетанола із пшениці озимої можливе завдяки використанню результатів фундаментальних і прикладних досліджень. Встановлено [701], що зерно пшениці забезпечує вищий його вихід порівняно з ячменем і житом – від 360 до 475 л/т зерна. Крім цього біоетанол має високі органолептичні показники якості.

Для того, щоб біоетанол, вироблений в Україні, був конкурентоспроможним на

європейському ринку, його ціна повинна складати 8,32 грн/л [224]. На відміну від країн ЄС, виробництво біоетанола в Україні обмежується низкою чинників, серед яких недосконала законодавча база, порівняно висока ціна, що зумовлена вартістю сировини за низької врожайності сільськогосподарських культур і відсутністю комплексних технологій їхнього перероблення.

Сталий розвиток ринку біопалива є запорукою зміцнення енергетичної незалежності та екологічної безпеки. Досвід світових лідерів з виробництва біопалива доводить, що ця галузь є перспективною [503].

1.1.7 Якість зерна залежно від елементів агротехнології. Сучасні високопродуктивні сорти пшениці озимої характеризуються підвищеними вимогами до родючості ґрунту, вмісту в ньому вологи та його забур'яненості. У зв'язку з цим зростає роль попередників за вирощування таких сортів. Так, за даними Миронівського інституту пшениці, за беззмінного вирощування пшениці озимої кількість бур'янів збільшується в 2–5 разів. Слід зазначити, що негативний вплив забур'яненості не зменшується від внесення добрив [110, 257].

Інтенсивна агротехнологія вирощування пшениці озимої сприяє підвищенню реалізації потенціальних можливостей попередника порівняно з традиційною. Проте інтенсивні агротехнології зменшують значення попередника, оскільки гірші умови після непарових попередників компенсуються застосуванням добрив і засобів захисту рослин [15].

Технологічні властивості зерна пшениці також змінюються залежно від попередника. Найкращі показники якості зазвичай формуються після парових попередників за високої стійкості рослин до вилягання [394]. Проте ефективність використання попередника також залежить від сорту. Так, за результатами досліджень Г. П. Жемели [160] склоподібність зерна сорту Смуглянка після кукурудзи на силос становила 32 %, Добірна – 34, Володарка – 30 %, а після ріпаку ярого відповідно зростала до 40; 53 і 45 %.

Результати досліджень В. В. Немченко [353] свідчать, що вміст клейковини від 30,3 % до 38,8 % залежно від сорту має місце після чистого пару. Вирощування пшениці озимої після непарового попередника зменшує цей показник до 26,5–

33,8 %. За вирощування після кукурудзи на силос натура зерна сорту Смуглянка становила 745 г/л, Добірна – 772, Володарка – 740 г/л, а після ріпаку ярого збільшувались відповідно до 774; 792 і 788 г/л.

Отже, біохімічний склад зерна пшениці та його технологічні властивості можна покращувати застосуванням добрив, особливо за вирощування низькостеблових сортів після непарових попередників.

Нині близько половини приросту врожаю сільськогосподарських культур у світі одержують завдяки органічним і мінеральним добривам [355]. За оцінками американських учених, добрива забезпечують його підвищення на 41 %, гербіциди – на 13–20, сівозміна і обробіток ґрунту – на 11–18, кліматичний чинник – до 15, гібридне насіння – 8, водна меліорація – до 5 %. Вчені Німеччини відносять половину приросту врожаю за рахунок добрив, а Франції – навіть до 70 %. Подібні закономірності з деякими відхиленнями стосовно різних ґрунтово-кліматичних умов спостерігаються і в Україні [80, 316, 317].

Застосування мінеральних добрив – один з найважливіших заходів у технології вирощування пшениці озимої, що забезпечує підвищення врожайності та якості зерна [18, 367].

Висока продуктивність пшениці озимої є похідною багатьох чинників [48, 67, 76, 259]. Вона проявляє підвищену вимогливість до ґрунтової родючості [259]. За вирощування пшениці озимої на ґрунтах з високим вмістом гумусу (5,4–5,6 %) у зерні формувалось 15,6 % білка, а з низьким (2,7 %) – 12,4 % [356].

Відомо, що вміст білка зерна пшениці, крім генотипних особливостей, залежить від забезпеченості рослин азотом [396]. Якщо підживлювати рослини азотними добривами у фазу досягання зерна, то відтік азотистих речовин із вегетативних органів зменшується і більша частина білка в зерні синтезується внаслідок поглинання азоту в період наливу зерна [364].

Рациональне застосування добрив створює передумови для збільшення врожайності, поліпшення якості зерна, отримання економічної вигоди від вирощування пшениці озимої [61, 117, 119, 216]. Майже на всіх ґрунтах пшениця потребує сумісного застосування азотних, фосфорних і калійних добрив, проте в

різних співвідношеннях [427, 428]. У Лісостепу на сірих лісових ґрунтах і чорноземах опідзолених спостерігається висока ефективність азотних, потім фосфорних добрив. Ефективність калійних добрив порівняно невисока, проте нині значення калійних добрив зростає, оскільки тривале насичення сівозмін технічними культурами призвело до збіднення калійного фонду орних земель [260, 261].

Окремі елементи живлення по-різному впливають на формування вмісту білка. На думку більшості вчених [163, 218, 231, 258], серед основних елементів живлення пріоритетна роль належить азоту. За його дефіциту рослини погано ростуть і розвиваються, що веде до формування низького врожаю з незадовільними показниками якості. Регулюванням азотного живлення, яке сприяє розвитку вегетативних органів, можна значно підвищити продуктивність рослин [365].

Фосфор позитивно впливає на формування генеративних органів, прискорює досягання зерна. Калій регулює в рослинах фізіологічні процеси, зокрема колоїдно-фізичний стан тканин, водний баланс, фотосинтез, синтез білків [388].

За оптимального відношення між доступними елементами живлення в ґрунті полегшується надходження іонів до клітин рослин, а незбалансоване живлення ускладнює адсорбцію та посилює процеси у напрямку несприятливого обміну як з погляду фізіології, так і господарської цінності продукції [446]. За внесення надмірних доз азотних добрив відбувається надлишкове наростання вегетативної маси рослин, гальмується досягання насіння та погіршується його якість. Одностороннє надлишкове живлення азотом і фосфором викликає деструкцію глюцидів, посилює витрати енергії [545].

Багаторічні польові дослідження дозволили в якості стандарту рекомендувати для Лісостепу України під пшеницю озиму дозу $N_{90}P_{90}K_{90}$ для вирощування її після гороху і $N_{120}P_{120}K_{120}$ – після кукурудзи на силос [349]. Проте потреба культури з часом змінюється: в результаті багаторічного застосування добрив підвищується ґрунтова родючість та створюються сорти з підвищеною потребою в елементах живлення [51].

Технології застосування добрив повинні бути спрямовані на оптимальне засвоєння рослинами поживних речовин упродовж усього періоду вегетації [315].

Білковість зерна пшениці залежить від вмісту азоту в листках і стеблі, оскільки

він реутилізується. Проте вплив роздрібного застосування азотних добрив на біохімічний склад зерна неоднозначний. Так, є дані, що роздрібне внесення мінеральних добрив у весняно-літній період не мало переваг порівняно з одноразовим їх застосуванням під основний обробіток ґрунту [455, 456]. Підживлення, особливо, в пізні фази розвитку пшениці озимої, не супроводжувались збільшенням урожаю, навпаки, відмічалось його зниження. Дослідження зерна на вміст основних елементів живлення також не підтвердило необхідності підживлень [207].

Значення пізнього азотного підживлення озимої пшениці загальновідома – підвищення якості зерна. Вирішення проблеми якості зерна ускладнюється тим, що за його врожайності понад 5–6 т/га на кінець вегетації значно посилюється дефіцит азоту в ґрунті, внаслідок чого основний показник якості – вміст білка істотно знижується [137].

В екосистемах азот найчастіше є дефіцитним елементом росту та розвитку рослин і поряд з посухою його нестача може погіршувати якість зерна [650]. Встановлено, що на ефективність добрив впливають особливості сорту, оскільки поглинання елементів живлення визначається генетичними особливостями [676]. Так, маса 1000 зерен у більшості випадків знижувалась не тільки від дози азотних добрив [175], а й від строків їх внесення. Разом з тим є дані про позитивний вплив азотних добрив на масу 1000 зерен [17]. Так, у дослідженнях [218] встановлено, що маса 1000 зерен збільшувалась від 38,1 г до 40,4 г у варіанті $P_{90}K_{90} + N_{30(II)} + N_{60(IV)} + N_{30(VII)}$ за вирощування сорту Артеміда і від 39,2 г до 41,1 г у сорту Єрмак. Проте найбільша маса 1000 зерен формувалась за внесення $P_{135}K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VII)}$ у сорту Артеміда – 42,5 г, а в сорту Єрмак – 42,0 г.

Азотні добрива зазвичай знижують натуру зерна, проте інколи відмічався позитивний вплив азотних підживлень на величину цього показника. Вони також негативно впливають на частку зерна крупної фракції в урожаї [588], зменшують масу 1000 зерен і натуру зерна, знижують його вирівняність [174]. Від азотного живлення залежить показник склоподібності зерна і за дози N_{30-120} підвищується на 10–30 % [29], а за даними досліджень І. М. Пархуця [391] вона зростала від 58 % до 64 % за внесення 20 т/га гною і до 68 % за внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$.

За даними І. М. Коданєва [209] різні елементи живлення неоднаково впливають на вміст білка в зерні пшениці. Так, застосування фосфорних і калійних добрив по 60 кг/га д. р. знижувало вміст білка на 0,3 %. Застосування азотних і фосфорних та азотних і калійних добрив підвищувало його вміст відповідно на 1,4 і 0,9 %, а за внесення повного мінерального добрива – на 1,7 %.

Ефективність застосування добрив залежить від особливостей сорту та попередника [490, 664, 709]. Так, за вирощування сорту пшениці озимої Безенчуцька 380 вміст білка в зерні зростав з 12,5 % у варіанті без добрив до 15,1 % за внесення 90 кг/га д. р. азотних добрив. За вирощування пшениці озимої сорту Лютесценс 2860 вміст білка підвищувався відповідно з 14,0 до 14,8 % [419]. У дослідженнях М. А. Литвиненка [252, 253] вміст білка від застосування N_{200} на тлі $P_{60}K_{40}$ збільшувався на 0,8–2,0 % залежно від сорту пшениці озимої. Вчені [520, 523] зазначають, що чим вищий генетичний потенціал сорту, тим більша реакція на удобрення.

Встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу найвищий вміст білка в зерні пшениці формується після багаторічних та однорічних трав і гороху. Це зумовлено швидшим звільненням їх з поля та мінералізацією органічної речовини [59, 111, 628]. Застосування азотних добрив ефективніше за вирощування пшениці озимої після гіршого попередника. Так, у варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$ вміст білка збільшувався на 0,8–2,0 % після чистого пару і на 1,3–2,4 % після кукурудзи на зерно залежно від сорту [386].

Підвищення вмісту клейковини у зерні пшениці озимої завдяки підживленню азотними добривами наповесні може сягати 10 %, а внесення азотних добрив у фазу колосіння рослин підвищує якість клейковини на 2–3 % [243].

Застосування азотних добрив може підвищувати, не змінювати або знижувати об'єм і кулінарну оцінку хліба. Так, у дослідженнях С. А. Шафрана [540] застосування азотних добрив не змінювало кулінарної оцінки хліба за вирощування сорту пшениці озимої Малахит (4,2 бала), а за вирощування сорту Лютесценс 661 вона зростала з 3,5 до 4,0 бала.

Застосування азотних добрив змінює вміст амінокислот. Встановлено [176],

що від удобрення вміст валіну, аргініну, гліцину в складі білка зменшується, фенілаланіну, глутамінової кислоти, проліну – збільшується, а вміст решти амінокислот не змінюється. Проте застосування азотних добрив підвищує вміст у зерні пшениці озимої усіх амінокислот. Слід зазначити, що азотні добрива найменше впливають на синтез лізину і валіну в зерні, вміст яких збільшувався лише на 0,2–0,3 % за внесення 120 кг/га д. р. Вміст метіоніну не від застосування добрив і становив 2,0 г/кг зерна.

Біологічна та харчова цінність зерна пшениці визначається не лише амінокислотним складом, а й вмістом хімічних елементів і вітамінів [195, 25].

Подібно до вітамінів, мінеральні речовини функціонують як коензими, беруть участь в процесах формування енергії росту і відновлення організму [509]. Всі ферментативні процеси в організмі проходять за участю мінералів, тому вони необхідні для утилізації вітамінів та інших поживних речовин [114]. Встановлено, що застосування мінеральних добрив підвищує вміст мангану, міді, цинку, нікелю в зерні пшениці. Збільшення вмісту хімічних елементів поліпшенням мінерального живлення зумовлено адитивністю. Доведено, що поліпшення азотного режиму збільшує надходження в рослини калію, фосфору, кальцію, мангану, міді, заліза, цинку [80].

Отже, існує значний потенціал підвищення якості зерна пшениці, основою якого є підбір сорту та елементів агротехнології з урахуванням погодних умов вегетаційного періоду. Ці напрями є найважливішими в управлінні якістю зерна пшениці.

1.2 Властивості зерна малопоширених видів пшениць

Середній вміст білка в зерні пшениці в степовій зоні України складає 11–13 %, в лісостеповій – 10–11, а в зоні Полісся – 9–10 % [72, 501]. Зниження вмісту білка зерна негативно відображається на харчових і технологічних якостях зерна, тому що в межах одного генотипу існує пряма залежність з об'ємом хліба [223, 350].

Одним із напрямків підвищення виробництва зерна пшениці з високим вмістом білка є вирощування малопоширених її видів [559, 583]. Зерно пшениці

містить велику кількість мікроскладових, яких або немає, або їхній вміст мінорний в інших продуктах. Так, до таких відносять фенольні кислоти, антоціанідини, хінони, флавоноли, халькони, флаволи, флавоноли, амінофенольні сполуки, токоферолі, токотриеноли, оризаноли, каротиноїди, лігніни, β -глюкани, інулін, бетаїн. Ферулова кислота переважно міститься лише в зерні злакових культур [421]. Проте зерно пшениць – спельти, щільноколосої та ефіопської містять значно більше цих сполук порівняно з пшеницею м'якою [596].

Пшениця спельта (*Triticum spelta* L.) є одним із найдавніших видів роду *Triticum* з геномом AⁿBD, посіви якої дуже тривалий час домінували на полях [606, 613, 717]. На основі стародавньої спельти були виведені всі сучасні високоврожайні сорти пшениці з високим потенціалом урожайності, толерантні до збудників хвороб і екстремальних погодних умов. З XIX століття, після виведення на теренах нашої держави першої низки доброякісних місцевих сортів голозерної пшениці озимої: Кримки, Бонатки, Чорновуски тощо, почало відбуватись різке скорочення посівів спельти. З того часу вона розпочала культивуватись в основному ентузіастами і любителями, а в культурі залишилась лише на невеликих площах у гірських районах Європи та Азії. Однак, повного припинення її вирощування не відбулося, тому що її зерно ніколи не втрачало своєї привабливості [359, 418, 682]. Нині площа вирощування пшениці спельти в Україні становить 300 тис. га [419].

1.2.1 Будова та загальна характеристика зерна. Культура пшениці спельти невимоглива до умов вирощування тому поширена в органічному землеробстві більшості країн Західної Європи й США. Зокрема у країнах Західної Європи (Німеччина, Бельгія, Швейцарія, Франція, Іспанія) її вирощують на площі понад 100 тис. га [507, 510]. Високі адаптивні властивості цієї культури підтверджено дослідженнями 22 науково-дослідних інститутів у дев'яти країнах Європейського Союзу, що беруть участь у проекті SESA [679].

У виробництві пшениця спельта відома з п'ятого тисячоліття до н. е., як культура з високоякісним зерном [326]. 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 [612]. У Швейцарії виробництво пшениці спельти досягало 9,1 тис. т [680].

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 [40, 75, 214, 677]. Органічні речовини, що містяться в спельті, мають високий рівень розчинності, тому легко і швидко засвоюються організмом людини [225]. В її зерні містяться особливі розчинні вуглеводи – мікополісахариди, що здатні зміцнювати імунну систему, знижувати рівень холестерину та регулювати процеси згортання крові [168, 229]. Особливістю зерна пшениці спельти є рівномірне розміщення цінних нутрієнтів в оболонках і ендоспермі, що дає можливість використовувати прості та складні помели зерна [562, 581, 618, 691].

Порівняно з пшеницею м'якою зернівка пшениці спельти має товщі оболонки, які менш щільно прилягають до алейронового шару [608]. Проте борозенка зернівки пшениці спельти широка і сягає близько половини поперечного розрізу ендосперму та відносно велика у верхній частині [591, 666].

Нині зростає інтерес до цієї культури з позиції органічного землеробства [705, 710]. Зерно пшениці спельти знаходиться в колосках, тому потребує звільнення від плівок [508, 697, 705]. Гібридизація пшениці спельти з пшеницею м'якою дає можливість змінювати її господарсько-цінні властивості. Так, у Німеччині створено щільноколосі сорти спельти, колоски яких не розпадаються, легко обмолочуються та не осипаються [75].

1.2.2 Особливості біохімічних і технологічних властивостей зерна. У практиці альтернативної медицини пшениця спельта була запропонована для включення в раціон пацієнтів, що проходять лікування виразкового коліту, нейродерміту та алергічних захворювань [466, 553, 597, 708], високого рівня холестерину в крові [466, 610], ревматоїдного артрити [597].

Пшениця спельта протипоказана до вживання для глютенчутливих людей [553]. Також є небезпечною для людей з целиакією [698]. Проте в 1991 р. Міжнародною асоціацією харчової алергії США проведеними клінічними дослідженнями доведено, що клейковина пшениці спельти у половині випадків не викликає алергії у людей, чутливих до цього компоненту в зерні [452]. Дослідженнями інших вчених [715] встановлено, що всі харчові продукти з

пшениці спельти сприяють покращенню імунної системи організму. Захисні сили людини проти алергенних білків зміцнюються, а організм стає до них менш сприйнятливий.

Проте іншими вченими [621, 210] встановлено, що в клейковині спельти, порівняно з генетично близькою пшеницею м'якою, значно менший вміст складових, які викликають целиакову хворобу. Тобто спельта є цінною зерною культурою для дієтичного харчування. У зв'язку з цим зростає зацікавленість спельтою як виробників, так і споживачів, зокрема дієтологів.

Технологічні властивості зерна пшениці спельти також змінюються залежно від сорту. Встановлено [512, 562], що зернівки пшениці спельти 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.

Вагомий внесок у дослідження хімічного складу зерна пшениці спельти внесли провідні вчені з близького та далекого зарубіжжя: A. R. Piergiovanni, G. Laghetti, P. Perrino [690], G. S. Ranhorta [697], Lacko-Bartošová, Rádlová [647], T. Bojnanská, H. Francáková [585], E.S.M. Abdel-Aal, P. Hucl, F. W. Sosulski [556], E. R. Grela [626], C. Marques, N. L. Ruibal-Mendieta, D. L. Delacroix, J. M. P. Mignolet [671], R. Rozenberg, G. Petitjean, J. L. Habib-Jiwan, M. Meurens, J. Qeentin-Leclercq, N. M. Delzenne, Y. Larondelle [703], а також вітчизняні Г. І. Подпрятков, Н. О. Ящук [400], С. К. Темірбекова [510], А. К. Нінієва [358], Ф. М. Парій [286], Г. М. Господаренко [103].

Відомо, що пшениця спельта має цінний харчовий потенціал за фракційним складом білка, ліпідів і клітковини [592, 607, 633, 698], вмістом вітамінів і мінеральних речовин [228, 568]. Вміст білка в зерні пшениці спельти змінюється від 12,0 до 28,0 % [74, 544, 690, 715]. Крім того, Т. Bojnanská та Н. Francáková [584] стверджують, що вміст білка у пшениці спельти зростає також за рахунок високобілкового алейронового шару. Проте результати досліджень Е. Marconi та ін. [670] свідчать, що білок пшениці спельти має низький вміст лізину і треоніну, проте більший глютамінової кислоти та проламіну, які є функціональними

амінокислотами під час формування тіста [117]. Встановлено [555], що лізин білка пшениці спельти використовується краще порівняно з пшеницею м'якою. Біологічна цінність білка пшениці спельти – 69–74 %, тоді як у пшениці м'якої лише 60–62 % [543, 695]. Її вуглеводи забезпечують 40–75 % загального споживання енергії, складаючи найбільш важливе джерело енергії у раціоні людини [402]. Для пшениці спельти вуглеводи є основним компонентом (50–70 %) зерна [556, 626, 697], а вміст цукру становить 2–6 % [557].

Дослідженнями Н. Zielinski та ін. [736] встановлено, що в зерні пшениці спельти міститься 71,6–85,4 % крохмалю, а за даними Т. Wojnanska і Н. Francakova [584] цей показник від 48,3 до 66,8 % залежно від сорту. За результатами досліджень Е. S. М. Abdel-Aal [557] пшениця спельта має нижчий вміст амілози, ніж пшениця м'яка. Одночасно J. D. Wilson зазначає [731], що крохмаль пшениці спельти містить на 2–21 % більше амілози порівняно з пшеницею м'якою.

Число падання зерна пшениці спельти змінюється від 270 до 343 с [618, 707], що знаходиться в межах для пшениці м'якої.

Структура зерна пшениці спельти, особливості вуглеводного комплексу і білка впливають на бубнявіння та розварювання. Вважається [676], що збільшення набухання в кислому середовищі можливе лише тоді, коли білкові молекули утворюють ґратчасту структуру за рахунок молекулярних сил. Відсутність такої структури, наприклад у «слабкому» борошні, призводить до пептизації білка.

Встановлено [692, 728], що вміст жиру в зерні пшениці спельти зазвичай у 1,2–1,3 раза вищий порівняно з пшеницею м'якою. Це зумовлено більшою часткою зародку або алейронового шару в зерні [234].

Вміст золи у зерні пшениці спельти може змінюватись від 1,79 до 2,36 % залежно від сорту, що корелює з високим вмістом макро- і мікроелементів [119, 553]. Зерно пшениці спельти містить на 30–60 % більше заліза, цинку, міді, магнію і фосфору порівняно з пшеницею м'якою [680, 694].

Зерно пшениці спельти має низьку натуру [667]. Так, за результатами досліджень Г. І. Подпрятова та Н. О. Ящук [400] натура зерна пшениці спельти

становила 665 г/л, в дослідженнях І. О. Полянецької [403] – 675 г/л, І. Ю. Ткаченка [516] – 720 г/л. За даними N. Sarpouchová [593], J. Waga та ін. [728] маса 1000 зерен пшениці спельти висока та від 52 до 54 г, а в дослідженнях K. Berpirczcz і W. Budzynski [581] – від 51,7 до 57,1 г. За результатами досліджень Г. І. Подпрятова та Н. О. Ящук [400] цей показник складав в середньому 41,7 г, а Ж. М. Новак [361] з'ясовано, що маса 1000 зерен може змінюватись від 36,2 до 48,5 г залежно від умов вирощування. Зерно пшениці спельти має високу склоподібність, величина якої визначається особливостями сорту [436, 720].

Пшениця спельта зазвичай відзначається високим вмістом клейковини, проте вона розпливчастіша та слабко еластична порівняно з клейковиною пшениці м'якої [170, 557, 670, 693]. Вміст її істотно змінюється залежно від сорту [584, 697, 723]. Так, за даними T. Vojňanská і H. Frančáková [584] рівень цього показника в зерні пшениці спельти варіював від 10,8 % до 30,6 %, а в дослідженнях A. Ceglińska [597] сягав 51,6 %. Подібні результати отримано і в дослідженнях В. І. Дробот [136], А. К. Нінієвої [360], M. Lacko-Bartošová, H. Zielinski [736] та Z. Kohajdová [641].

Якість клейковини пшениці спельти становить 90–120 од. п. ВДК [103, 137, 693] і відповідає II–III групі якості – задовільно та незадовільно слабка [732]. Тому тісто з такого борошна важке і темне, його краще застосовувати як добавку до житнього або пшеничного борошна, а також для приготування пісочного і деяких інших видів тіста [735]. Проте біологічна цінність клейковини пшениці спельти вища, ніж пшениці м'якої, оскільки містить більше легкозасвоюваних складових [584, 693]. Тісто пшениці спельти дуже м'яке і липке після замісу, обробляється складніше, а об'єм хліба зазвичай менший порівняно з пшеничним [174, 180, 608, 641, 705].

Технологія приготування тіста з борошна пшениці спельти відрізняється від відомої для борошна з пшениці м'якої, у якої крохмальні зерна міцно зв'язані з білковою матрицею. Це знижує атакувальну здатність крохмалю ферментами. Тому бродіння тіста з пшениці спельти триває менше порівняно з пшеницею м'якою [711, 732]. Крім цього під час бродіння утворюється на 20 % менше діоксиду вуглецю [262]. Хоча дослідження інших вчених [696, 323] свідчать, що хліб із

борошна пшениці спельти має високий об'ємний вихід, правильну форму, колір м'якушки – кремовий, з приємним смаком і ароматом. М'якуш відрізняється зернистою та грубуватою структурою порівняно із пшеницею м'якою. Вироби з борошна пшениці спельти мають хрустку скоринку та щільну м'якушку [79, 543, 640, 594]. Очевидно, що вище означена особливість зв'язку крохмалю з білком притаманна не всім сортам і формам пшениці спельти.

Реологічні властивості тіста з борошна пшениці спельти залежать від в'язкопружних властивостей клейковинної матриці, які зумовлені якісним і кількісним складом фракцій мономерного гліадину та полімерного глютеніну [550, 180]. Існують істотні відмінності між пшеницею спельтою та м'якою в кількості фракцій і молекулярній масі α -, β -, γ - і ω - гліадину і низькомолекулярних субодиниць глютеніну [462].

Важливою особливістю борошна із пшениці спельти є висока водоутримувальна здатність, завдяки чому хліб довше не черствіє [225]. Водопоглинальна здатність характеризує потенціал білкових молекул поглинати вологу. Вищий вміст білка борошна зазвичай зумовлює більш високу сорбцію води [712]. Борошно із пшениці спельти має високу водопоглинальну здатність – 58–62 % [669, 180]. За даними М. В. Гуртового та О. В. Гаврилова [117], борошно із зерна пшениці спельти характеризується вищою водопоглинальною здатністю (54,0 %), що перевищує аналогічний показник для борошна з пшениці м'якої на 9,3 %, сила борошна за показником альвеографа більша на 4,6 %, а за показником фаринографа – у 3,8 раза. Це свідчить про можливість його використання для виготовлення хліба.

Борошно з пшениці спельти є відмінною сировиною для кондитерської промисловості, що дозволяє випікати вищої якості, ніж з пшениці м'якої, цукрове, вівсяне, кокосове і шоколадне печиво, кекси, бісквіти торти, макаронні та інші хлібобулочні вироби [641].

Поряд з цілою низкою позитивних якостей для пшениці спельти характерні й певні вади. Так, зокрема, значному її поширенню у виробництві перешкоджає порівняно низька врожайність і деякі негативні морфологічні характеристики: висока

ламкість колосового стрижня і важкий вимолот зерна, обумовлений твердими колосковими лусками, які щільно охоплюють зернівку, відносно довгий вегетаційний період. Колоскові та квіткові луски складають 20–30 % урожаю [703, 646, 675]. Для їх видалення потрібен додатковий вимолот зерна. Однак важкість вимолоту можна віднести і до позитивних ознак, бо міцні луски забезпечують захист зернівок і молодих паростків від шкідливих чинників навколишнього природного середовища [637, 643].

Пшениця щільноколоса (компактна, карликова) (*Triticum compactum* Host) – поліморфний вид, дуже подібний до пшениці м'якої. Відрізняється дуже щільним і коротким колосом, короткою зернівкою. Характеризується високою стійкістю до вилягання, дії низьких температур. Урожайність зерна може сягати 9–10 т/га, а вміст білка до 22 % [713]. За якістю зерно відносять до типу білозерної м'якозерної пшениці. Найбільше вирощується в США та переважно експортується в країни Азії. У структурі посівної площі пшениці в США частка пшениці щільноколосої становить 5–10 %. Водопоглинальна здатність борошна на 3–5 % нижча порівняно з твердозерними сортами пшениці. Це дає можливість виготовляти печиво та торти вищої якості [651, 725].

Пшениця ефіопська (*Triticum aethiopicum* Jakubz.) – тетраплоїдний вид пшениці з геномом A^uB, ранньостигла, має гени стійкості до ураження збудниками стеблової та бурої іржі, корневих гнилей. Забарвлення зернівок може бути жовтим або фіолетовим, а вміст білка сягати 26 % [574]. Вирощують в Ефіопії та країнах Азії.

Крім цього, нині синтезовано велику кількість інтрогресивних сортів і ліній пшениці, технологічні властивості яких значно відрізняються від загальновідомих [719]. В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва створено лінії пшениці спельти, які відбирали з спонтанних гібридів *var. duhamelianum* (Вірменія) і *var. caeruleum* (Іспанія) за комплексом господарсько-біологічних ознак. Зерно ліній мають дуже високу масу 1000 зерен (38,0–42,0 г), проте низьку натуру (650–670 г/л) [504, 507]. Виділено трансгресивні лінії, отримані гібридизацією пшениці м'якої з пшеницею Кіхари та пшениці Мігушової. Зерно ліній має дуже високий вміст білка та клейковини з індексом деформації 65–70 од. п. ВДК [210]. Проте

детального аналізу борошномельних і хлібопекарських властивостей зерна інтрогресивних ліній не проведено.

1.2.3 Якість зерна пшениці спельти залежно від удобрення. Застосування мінеральних добрив один із найважливіших заходів у технології вирощування пшениці спельти, що забезпечує підвищення врожайності та якості зерна [560, 605]. Проте рослини пшениці спельти за внесення високих доз азотних добрив вилягають, що негативно впливає на формування продуктивності. Тому цю культуру слід вирощувати після парових попередників без застосування азотних добрив. Лише за умови вирощування на ґрунтах важкого гранулометричного складу вносити 30–60 кг/га д. р. азотних добрив [626].

У досліджах [624] підживлення різних сортів пшениці спельти азотними добривами підвищувало вміст білка та клейковини у зерні. При цьому в складі білка найбільше зростала частка гліадину порівняно з іншими фракціями. Це зазвичай сприяло формуванню еластичнішого тіста та зниженню об'єму хліба. Ефективність застосування азотних добрив залежить від генетичних особливостей сорту.

Дослідженнями румунських вчених [641] встановлено, що застосування азотних добрив роздрібно по 25 кг/га д. р. підвищувало масу 1000 зерен з 48,1 г до 48,8 г, а вміст білка – з 12,7 % до 13,1 %. Ефективність застосування добрив залежала від сорту пшениці спельти.

Мала кількість наукових публікацій свідчить, що в умовах Правобережного Лісостепу вплив удобрення на технологічні властивості зерна пшениці спельти вивчено недостатньо, що зумовлює необхідність досліджень в умовах Правобережного Лісостепу.

1.3 Вплив елементів технології перероблення зерна на якість зернопродуктів

Зерно пшениці спельти характеризується високою харчовою цінністю, що дозволяє отримувати круп'яні продукти, хлібобулочні та кондитерські вироби з метою виробництва конкурентоспроможної продукції з покращеними

функціонально-технологічних властивостями. Тому в умовах постійного зростання кількості сортів пшениці спелти та збільшення площ вирощування виникає необхідність вивчення технології перероблення її зерна.

1.3.1 Напрями перероблення зерна. Нині зерно злакових культур – основна сировина, з якої отримують борошно, крупу, пластівці, сухі сніданки, макаронні вироби, хліб, хлібці, печиво, бісквіт, спирт, пиво тощо [590, 669, 670, 671, 666]. Приоритетним напрямом виробництва продуктів харчування, збагачених натуральними компонентами підвищеної біологічної цінності, є створення та впровадження сучасних ресурсоощадливих технологій, які забезпечують поглиблену комплексну переробку зерна. Такі технології повинні передбачати ефективне й повне використання основних і супутних продуктів перероблення зерна [623].

У результаті одержання борошна і крупи можливе виділення таких супутних продуктів, як зародок, висівки, мучка, раціональне використання яких має велике значення [638, 668].

Високу харчову цінність має зародок пшениці. Він може містити до 18–30 % білка та до 12–30 % жиру. Білок містить незамінні амінокислоти, а жир має високий вміст ненасичених жирних кислот. У зародках немає крохмалю, проте є цукор (до 21–30 %) і близько 20 макро- і мікроелементів. Крім цього, у зародках міститься цілий комплекс вітамінів. Вживання 50 г зародків забезпечує добову потребу дорослої людини у вітамінах [222].

Зародок може бути сировиною для отримання олії. Макуха зародка містить близько 30 % білка, збалансованого за амінокислотним складом і мінеральними елементами, тому його використовують у технології хлібобулочних виробів, сухих сніданків тощо для підвищення їх біологічної цінності. Застосовують зародки у виробництві спеціального кондитерського борошна. За умови висушування зародкового продукту до вологості 5–7 % тривалість його зберігання продовжується до трьох місяців. Для поліпшення смакових властивостей зародки обсмажують за температури 130 °С, при цьому вони набувають горіхового аромату і є цінною сировиною для виробництва шоколадних цукерок, тортів, тістечок [344].

Розроблено методи і способи використання різноманітних фракцій, отриманих

із висівок для інтенсифікації технологічного процесу приготування хліба, поліпшення його якості та поживної цінності, одержання різноманітних білкових продуктів, які мають високу біологічну цінність і поліфункціональне призначення [341]. Із висівок можна одержувати білкове борошно та білковий концентрат із вмістом білка відповідно 40 і 60 %, харчовий крохмале-білковий концентрат. Ці продукти використовують для виробництва цукерок, ковбасних виробів, сухих сніданків, загусників, емульгаторів, піноутворювачів, замінників горіхів у різних галузях харчової та комбікормової промисловості [395].

Незважаючи на високу харчову, лікувально-профілактичну та біологічну цінність супутніх продуктів, на більшості вітчизняних борошномельних заводів їх майже не відбирають. Сучасні технології дозволяють вилучати лише до 2 % зародкового продукту [345].

Перспективним видом круп'яного продукту є «легкі» зерна, які можна отримувати послідовним пропарюванням зерна та його обробленням електромагнітним полем надвисокої частоти [343].

Україна має великий аграрний потенціал і широку сировинну базу для виробництва високоякісних продуктів харчування. Нині актуальними є нові рішення у технологіях переробної галузі, що дозволяють вирішувати низку виробничих проблем [146].

Перш за все пшеницю спельту вирощують, як культуру, зерно якої використовується для приготування «здорової їжі» («*health food*»), проте вже під іншими й до того ж різними торговими назвами. Так, спельта вирощена в США продається під торговою назвою «камут», а в Західній Європі її називають «динкель», іноді – «природний медикамент», бо вона містить у своєму складі майже всі елементи живлення у збалансованому вигляді [715].

Швейцарські вчені встановили, що всі харчові продукти, отримані зі спельти (хліб, макарони, крупи) сприяють укріпленню імунної системи. Це обумовлено наявністю в зерні особливих розчинних вуглеводів – мікополісахаридів [557]. До того ж у зернівці містяться майже всі поживні речовини потрібні людині розміщені рівномірно [172, 327, 397], що дозволяє зберігати поживну цінність

навіть при самому тонкому розмелюванні.

Особливо ціниться борошно, від якого не відбиралися висівки. У Німеччині з нестиглого «зеленого» висушеного зерна готують національну страву «грюнкорн», на Закавказзі цінують перлову крупу не з ячменю, а зі спельти. У спельті амінокислот і вітамінів на 20–60 % більше, ніж у пшениці м'якій, а перетравність шлунком білка перевищує 80 %. Високі хлібопекарські властивості спельти було оцінено ще на початку ХХ століття, що привернуло увагу вчених, виробників і особливо лікарів дієтологів [673].

З борошна пшениці спельти випікають хлібобулочні вироби дієтичного призначення [728]. Завдяки вищому вмісту білка і харчових волокон макаронні вироби з борошна пшениці спельти мають високі харчові та дієтичні властивості [694].

В Україні використання борошна із зерна пшениці спельти для виробництва хлібобулочних і кондитерських виробів обмежене у зв'язку з низькими хлібопекарськими властивостями та плівчастістю зерна [453, 680]. Тому його добавляють до пшеничного для покращення якості хліба [640].

Враховуючи, що борошно зі спельти має високу харчову цінність його доцільно використовувати в композиційній суміші з вівсяними пластівцями, сухою пшеничною клейковиною, а також добавляти під час замісу тіста аскорбінову кислоту [673]. Хліб з цієї суміші має високу якість і може бути функціональним продуктом харчування [135, 136, 584].

Нині популярності набувають вироби з борошна білозерних сортів пшениці. Борошно з червонозерної пшениці за виходу 70 % і вмісту золи 0,50 % має білизну борошна білозерної пшениці за виходу 75 % і вище. Це дає можливість отримувати продукти високої якості з вищим вмістом висівок, які підвищують його біологічну цінність. Зерно білозерних пшениць зазвичай використовують для виробництва обойного борошна, з якого отримують кондитерські вироби високої якості [181].

Відомо [507], що круп'яні продукти із зерна пшениці спельти мають високу кулінарну оцінку, проте технології перероблення її зерна в крупу розроблені недостатньо.

1.3.2 Технології виробництва круп'яних продуктів із зерна злакових культур. 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 [56, 333].

Круп'яні продукти злакових культур є одним із основних джерел вітамінів – органічних сполук, які не є джерелами енергії, проте беруть участь у регуляції обміну речовин. Так, в 100 г зерна пшениці міститься 0,37–0,44 мг тіаміну (вітамін B₁), 0,1–0,17 мг рибофлавіну (вітамін B₂), 4,94–5,58 мг ніацину (вітамін PP), тоді як у зерні гречки відповідно – 0,30 мг, 0,14 і 3,87 мг [170, 179, 717]. Вітаміни в зерні локалізуються нерівномірно, найбільше їх в оболонках. Тому збільшення індексу лушення зменшує їх вміст у готовому продукті [689, 705].

Круп'яна промисловість в основному здійснює первинне перероблення зернової сировини [12]. Її продукція потребує тривалого кулінарного оброблення або використовується в якості сировини для створення інших продуктів харчування. Тому виникає необхідність застосування інноваційних методів для забезпечення його глибоких структурних змін, покращення споживчої якості готового продукту [550].

Сучасний асортимент круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти включає крупи шліфовані типу перлових, крупи подрібнені та пластівці [230].

Основні етапи вітчизняних технологій отримання круп'яних продуктів включають додаткове очищення сировини, водотеплове оброблення, лушення, контроль проміжних продуктів, подрібнення, плющення та фасування. Збільшується попит на крупи подрібнені з високим вмістом периферійних частин, крупи плющенні, пластівці та суміші круп'яних продуктів [148].

Проведений огляд літератури свідчить, що біохімічні та технологічні властивості зерна пшениці спельти подібні до зерна пшениці м'якої, тому за основу вдосконалення технології перероблення зерна в крупу рекомендовано використовувати відомі технології. Крупи «Полтавські» та «Артек», виробляють із пшениці твердої очищенням сировини на трьох очисних системах, зволоженням зерна теплою водою до вологості 14,5–15,0 % і наступним його відволоженням від 30 до 120 хв. Після цього зерно лущать на двох системах з наступним шліфуванням і поліруванням на трьох системах [179].

Технологія перероблення пшениці м'якої включає очищення зерна без поділу на крупну та дрібну фракції, лушення на оббивних машинах, шліфування та подрібнення з наступним сортуванням проміжних продуктів та їх полірування [152].

Швидкорозварювані крупи виробляють із крупи Полтавська №1, 2, 3. Послідовність технологічних операцій під час виробництва швидкорозварюваних круп: зважування і контрольне просіювання сировини, зволоження до вологості 25,0–27,0 %, первинне відволоження в шнеках упродовж 40 хв, пропарювання вологої крупи у шнекових пропарювачах безперервної дії за тиску насиченої пари 0,1 МПа та експозиції пропарювання 3 хв, повторне відволоження впродовж 40 хв, підсушування крупи до вологості 23,0–25,0 %, плющення на вальцевих верстатах за встановленого диференціалу 1 : 1, висушування плющеної крупи до вологості не більше 14,0 %, просіювання, фасування та пакування [147]. Проте, під час виробництва пшеничних пластівців отримують продукти з низькою харчовою цінністю, а вихід крупи становить 55–65 %, що збіднює її білком, вітамінами, мінеральними та іншими активними речовинами [230].

Технологія перероблення зерна пшениці на крупу плющену, розроблена американськими вченими, передбачає кондиціонування зерна, варіння його впродовж 90 хв за тиску насиченої пари 2,0 МПа, підсушування пропареного зерна до вологості 21,0 %, підігрівання інфрачервоними променями до температури 88 °С з наступним плющенням [619].

Широкого поширення набули спрощені технології перероблення зерна злакових культур на установках типу УКР-1 і УКР-2. Вони характеризуються низькими енерговитратами, простотою конструкції, проте мають низький рівень автоматизації та потребують значних затрат ручної праці. Робота цих установок базується на режимах стандартної технології виробництва круп'яних продуктів, проте перероблення в них зерна пшениці спелти не передбачено.

Виробництво крупи з полби включає зволоження зерна до вологості 15–17 %, відволоження впродовж 1,5–2 год, лушення зволоженого зерна та сепарування від оболонки, дрібки, мучки і контроль крупи, вихід якої становить 50–99 % [383].

Дослідженнями К. М. Фесенка [524] встановлено, що під час виробництва

пластівців із зерна тритикале оптимальним є зволоження сировини до 14,5–15,0 % і відволоження впродовж 30–40 хв. Лушити зерно доцільно впродовж 6 хв. Найкращими властивостями характеризуються пластівці, отримані за пропарювання зерна тиском 0,17 МПа впродовж 6–8 хв та тривалістю відволоження 10–15 хв. Основна фракція пластівців тритикале (56–64 % від загальної маси) має діаметр 2,5–6,0 мм.

Сучасна технологія перероблення зерна пшениці на крупи шліфовані та подрібнені полягає в тому, що зерно великої фракції (схід з сита $2,8-2,6 \times 20$ мм) поступає через магнітний захист на першу систему луцення – вертикальну луцильну машину та дуоаспіратор. Після відділення оболонки, мучки та битого ядра продукт луцення, що містить суміш лущених і нелущених зерен тритикале, направляється в розсів з ситами з отворами розміром $2,8 \times 20$ мм і $2,6 \times 20$ мм. Продукт, отриманий сходом з сит $2,8 \times 20$ мм і $2,6 \times 20$ мм поступає на магнітний захист другої луцильної системи. Із сита $2,6 \times 20$ мм сходять нелущене зерно і поступає через магнітний захист спільно з продуктом другого луцення на систему шліфування – горизонтальну машину типу БШМ. Після цього продукт додатково очищується на дуоаспіраторі. Крупу № 1 отримують проходом сита з отворами $\varnothing 4,0$ мм і сходом сита з отворами $\varnothing 3,0$ мм; крупу №2 – проходом сита з отворами $\varnothing 3,0$ мм і сходом сита з отворами $\varnothing 2,5$ мм. Крупа, що відповідає номерам 3, 4 і 5 (прохід сита $\varnothing 2,5$ мм) відбирається в окремий бункер. Кожний вид крупи піддається провіюванню та магнітному контролю. Схід сита з отворами $\varnothing 2,5$ мм спрямовують на другу систему луцення, а з сита 063 – на першу шліфувальну систему [522].

Швидкорозварювану крупу виходом 55–65 % виробляють із «Полтавської №1, 2, 3». Технологічні операції включають проведення зважування, контрольне просіювання сировини, зволоження до 25–27 %, первинне відволоження в шнеках упродовж 40 хв, пропарювання вологої крупи у шнекових пропарювачах безперервної дії за тиску насиченої пари 0,1 МПа упродовж 3 хв. Після чого проводять повторне відволоження впродовж 40 хв, а потім підсушування до вологості 23–25 %. Плющення виконують на вальцьових верстатах за диференціалу

1 : 1, сушіння плющеної крупи до вологості не вище 14 %, просіювання, фасування та пакування продукту [407].

1.3.3 Вихід та якість круп'яних продуктів і борошна залежно від водотеплового оброблення та луцення. Очищення зерна – важлива технологічна операція на круп'яних заводах, від якої залежить вихід та якість готового продукту [324]. Вимоги до кількості сміттєвої домішки у зерні пшениці спельти та пшениці м'якої подібні, тому очищення зерна аналогічне [42].

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 тощо) [152, 330].

Відомо, що ефективним методом очищення поверхні зерна є також вологе оброблення в мийних машинах з наступним відволожуванням і сушінням [459]. Унаслідок цього відбувається зниження розчинності водно-сольової фракції білка та збільшується вміст спирторозчинних фракцій. Під час вологого оброблення показник вмісту водорозчинної фракції зростає з 7,4 до 30,0 %, а вміст солерозчинної фракції – з 11,0 до 28,0 % [185].

Ефективним способом покращення технологічних властивостей зерна є його водотеплове оброблення перед луценням [348, 491], тому необхідно встановити оптимальні режими його проведення. Воно полягає в одночасному впливі на зерно води, пари і тепла для спрямованої зміни властивостей оболонки і ядра. За оптимального режиму водотеплового оброблення зерна в процесах виготовлення крупи оболонки легко відділяються від ядра, воно менше дробиться, а тому отримують більше крупи ядриці [167, 527].

Відволожування зерна проводять для рівномірного розподілу вологи у зерні та забезпечення проходження оптимальних фізико-хімічних змін у структурі зернівки [65, 491, 450, 465, 467].

Нині розроблено й впроваджено методи холодного, гарячого та швидкісного кондиціювання зерна [513].

Завданням водотеплового оброблення в круп'яному виробництві є зміна

вихідних технологічних властивостей зерна в заданому напрямі та стабілізація їх на оптимальному рівні [22, 186].

Під час перероблення круп'яного зерна особливе значення має різниця у вологості ядра та плівок [502]. Сухі оболонки зерна характеризуються високою крихкістю та малим зусиллям відокремлення, тоді як вологе зерно має підвищену пластичність ендосперму, що запобігає його руйнуванню. Під час луцення вологого зерна підвищується витрата енергії і знижується продуктивність обладнання. Проте зерно, висушене за м'яких режимів, має вологість оболонок нижчу вологості ядра, що зумовлює підвищення ефективності його луцення, тому в круп'яному виробництві рекомендовано використовувати однорідні за вологістю партії зерна [527].

Значний вплив на процес луцення зерна має характер зв'язків між оболонками та ядром. Підвищення склоподібності зерна від 40 до 98 % зволоженого на 3 % і відволоженого впродовж 3 і 12 хв зумовлює зростання питомого зусилля відшарування плодових оболонок від ядра, що відбувається з 99 до 135 Н/м із 92 до 122 Н/м. Міцність зв'язків насінневої оболонки з ядром збільшується відповідно з 173 до 185 Н/м із 205 до 210 Н/м. Зволоження зерна пшениці склоподібністю 40 і 98 % від 2 до 3; 4 і 5 % зумовлює послаблення зв'язків між плодовими оболонками та ядром відповідно з 99 до 93; 89 і 86 Н/м із 136 до 126; 115 і 104 Н/м. На відміну від цього міцність зв'язків насінневих оболонок та ядра зростає відповідно з 176 до 188, 195 і 205 Н/м із 189 до 195, 203 і 121 Н/м [636].

Отже, застосування технології вологого луцення зерна в агрегатних установках підтверджує раціональність принципового вибору сухого оброблення поверхні зерна та створення устаткування, придатного для сумісного проведення операцій луцення та шліфування.

У працях Я. Н. Куприці [239, 240] вказується, що тривалість відволоження зерна кожного виду має своє оптимальне значення. Водотеплове оброблення є невід'ємною складовою сортів помелів, що зумовлено комплексним впливом на зерно води і наступного відволоження. Це призводить до зміни його фізико-хімічних властивостей. Водотеплове оброблення знижує щільність зерна, тобто

спостерігається розпушування первісної щільної структури ендосперму в результаті його руйнування мікротріщинами та проникненням вологи всередину зернівки, змінами надмолекулярної структури біополімерів і конформації їх макромолекул, а також внаслідок гідролітичних біохімічних процесів [146].

Водотепловим обробленням зерна можна досягти послаблення структури ендосперму внаслідок часткового гідролізу його міжклітинних перегородок, що складаються з клітковини, геміцелюлози і пектинових речовин [11].

Водотеплове оброблення зерна пшениці покращує ефективність його лущення, переміщення міграції речовин з периферійних частин зерна до центральних, що залишаються в крупі. Таке оброблення зменшує втрати крохмалю під час варіння та підвищує розсипчастість каші [128].

Встановлено [366], що зі збільшенням вологості зерна з 14,0 до 16,0 % індекс лущення підвищується, а частка битого ядра зменшується з 8,5 до 5,0 %.

Підвищення вологості зерна сприяє зменшенню його твердості на 10–18 %. Це пояснюється механічним впливом води на зерно, що призводить до його набухання та збільшення в'язкості оболонок. Також змінюється питома маса зернівки за рахунок поглинання води, яка має меншу (1,00), порівняно з крохмалем питому масу (1,63–1,48). За вологості 12,0 % зерно тритикале має властивості пружного тіла, проте за підвищення вологості до 16,0 % набуває пластичного стану [525].

Встановлено [528], що зміни, визначені стандартними методами, в білково-протеїназних і вуглеводно-амілазних комплексах, можна зафіксувати тільки після 24-годинного відволожування.

Харчова цінність крупи, отриманої барометричним способом вища, ніж у крупи отриманої за традиційною технологією, тому що перевищує її за вмістом калію, натрію та кальцію в 1,3 раза, а термін її зберігання становить дев'ять місяців [369].

Під час виробництва перлової крупи застосовують альтернативний спосіб, який полягає в зволожуванні зерна ячменю перед лущенням на 5–6 % з наступним 25–30-хвилинним відволожуванням. Недоліком цього способу є значне підвищення вологості оболонок (31–34 %). Для доведення оболонок до вологості 17,0–20,0 % потрібно 3–4-годинне відволожування або підсушування підігрітим повітрям. Значне

зволоження периферійних шарів зернівки знижує ефективність процесу лущення, що пов'язане з підвищеною витратою води [487].

Використання вологого лущення зерна дозволяє збільшити загальний вихід крупи та скоротити технологічний процес її виробництва за рахунок скорочення процесу лущення та зменшення шліфувально-полірувального процесу на 1–2 системи [550].

Загальна тривалість водотеплового оброблення зерна складається із двох етапів. Перший відповідає за зволоження зерна і первинні структурні зміни в кожній зернівці, а друга – зумовлює завершення всіх структурно-механічних і біохімічних процесів у зернівці [113].

Технологічні процеси виготовлення круп, технології та устаткування для цього досліджуються віддавна і широко описані в науковій літературі [42, 75, 330, 448, 465].

На якість крупи під час зберігання істотно впливає мікрофлора зерна. Водотеплове оброблення сприяє вилученню мікроорганізмів, а подальше пропарювання його стерилізації [185].

Водотеплове оброблення також впливає на споживні властивості крупи, тривалість варіння, консистенцію каші та її розварювання [70, 329].

Крупа, отримана після водотеплового оброблення під час зберігання, стійкіша до прогрікання та має довший термін зберігання [70, 185, 360, 195]. Крім цього, водотеплове оброблення сприяє підвищенню в крупі вмісту водорозчинних речовин, мікро- та макроелементів, що підвищує її харчову цінність [70].

У результаті водотеплового оброблення зерна за оптимальних параметрів, збільшується вміст вітамінів у крупі: V_1 – на 32 %, V_2 – на 44, PP – на 31 % і мінеральних речовин – на 9,1 % порівняно із зерном без водотеплового оброблення [185].

Удосконалення режимів зволоження та відволоження зерна сортів пшениці твердої дозволяє зменшити енерговитрати технологічного процесу на 40–50 % [62].

Водотеплове оброблення залежно від крупності зерна змінює вміст битого ядра [23, 152]. Тому для підвищення ефективності роботи лущильних машин проводиться сортування зерна на фракції. Фракціонування зерна збільшує ефективність лущення

зерна, проте підвищує загальну енергоємність виробництва, тому його економічно доцільно проводити на підприємствах високої продуктивності [53].

Основна технологічна операція під час виробництва крупи – лущення [319, 329]. Ефективність його залежить від анатомічних особливостей зерна (міцності ядра і оболонки та їхнього прилягання до ендосперму) [188, 329, 330, 397]. Під час перероблення зерна пшениці лущення проводять на двох системах оббивних машин з абразивною поверхнею. Також його можна проводити на лущильних машинах типу А1–ЗШН. Овальна швидкість бичів на 1-й системі повинна становити 16 м/с, на 2-й – 14 м/с, а ухил бичів відповідно 10 і 8 % [342, 643]. Оптимізація процесу лущення зумовлює зменшення кількості битого ядра. Це зменшує втрати макро- та мікроелементів у наслідок більш рівномірного відділення плодкових і насінневих оболонок та низькими втратами ендосперму [122].

Основним чинником, що впливає на ефективність лущення та шліфування є вологість зерна [27, 330]. Підвищення вологості сприяє різкому збільшенню пластичних властивостей зерна та частин його оболонок, а низька – призводить до значного подрібнення зерна, що знижує вихід крупи та її якість [319, 397].

Збільшення вологості зерна знижує ступінь шліфування, що зумовлено його структурно-механічними властивостями: вологіше зерно має вищу міцність та в'язкість, тому збільшується його стійкість до механічної обробки [465]. 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 з пшениці спельти №1 порівняно з переробкою плівкових сортів [491].

Одним із важливих показників виробництва круп'яних продуктів є оптимальний ступінь лущення зерна, який змінюється залежно від сорту, оскільки зерно характеризується різним вмістом оболонок і міцністю їхнього прилягання до ендосперму.

Нині, разом зі стандартними видами круп'яних продуктів, зростає попит на продукти, отримані з цілого зерна. Вони мають меншу калорійність, більший вміст вітамінів і мінеральних речовин. У результаті збільшення кількості знятих

оболонок, вміст незамінних амінокислот і вітамінів у готовому продукті зменшується, а кількість битих зерен збільшується [31, 148]. Проте за даними В. О. Моргун [339] вміст корисних компонентів 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 В₁ – 0,42, В₂ – 0,14, В₆ – 0,48 і РР – 6,52 %, а шліфовані крупи містять золи – 1,39 %, білка – 11,4, ліпідів – 1,58, пентозанів – 4,93, вітамінів В₁ – 0,26, В₂ – 0,08, В₆ – 0,35 і РР – 4,32 %.

Аналіз відомої технології перероблення зерна пшениці [230] свідчить, що шліфування його необхідно проводити за вологості від 10 до 14 %. Така вологість дозволяє рівномірно обробляти зерно, отримувати меншу кількість подрібненого ядра та мучки 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 [242, 491, 450, 447]

Встановлено [465], що з підвищенням вологості під час холодного кондиціювання прямо пропорційно збільшується індекс лущення з 0 до 8 %. Найвищий приріст вологи (до 7 %) був у зерна з індексом лущення 9 % та тривалості занурення у воду на 30 с, проте його збільшення з 8 до 10 % зумовлювало зменшення вологості до 6 %.

Під час виробництва швидкорозварюваних і плющеної круп використовують кілька методів теплової обробки зерна, які забезпечують інактивацію гідролітичних ферментів: пропарювання під тиском, обжарювання та мікронізацію [598]. Найбільшого поширення мають методи, які передбачають пропарювання зерна під тиском та обжарювання. Метод мікронізації є відносно новим, його застосування скорочує тривалість процесу теплової обробки зерна, проте потребує встановлення спеціального обладнання [329, 591]. В Україні відсутні альтернативні методи теплової обробки зерна. Майже всі зернопереробні підприємства використовують метод пропарювання зерна за надлишкового тиску.

Оптимальним режимом для виробництва пшеничних пластівців є зволоження зерна до 15,0–16,0 % і його відволоження впродовж 3 год перед одно- чи дворазовим луценням у машинах А1–ЗШН–3 [230]. Збільшення тривалості відволоження підвищує стійкість пластівців до механічного пошкодження та збереження їх форми під час варіння. Зменшення тривалості відволоження збільшує тривалість приготування пластівців, а об'єм каші знижується [242].

Пропарювання зерна за надлишкового тиску забезпечує інактивацію гідролітичних ферментів і дозволяє зберегти стабільність протікання хімічних реакцій впродовж гарантійного терміну зберігання круп'яних продуктів, зменшує утворення подрібненого ядра та мучки, сприяє покращенню кулінарної оцінки готового продукту, її засвоювання та зменшенню тривалості варіння [42].

Пропарювання додатково зволожує та підігріває зерно, пластифікує ендосперм, яке менше дробиться під час луцення і шліфування. Пластифікація ядра відбувається і в результаті окремих хімічних перетворень: клейстеризації деякої частини крохмалю, утворенню невеликої кількості декстринів, що мають властивості склеюватись [20, 188].

Підвищення тиску пари і тривалості пропарювання збільшує загальний вихід крупи на 1,1–5,4 % з підвищенням ціннішої фракції на 1,5–13,9 % за зниження виходу суміжного продукту на 1,4–8,3 % [70]. Проте за даними Л. Д. Бачурської і В. Н. Гуляєва [33] надмірний вміст вологи у зерні змінює його властивості в напрямку зміцнення та створюються умови, які ускладнюють плющення. Тому після пропарювання проводять підсушування крупи до вологості 25 %, що підвищує міцність ядра та знижує міцність оболонки, у результаті чого зернівки не злипаються між собою [327, 332].

У технології виробництва плющеної крупи застосовують м'які та жорсткі режими пропарювання зерна за підвищеного тиску. Пропарювання зерна істотно змінює властивості білків, їх амінокислотний склад і чутливість до ферментативного перетравлювання, підвищується їх засвоюваність. Теплова денатурація білків зерна порушує вторинну структуру спіральної просторової організації поліпептидних ланцюгів [226].

Під час пропарювання зерна завдяки амілопектину відбувається клейстеризація крохмальних зерен. У першій фазі нагрівання вода повільно поглинається зернами крохмалю і відбувається їх набухання. Друга фаза характеризується втратою кристалічної будови крохмальних зерен і збільшенням їх в'язкості. У третій фазі, що за високих температур, зерна крохмалю втрачають форму, а розчинна частина видаляється з них повністю [154].

Із підвищенням температури зерна до 30 °С збільшується активність ферментів, за температури 30–40 °С відбувається ослаблення клейковинного комплексу, за 45 °С – поліпшення еластичності клейковини, за 50–60 °С – зменшується розтяжність клейковини, за 60 °С – проходить зниження активності ферментів, а за температури більше 60 °С – відбувається часткова або повна денатурація білка [147]. Встановлено, що втрата вітамінів В₁ і В₂ під час варіння непропареної крупи становить відповідно 21 % і 18 % проти 18 % і 6 % у круп, що були пропарені. Проте водотеплове оброблення зерна не впливає істотно на вміст вітаміну Е [185].

Порівняно з методами холодного водотеплового оброблення зерна насиченою парою істотно збільшує його геометричні розміри [146].

У результаті пропарювання колотого ядра, його вологість зростає на 3,0–5,0 % залежно від вихідної вологості та обраних режимів [54]. Найбільш глибокі зміни у біохімічному комплексі відбуваються за вологості 28,0–34,0 %.

Збільшення тривалості пропарювання від 2 до 6 хв під час зволоження сприяють клейстеризації крохмалю, зумовлюють підвищення виходу крупи і вмісту вітамінів на 8–12 %. Проте подальше збільшення експозицій пропарювання істотно знижує його [398].

Під час пропарювання круп'яних продуктів тривалість варіння зменшується на 20 %, а вміст водорозчинних речовин збільшується на 20–30 %. Зародок, отриманий із пропареного зерна, має кращі властивості завдяки інактивації його ферментів [150], у зерні знижується розчинність фракцій білка [186].

Оброблення зерна парою за атмосферного тиску сприяє швидкому його нагріванню та зволоженню. За оброблення зерна впродовж 10 хв ступінь клейстеризації крохмалю становить 12–13 %, а вміст декстринів збільшується на 1,01–1,10 %. Плющення пропареного зерна збільшує ступінь клейстеризації

крохмалю на 25–30 % і збільшується після зменшення зазору між вальцями. Перетравність крохмалю підвищується прямопропорційно збільшенню ступеню набухання та руйнування його гранул [20].

Порівняльним аналізом технологічної ефективності способів водотеплового оброблення встановлено, що гаряче кондиціонування має більшу ефективність порівняно із холодним, однак його реалізація значно складніша, вимагає вартісного апаратного забезпечення, а нагрівання зерна до температури 50–70°C пов'язане зі значними витратами енергії. Після пропарювання зерно піддають сушінню та охолодженню до температури виробничого приміщення. Під час сушіння зерна видаляється надлишкова волога, підвищується міцність ядра та знижується міцність оболонок і квіткових плівок [126].

Відомо аналогові методи водотеплового оброблення на основі використання електромагнітного поля струмів високої частоти, що інтенсифікують технологічний процес і збільшують вихід готового продукту [409]. Найефективнішим способом перероблення зерна на крупу є використання електрофізичного оброблення – електротермія, інфрачервоне нагрівання, електростатичне поле, ультразвук, імпульсна техніка [441, 454].

Борошно є важливим сировинним інгредієнтом для виробництва життєво необхідних продуктів харчування, передусім хлібобулочної продукції. У борошномельному виробництві технологічні властивості зерна прийнято оцінювати за виходом, зольністю та білизною борошна. Вихід і якість готової продукції залежать від особливостей анатомічної будови зернівки, відносного вмісту ендосперму (ядра), форми і крупності зерна, особливості організації та ведення технологічного процесу. На вихід і якість борошна безпосередній вплив має вологість зерна, способи його підготовки і остаточної перероблення [147].

Технологія виробництва борошна пшеничного сортового включає низку операцій з підготовки зерна до помелу, з яких водотеплове оброблення найскладніше регулюється через великі об'єми партій та тривале набуття зерном оптимальних технологічних властивостей перед помелом. Крім того, на підприємстві необхідно мати бункери великих розмірів для відволожування зерна [541].

Зволожування зерна є важливим етапом його підготовки до помелу, що

впливає як на підвищення ефективності процесу подрібнення, так і на кінцеві результати – вихід і якість готової продукції [45].

За водотеплового оброблення в зерні пшениці вода в оболонках з розвиненою капілярною системою виступає як пластифікатор, що сприяє наростанню пластичних деформацій і посиленню міцності та в'язкості оболонок. Проникнення води знижує міцність ендосперму [64]. Проте підвищення вологості зерна змінює ефективність розмелювального процесу. Так, відомо, що під час перероблення зерна підвищеної вологості (15,5–16,5 %) істотно поліпшуються показники якості борошна, проте знижується продуктивність млина і збільшуються витрати електроенергії. Зерно вологістю понад 18 % розмолоти на борошно майже неможливо. При переробці сухого зерна вологістю нижче 15 % оболонки легко деформуються, дробляться і, потрапляючи разом з часточками ендосперму в борошно, різко погіршують його якість [146].

Зволоження та тривалість відволоження зерна змінюється залежно від фізичних показників якості, одним з яких є його твердість. Так, Д. А. Жигуновим [167] встановлено, що вихід борошна із зерна м'якозерної пшениці змінюється залежно від його вологості та тривалості відволоження. За вологості зерна 11,6 % вихід борошна був найвищим і становив 71,0 %, за вологості 15,5 % та відволоження впродовж 12 год вихід борошна зменшувався до 69,3 %, а за вологості 16,5 % – до 68,1 %.

Встановлено [167], що оптимальною вологістю для помелу зерна м'якозерного типу є 14–15 % (вихід борошна становить 71 %), а за вологості зерна 16 % цей показник зменшувався до 70 %.

Отже, комплексне вивчення режимів водотеплового оброблення, луцення та їх удосконалення дозволяє поліпшити технологічні властивості зерна, збільшити вихід крупи і борошна та підвищити їхні харчові властивості.

Висновки до розділу 1

1. Технологічні властивості зерна пшениці залежать від його біохімічного складу, який змінюється залежно від погодних умов, родючості ґрунту, удобрення

та біологічних особливостей сорту. Технологічні властивості змінюються в широкому діапазоні, що також істотно впливає на якість зернопродуктів.

2. Зерно малопоширених пшениць (спельти, щільноколосої, ефіопської) – перспективна сировина для харчової промисловості. Зерно цих видів містить усі основні складові, необхідні для людини. Проте особливо воно ціниться за високий вміст білка, ліпідів і харчових волокон. Продукти з борошна цих культур мають вищу біологічну цінність завдяки збалансованому амінокислотному складу білка та вітамінів і користуються попитом серед населення.

Технологічні властивості зерна малопоширених видів пшениць подібні до пшениці м'якої, проте зазвичай зерно містить більше білка та клейковини. Це дозволяє виготовляти високоякісні хлібобулочні та круп'яні продукти, а також використовувати стандартне обладнання під час його перероблення на крупу і борошно, водночас технологія їхнього виробництва потребує додаткового вдосконалення.

3. Вченими встановлено, що вітчизняні технології виробництва круп'яних продуктів характеризуються низьким виходом готового продукту, високими енерговитратами, низькою гнучкістю виробництва та недостатнім асортиментом готової продукції, що зумовлює необхідність їхнього вдосконалення, особливо водотеплового оброблення та лущення.

5. У літературі недостатньо висвітлено формування технологічних властивостей зерна сортів пшениці м'якої та спельти, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., залежно від удобрення. Відсутні раціональні напрями перероблення зерна малопоширених пшениць (спельти, щільноколосої та ефіопської). Крім цього недостатньо вивчено вплив водотеплового оброблення на вихід і якість крупи із зерна пшениці м'якої різних типів та борошна зі спельти, що зумовлює необхідність додаткових досліджень.

Результати досліджень розділу 1 було апробовано на восьми конференціях [158, 287, 296, 363, 372, 380, 404, 500] і висвітлено у восьми статтях [191, 294, 295, 307, 312, 493, 497, 499].

1. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В.

- Технологічна оцінка клейковини зерна спельтоподібних сортів і ліній пшениці // Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2015. Випуск 2. С. 192–198.
2. 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.
 3. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Войтовська В. І., Бех Н. С., Недяк Т. М. Перспективи використання крохмалевмісних культур для отримання біоетанола // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2011. Вип. 12. С. 279–284.
 4. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Формування якості зерна пшениці озимої за різних норм добрив і застосування фунгіциду Фалькон 460 ЕС, к. е. та стійкість її до ураження бурюю листковою іржею. Агробіологія. 2011. Вип. 6. С. 114–119.
 5. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Успадкування вмісту білка та клейковини гібридами F_{4-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Вісник Львівського НАУ. Львів. 2012. №16. С. 74–81.
 6. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Стійкість спельтоїдних гібридів, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L., проти шкідників і хвороб // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2012. Вип. 14. С. 474–477.
 7. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О. Проблема підвищення вмісту білка в зерні пшениці та шляхи її вирішення // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2012. Вип. 80. С. 106–112.
 8. Любич В. В., Новиков В. В. Сравнительная характеристика физических свойств зерна тритикале озимого и пшеницы озимой // Вестник Прикаспия. 2015. №4. С.21–24.
 9. 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. 2014. С. 193.
 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. Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Парій Ф. М. Використання *Triticum*

- spelta* L. в селекції сортів пшениці м'якої // Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні: матеріали I Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2012. С. 77–79.
12. Новіков В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Оптимізація технологічного процесу переробки зерна методами гарячого кондиціювання // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали XX Всеукр. наук.-прак. конф. Запоріжжя. 2013. С. 31–32.
 13. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О., Парій Ф. М. Порівняльна продуктивність сортів пшениці озимої, створених методами внутрішньовидової та міжвидової гібридизації // Селекційно-генетична наука і освіта: тези доповідей Міжн. наук. конф. Умань. 2013. С. 107–109.
 14. Любич В. В., Новіков В. В. Зміна показників склоподібності та вмісту золи в зерні тритикале залежно від геометричних розмірів зернівки // Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва: зб. тез доповідей Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Миронівка. 2013. С. 42.
 15. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Використання внутрішньовидової та міжвидової гібридизації в селекції пшениці озимої // Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: матеріали III Всеукр. наук.-прак. конф. з міжнародною участю. Тернопіль. 2013. С. 96–98.
 16. Любич В. В., Сухомуд О. Г., И.О. Полянецкая, Любич В. В. Использование спельты в селекции сортов пшеницы мягкой для улучшения качества зерна // Генетика і селекція: досягнення і проблеми: тези доповідей Міжн. наук. конф. Умань. 2014. С. 136–137.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ПРОГРАМА, СХЕМА, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У дисертацію включено матеріали досліджень, які виконувались упродовж 2008–2017 рр. у науково-дослідній лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна, лабораторії масових аналізів (свідоцтво про реєстрацію № А 06–203) Уманського національного університету садівництва.

2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови

У дослідженнях використано зерно пшениць, вирощене на дослідному полі Уманського національного університету садівництва, розміщеному в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції зони Лісостепу з географічними координатами за Гринвічем 48° 46'56,47" північної широти і 30° 14'48,51" східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Загальна площа Лісостепової Правобережної провінції 9895,4 тис. га, з них сільськогосподарських угідь 7565,9 тис. га, ріллі 6373,3 тис. га.

До Правобережного Лісостепу належать центральні і південні частини Подільської та Придніпровської височин, що відносяться до Українського щита. Значною розчленованістю характеризуються території вздовж Дніпра та Південного Бугу. Побужжя (басейн Південного Бугу) являє собою горбисту рівнину з давніми долинами. Південна частина провінції знаходиться на схилу щита.

Бузько-Середньо-Дніпровський округ включає землі Вінницької, Житомирської, Київської, Кіровоградської, Миколаївської, Черкаської та Хмельницької адміністративних областей. Загальна площа округу 6427,8 тис. га, з них сільськогосподарських угідь 5053,5 тис. га, ріллі 4327,5 тис. га [352].

На Правобережжі чорноземні ґрунти покривають всю територію

Лісостепової зони, починаючи від стародавніх Дніпровських терас аж до Середньоруської височини.

Рельєф дослідного поля Уманського НУС, де проводилися польові дослідження, являє собою вирівняне, підвищене плато вододілу з пологими 2–3° схилами південно-східної та північно-західної експозицій. Підземні води залягають на глибині 22–24 м, тому вони не впливають на властивості і будову ґрунту. Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесоподібному суглинку [351].

Чорноземи опідзолені в межах Лісостепу України залягають на площі 2,02 млн га, в тому числі орних – 1,75 млн га. Як і в інших регіонах країни, вони не займають суцільної смуги, а розміщені окремими масивами у верхній частині вододілів і на пологих схилах. Чорноземи опідзолені займають близько 16 % загальної площі Лісостепу України і найрозповсюдженіші на Правобережжі [352]. Для профілю чорнозему опідзоленого характерне об'єднання генетичних ознак, властивих чорноземам типовим (глибока і висока гумусованість, наявність кротовин тощо) і темно-сірим лісовим ґрунтам (більш-менш чітка диференціація профілю за алювіально-ілювіальним типом, білувата присипка в гумусовому горизонті, ущільнення та оглинювання в середній частині профілю, глибока вилуженість карбонатів).

Чорноземи опідзолені характеризуються невеликим запасом органічних речовин у гумусовому горизонті та глибоким заляганням карбонатного горизонту. В цих ґрунтах карбонати залягають на такій глибині, звідки не завжди забезпечується їх підняття до гумусового горизонту. Через це у верхній частині гумусового горизонту періодично може встановлюватись дефіцит кальцію в ґрунтовому розчині та слабокисла реакція.

Гранулометричний склад водороздільних ґрунтів, незалежно від генетичної породи, суглинковий на північній периферії зони крупнопилувато-важкосуглинковий у середній смузі – крупнопилуватий, а в південній частині, що межує зі Степом – важкосуглинковий і навіть легкоглинистий.

Характерною особливістю чорнозему опідзоленого є глибоке залягання карбонатів нижче гумусового горизонту. Товщина ґрунтового профілю, включаючи горизонт P(h)k, становить 140–160 см. Будова ґрунту у межах профілю помірно

щільна, гранулометричний склад однорідний. Ступінь насиченості основами 87–97 % із середньокислою реакцією ґрунтового розчину. Потенційна кислотність змінюється від 1,8 до 4,2 смоль/кг ґрунту. Максимальна ємність вбирання катіонів у верхньому горизонті 29–32 смоль/кг ґрунту.

Глибина залягання ґрунтових вод на більшості території в межах 5–10 м, на південь збільшується до 12–15 м, сезонні зміни цього рівня досягають у Лісостепу 1,2–1,5 м. Тому ґрунтові води з такої глибини не можуть істотно впливати на ґрунтоутворювальні процеси та надавати ґрунту певних ознак чи властивостей [351, 352].

Отже, властивості ґрунту і рельєф дослідного поля відповідають основним ґрунтовим різновидностям помірно-континентальної східноєвропейської ґрунтово-кліматичної фації, в межах якої можуть бути поширені отримані результати дослідження.

Усі пори року в Правобережному Лісостепу виражені чітко. Весняний сезон настає порівняно швидко, з переходом середньодобової температури повітря через 0 °С і може продовжуватися до двох місяців. Танення снігу відбувається зазвичай поступово, в результаті чого інтенсивного та значного стікання талих вод не спостерігається. Всі ці чинники сприяють поглинанню більшої частини талих вод ґрунтом і накопиченню вологи у нижніх його горизонтах.

Літо настає за переходу середньодобової температури повітря через 15 °С і характеризується високими й стійкими температурами, триває до середини вересня. Середня температура літнього періоду становить 19 °С, з можливими відхиленнями в окремі роки – до 17 та 22 °С. Тепла та порівняно волога погода в літній період позитивно впливає на проходження вегетації культур помірного поясу. Проте в окремі роки може спостерігатися літня посуха, яку спричиняє тривалу нестачу в надходженні вологи з опадами і висока температура повітря, що призводить до значних втрат ґрунтових запасів вологи. Ці явища сприяють посиленню природного процесу ущільнення, а тому досить часто, починаючи з середини вегетаційного періоду, ґрунт набуває високої злитості, масивної бриластої структури, характеризується високою щільністю та твердістю верхніх його шарів. У літній період можуть також спостерігатися часті та інтенсивні зливові дощі, значна частина води яких не поглинається ґрунтом, а тому в таких випадках формуються значні поверхневі стоки. Вони за хвилясто-увалистих сортів і

ліній рельєфу і значної розораності та розчленованості території мережею ярів, річок і балок викликають сильну ерозію ґрунту, внаслідок чого разом з великою кількістю дрібних частинок втрачається і значна частина гумусу та поживних речовин.

Настання осіннього періоду характеризується пониженням температури повітря, але осінь зазвичай тепла, сонячна. Іноді вона може бути тривалою. Перехід температури повітря нижче 10 °С настає зазвичай з середини жовтня. У кінці жовтня встановлюється похмура та дощова погода. Пізня осінь характеризується мінливою температурою з періодичним випаданням дощу та снігу, які сприяють накопиченню вологи у ґрунті, що також позитивно впливає на зменшення щільності та підвищення пористості ґрунту, оскільки у вологому ґрунті під час його замерзання проявляється розпушувальна дія кристалів води, які при цьому збільшуються в об'ємі.

Зима характеризується переважно теплою і хмарною погодою з частими відлигами. У найхолодніший її період середня температура повітря може знижуватися до рівня – 5...– 7 °С. Під час відлиги вона може підніматися до позначки + 10–12 °С, що зумовлює розмерзання ґрунту та поглинання ним частини талої води. Періодичне розмерзання та замерзання ґрунту, особливо у зволоженому стані, в зимовий період також позитивно впливає на формування його структури [346].

Аналіз температурного режиму свідчить, що середньорічна температура повітря по території України зростає з півночі на південь. У 1961–1990 рр. її кліматична величина змінювалася від 6,7–6,9 °С (метеостанція Житомир–Чернігів) до 9,8–10,2 °С (метеостанція Одеса–Херсон). Внаслідок кліматичних змін температура повітря в 1991–2012 рр. перевищила сталу кліматичну норму в Лісостепу на 0,8–1,0 °С. Нині середньорічна температура повітря на півночі вже перевищує 8,0 °С, тобто досягла рівня, характерного для центральних регіонів у 1961–1990 рр. Найнижчі темпи підвищення температури характерні для осіннього сезону. Залежно від регіону зростання середньорічної температури змінюється від 0,4 до 1,0 °С.

Внаслідок підвищення температури збільшився і рівень забезпечення території активними температурами повітря. Так, середня сума активних температур повітря за період 1991–2012 рр. в центрі країни досягла величини 2900 °С, тобто збільшилася більш ніж на 130 °С. При цьому середньорічна

кількість опадів на рівнинній території України змінюється від 730 мм на заході країни до 430 мм і менше – на півдні, з яких більше половини випадає в теплий період року. Динаміка річної суми опадів, починаючи з 1961 року, майже не змінилася, проте загальна тенденція в межах регіонів спрямована до зростання. Щодо розподілу за сезонами року, то на переважній більшості території країни відмічено значиме зниження кількості опадів влітку та зростання восени.

На формування врожаю сільськогосподарських культур та його якості значно впливають погодні умови, що складаються впродовж вегетаційного періоду. У Правобережному Лісостепу України волога є одним з основних чинників, що лімітують їх продуктивність.

Для провінції характерний помірно континентальний клімат з достатнім зволоженням. Радіаційний баланс становить 40–45 ккал/см². Річна сума опадів змінюється від 400 до 650 мм. Упродовж року вони розподіляються нерівномірно, 75 % річної суми їх випадає за період з додатними температурами. Характерними є зливи. Тривалість існування снігового покриву 60–75 діб, на півдні провінції він не постійний [325].

За даними метеостанції Умань середньорічна кількість опадів становить 633 мм, але в окремі роки бувають значні відхилення від цієї величини. Цей регіон характеризується недостатнім зволоженням. Під час вегетації спостерігаються бездошові періоди. Інколи 2–3, а в окремі періоди 3–5 років у десятиліття посушливі. Розподіл опадів за періодами вегетації та інтенсивністю також нерівномірний. У теплий період (квітень–жовтень) випадає близько 70 % річної її кількості (табл. 2.1, додаток А).

Таблиця 2.1

Кліматичні умови, 1964–1990 рр. (за даними метеостанції Умань)

Показник	За рік	Місяць											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість опадів, мм	633	47	44	39	48	55	87	87	59	43	33	43	48
Температура повітря, °С	7,4	-5,7	-4,2	0,4	8,5	14,6	17,6	19,0	18,2	13,6	7,6	2,1	-2,4
Відносна вологість повітря, %	76	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88

За тепловим режимом клімат регіону помірно-середньо-континентальний, гідротермічний коефіцієнт – 1,1–1,2, сума активних температур становить 2400 °С на півночі та 3200 °С на півдні провінції. Період з середньодобовою температурою вище 10 °С триває 140–160 діб, понад 5 °С – до 230 діб.

Погодні умови за період проведення досліджень (2008–2016 рр.) були нестабільними порівняно з середньобагаторічними показниками, що впливало на формування продуктивності пшениць. Так, у 2007/2008, 2008/2009, 2011/2012, 2013/2014, 2014/2015 і 2015/2016 сільськогосподарських роках кількість опадів була в 1,1–1,5 раза меншою порівняно з середньобагаторічним показником. У решти років вона була в 1,1 раза більшою. Середньорічна температура була на 1,6–6,3 °С вищою порівняно з середньобагаторічною.

Детальніший аналіз впливу погодних умов упродовж періоду вегетації на продуктивність сортів і ліній різних видів пшениць наведено в розділі 3.

Отже, в цілому кліматичні умови регіону сприятливі для вирощування більшості польових культур помірного поясу. Однак в окремі роки спостерігаються несприятливі умови, які завдають значної шкоди сільськогосподарським культурам.

2.2. Програма, матеріал і схема дослідів

У блок-схемі наведено загальну структуру виконаних досліджень із формування якості зерна видів пшениць і продуктів його перероблення за комплексом хіміко-технологічних показників залежно від абіотичних і біотичних чинників, особливостей сорту, удобрення, технологічних параметрів перероблення, залежностей між властивостями зерна та якістю готових продуктів (рис. 2.1).

Дослідження 1. Урожайність та якість зерна нових сортів і ліній різних видів пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників

Дослід 1.1. Урожайність і хіміко-технологічне оцінювання зерна різних видів пшениць (м'яка, щільноколоса, ефіопська), 2011–2015 рр.

Досліджували зерно районованих сортів і ліній пшениць, вирощених в умовах Правобережного Лісостепу України (рис. 2.2).

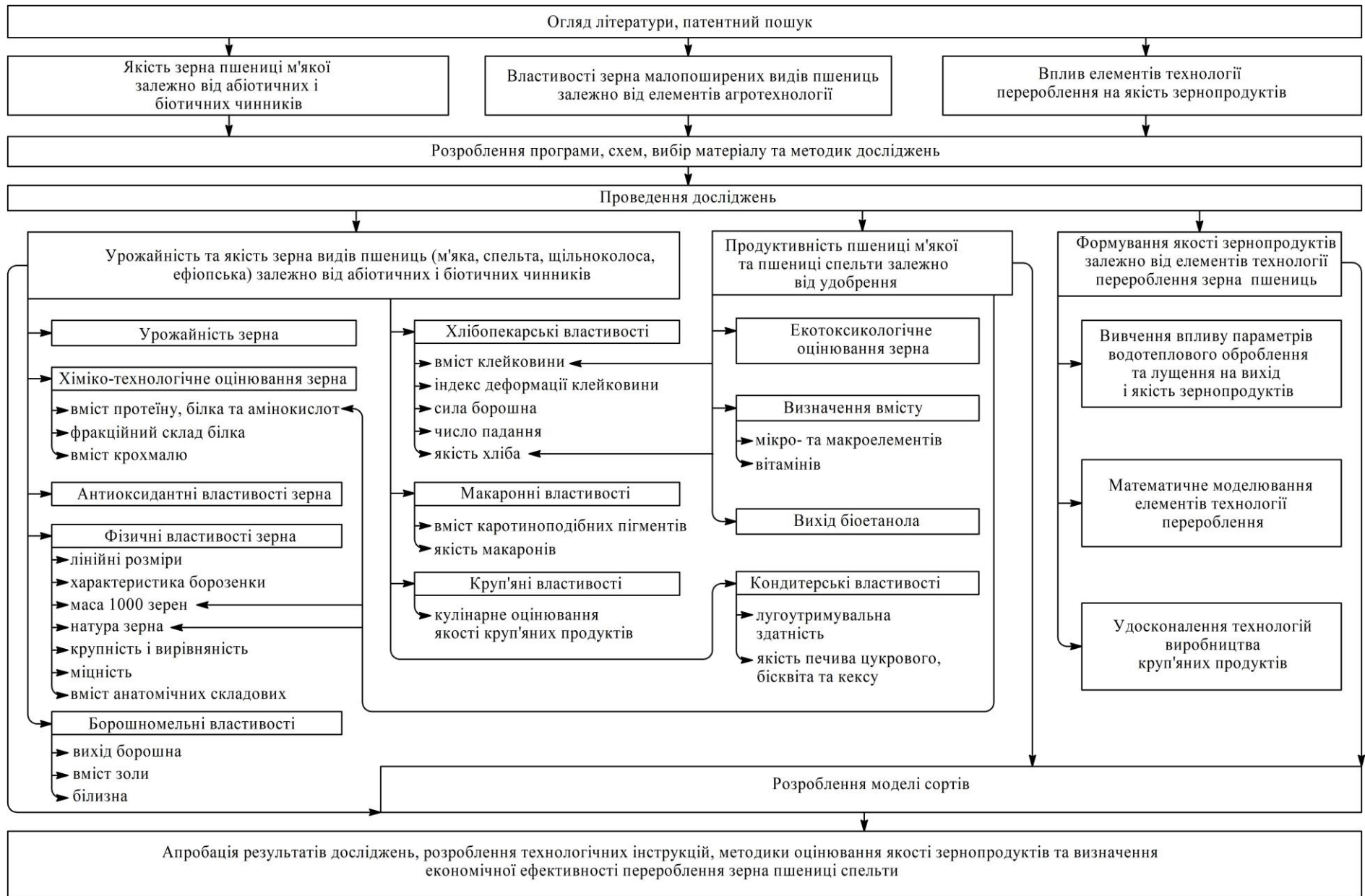


Рис. 2.1 Блок-схема проведення досліджень

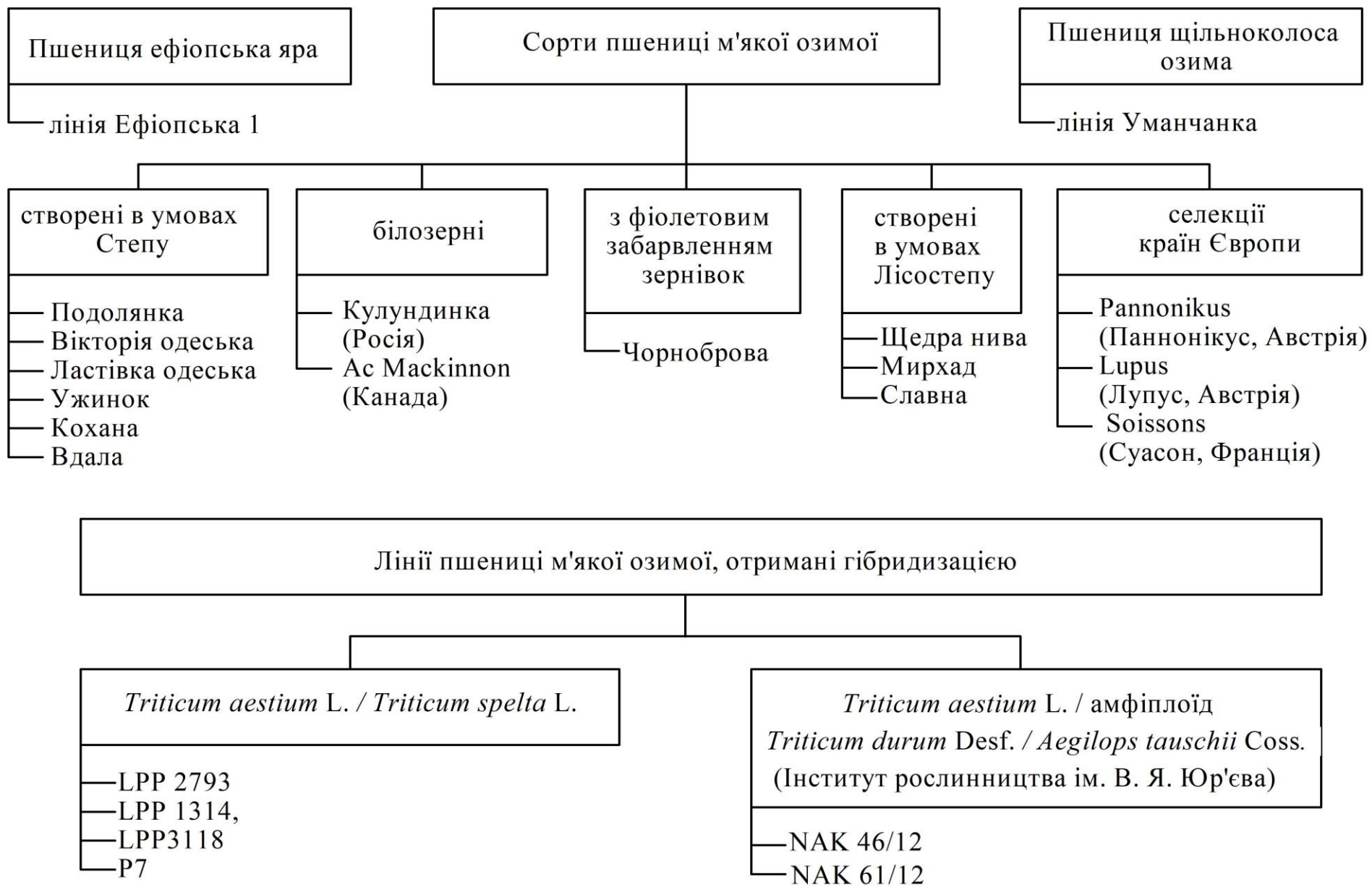


Рис. 2.2 Сорти та лінії пшениць (м'яка, щільноколоса, ефіопська)

Контроль (st) – районований сорт пшениці м'якої озимої Подолянка.

Дослід 1.2. Урожайність та якість зерна пшениці спельти, 2013–2016 рр.

Походження сортів і ліній пшениці спельти наведено на рис. 2.3. Контролем (стандартом) слугував районований сорт пшениці спельти Зоря України (st).

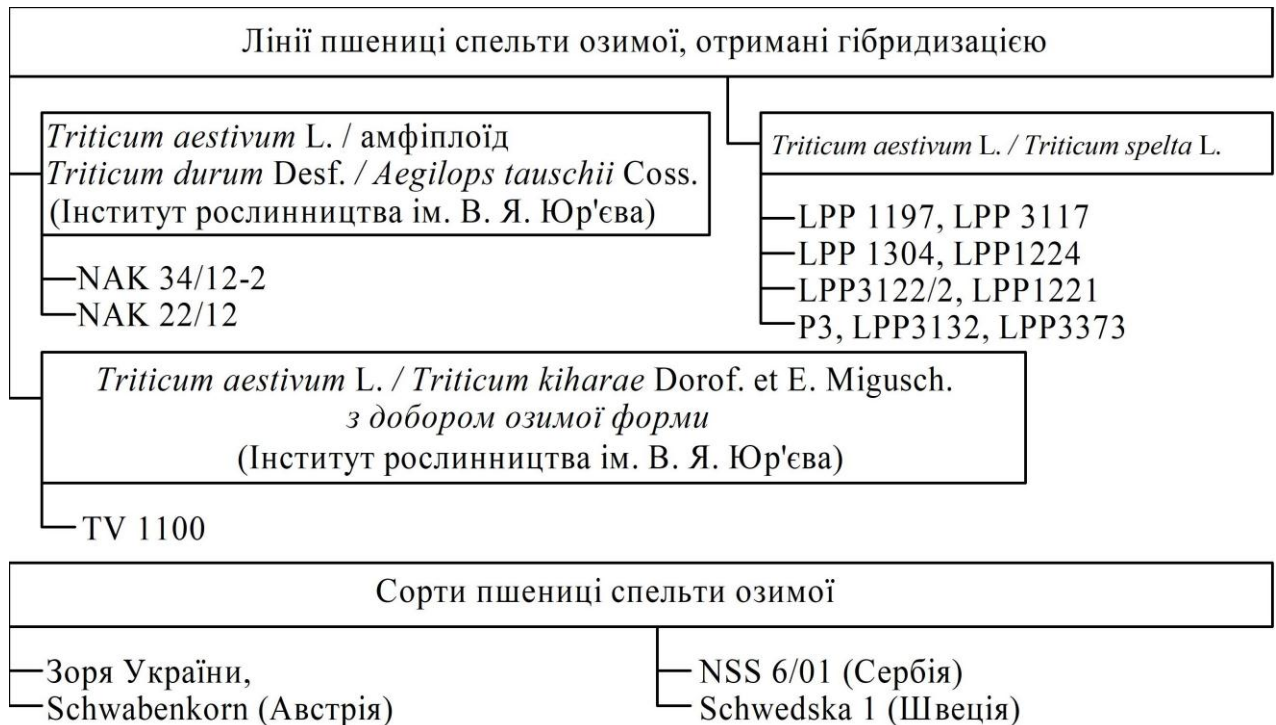


Рис. 2.3 Сорти та лінії пшениці спельти озимої

Сорти Schwabenkorn (Австрія), NSS 6/01 (Сербія), Шведська 1 (Швеція) не є оригінальними сортами України (мають закордонне походження), проте були адаптовані до вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.

У дослідженнях застосовували загальноприйнятю для регіону агротехнологію вирощування пшениці м'якої, яка включала лушення стерні після збирання попередника (викоовес на зелений корм) в 1–2 сліди, проміжні культивації, передпосівну культивацію і сівбу. Застосовували метод систематичного розміщення ділянок. Площа дослідної ділянки 10 м². Повторність чотириразова.

Дослід 1.3. Урожайність та якість зерна спельтоподібних і неспельтоподібних ліній різних видів пшениць (м'яка, спельта), 2008–2010 рр.

Вивчали спельтоподібні й неспельтоподібні номери, відібрані методом індивідуально-родинного багаторазового добору з гібридної популяції, отриманої гібридизацією *Triticum aestivum* L. із зразком *Triticum spelta* L., їх висівали у

селекційному розсаднику (рис. 2.4). Спельтоподібними вважали номери з довгим колосом щільністю до 17 шт. колосків на 10 см колосового стрижня і плівкове зерно, неспельтоподібними – колос щільністю понад 17 шт. колосків на 10 см колосового стрижня.

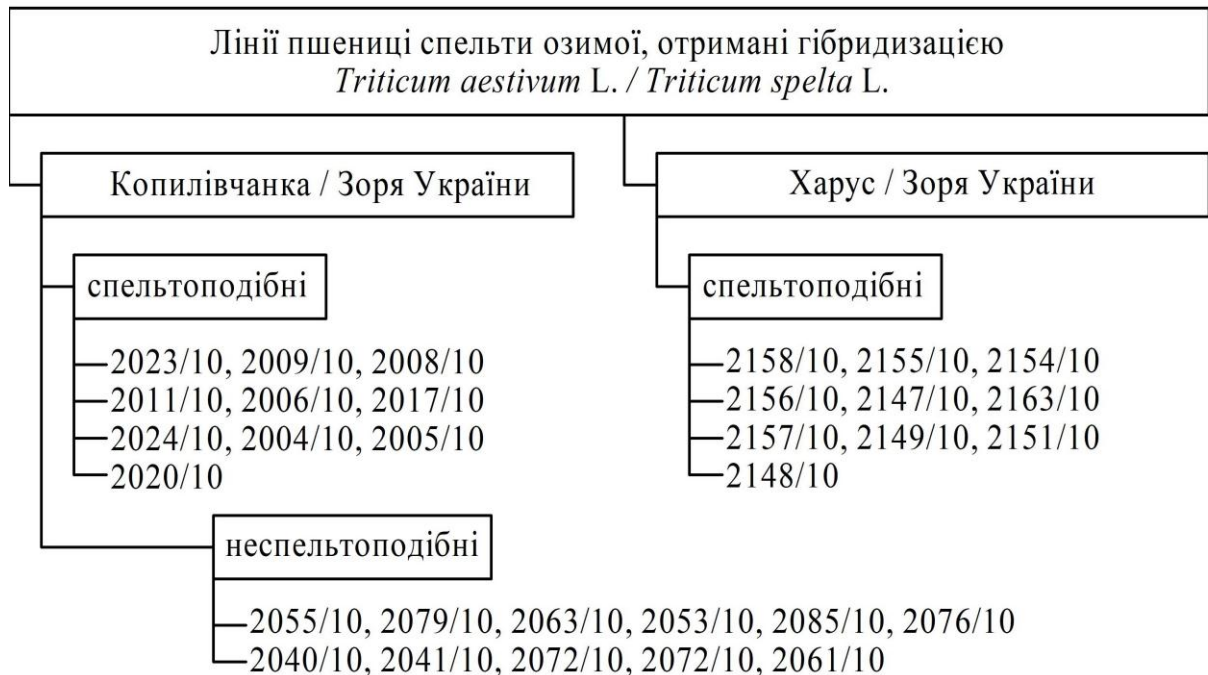


Рис. 2.4 Лінії пшениці спельти озимої

Площа ділянки становила 5 м², повторність чотириразова, попередник – викоовес на зелений корм. Стандартні сорти висівали через кожні шість номерів. Густота рослин – 400 тис. шт/га.

Дослідження 2. Урожайність і якість зерна пшениці м'якої та пшениці спельти залежно від удобрення

Дослід 2.1. Продуктивність пшениці м'якої за тривалого (з 1965 р.) застосування добрив у польовій сівозміні

Експериментальна робота виконана в тривалому стаціонарному досліді у польовій зерно-буряковій сівозміні з набором традиційних для регіону культур (атестат № 88) [489]. Його основа – 10-пільна сівозміна, що реалізується на 10 фонах: без застосування добрив та з органічною, мінеральною і органо-мінеральною системами удобрення трьох рівнів застосування добрив. Розміщення полів і варіантів систематичне. Схема досліді розроблена так, що дало змогу оцінити

високі дози добрив з погляду екології, низькі – з економічної ефективності, а поєднання різних доз і видів добрив дає можливість оцінити потенційні можливості вирощування культур.

У досліді польову сівозміну одночасно розгорнуто на всіх полях, що дає змогу щорічно отримувати дані продуктивності всіх культур сівозміни і виявляти вплив на них агрометеорологічних чинників та встановити ефективність добрив (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Схема тривалого (з 1965 р.) польового досліді

Варіант досліді	Насиченість на 1 га сівозмінної площі			
	Гній, т	Мінеральні добрива, кг д. р.		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив (контроль)	–	–	–	–
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	–	45,0	45,0	45,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	–	90,0 (135,0)	90,0 (135,0)	90,0 (135,0)
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	–	135,0	135,0	135,0
Гній 9 т	9,0	–	–	–
Гній 13,5 т	13,5	–	–	–
Гній 18 т	18,0 (13,5)	–	–	–
Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	4,5	23,0	34,0	18,0
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	9,0 (6,8)	46,0 (101,0)	68,0 (118,0)	36,0 (95,0)
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	13,5	69,0	102,0	54,0

Примітка. У дужках – у I і II ротаціях сівозміни.

Площа посівної ділянки становила 170 м², облікової – 100 м², повторність досліді триразова, розміщення варіантів послідовне. У досліді застосовували такі добрива: напівперепрілий підстилковий солом'яний гній великої рогатої худоби, аміачну селітру, суперфосфат гранульований, калій хлористий. В I і II ротаціях сівозміни калійні добрива вносили у вигляді калійної солі змішаної. Дози мінеральних добрив визначали за кількістю N, P₂O₅, K₂O, що містилися у відповідних дозах гною і, залежно від культури, диференційовано розміщували у полях.

Пшеницю озиму вирощували після конюшини, гороху та кукурудзи на силос. Азотні добрива вносили навесні, а фосфорні та калійні – під основний обробіток ґрунту (табл. 2.3).

**Схема застосування добрив під пшеницю озиму у тривалому (з 1965 р.)
польовому досліді**

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни)	Удобрення пшениці м'якої, кг/га д. р. добрив			
	N		P ₂ O ₅	K ₂ O
	1	2		
Без добрив (контроль)	–	–	–	–
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	45	–	45	45
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	45	45	90	90
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	90	45	135	135
Гній 9 т	–	–	–	–
Гній 13,5 т	–	–	–	–
Гній 18 т	–	–	–	–
Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	23	–	34	18
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	46	–	68	36
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	69	–	102	54

Примітка. Підживлення: 1 – наповесні, 2 – у фазу початку виходу в трубку.

Дослід 2.2. Урожайність і технологічні властивості зерна пшениці м'якої та пшениці спельти залежно від удобрення, 2013–2015 рр.

Досліджували сорти пшениці м'якої озимої Тронка, отриманого міжсортною гібридизацією, Артемісія – гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., сорти пшениці спельти озимої Зоря України, отриманого методом індивідуально-родинного добору з місцевого сорту Буковинський 1 і Європа – гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. Пшеницю м'яку та спельту вирощували за системами удобрення, представленими в табл. 2.4.

Добрива вносили у вигляді аміачної селітри, сульфату амонію, суперфосфату гранульованого та калію хлористого. Загальна площа дослідної ділянки становила 72 м², облікової – 40 м², повторність досліду триразова, розміщення ділянок послідовне. Попередник – викоовес на зелений корм. Закладання польових дослідів, проведення спостережень і досліджень проводили відповідно методичних рекомендацій [156].

Схема застосування добрив під пшеницю м'яку та пшеницю спельту в короткотерміновому польовому досліді

Варіант досліду	Удобрення пшениці м'якої, кг/га мінеральних добрив			
	N		P ₂ O ₅	K ₂ O
	1	2		
Без добрив (контроль)	–	–	–	–
P ₆₀ + N ₁₂₀	120	–	60	–
K ₆₀ + N ₁₂₀	120	–	–	60
P ₆₀ K ₆₀ – фон	–	–	60	60
фон + N ₁₂₀	120	–	60	60
фон + N ₆₀ + N ₆₀	60	60	60	60
фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	60	60	60	60

Примітка. Підживлення: 1 – наповесні, 2 – у фазу початку виходу в трубку.

Дослідження 3. Формування якості зернопродуктів залежно від складових технологій перероблення зерна видів пшениць (м'яка, спельта), 2015–2017 рр.

Дослід 3.1. Вихід і якість крупи залежно від водотеплового оброблення зерна видів пшениць

Досліджували зерно сортів пшениці м'якої Емеріно (твердозерний тип) і Ужинок (м'якозерний тип), пшениці спельти – Зоря України, вирощених за однакових умов. Дослідження проводили за схемою, наведеною в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Схема досліду «Вплив водотеплового оброблення на вихід і якість крупи із зерна пшениць»

Вологість зерна, %	Тривалість відволожування, хв	Тривалість луцення, с								
		20	40	60	80	100	120	140	160	180
13,0	–	20	40	60	80	100	120	140	160	180
13,5	–									
14,0	–									
14,5	–									
15,0	30									
	60									
	90									
	120									
15,5	–									
16,0	–									

Технологічна схема виробництва крупи із пшениці спельти № 1 у лабораторних умовах включала додаткове очищення зернової суміші пропусканням через ситовий сепаратор та аспіраційну колонку. Зволожували зерно крапельним зрошуванням.

Кількість води обраховували за такою формулою [334]:

$$X = \frac{G(W_1 - W_2)}{100 - W_1}, \quad (2.1)$$

де X – необхідна кількість води, мл; G – маса зерна, г; W_1 – необхідна вологість суміші, %; W_2 – початкова вологість суміші, %.

Зволожене зерно лушили у лабораторному луцильнику УШЗ–1, що призначений для оброблення поверхні зерна методом інтенсивного стирання оболонок, у процесі якого відбувається видалення плодових і 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.

Крупу з пшениць 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».

Дослід 3.2. Вплив зволоження й відволоження зерна пшениці спельти на вихід і якість борошна

Вихід і якість борошна досліджували залежно від водотеплового оброблення (табл. 2.6). Для цього використовували зерно вологістю від 13,0 % до 17,0 % з інтервалом 0,5 %, відволожували від 5 год до 30 год з інтервалом 5 год.

Таблиця 2.6

**Схема досліду «Вплив зволоження та відволоження зерна пшениці
спельти на вихід і якість борошна»**

Показник	Рівні та крок варіювання									
	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	
Вологість зерна	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	
Тривалість відволоження, год	–	–	–	–	5; 10; 15; 20; 25; 30					

Для лабораторного розмелювання зерна пшениці спельти використовували вальцовий верстат МВР-000342.90, що дозволяє отримати пшеничне борошно відповідно ДСТУ 46.004–99 Борошно пшеничне. Технічну характеристику вальцового верстата наведено в табл. 2.7. Мінімальна маса проби зерна повинна становити 1 кг.

Таблиця 2.7

Технічна характеристика вальцового верстата

Показник	Значення
Продуктивність (сировина), кг/год	320–350
Встановлена потужність, кВт	7,5
Маса, кг	350
Вихід борошна, %	75–85

Принцип роботи вальцового верстата полягає в тому, що зерно після водотеплового оброблення завантажують у приймальний бункер 2 (рис. 2.5). Через заслінку подачі 3 зерно спрямовують на вальцовий верстат 4. Після подрібнення отриманий продукт сепарують на ситовому сепараторі 5 барабанного типу. Схід сепаратора за необхідності спрямовують на повторне оброблення через пневмотранспортну систему 1.

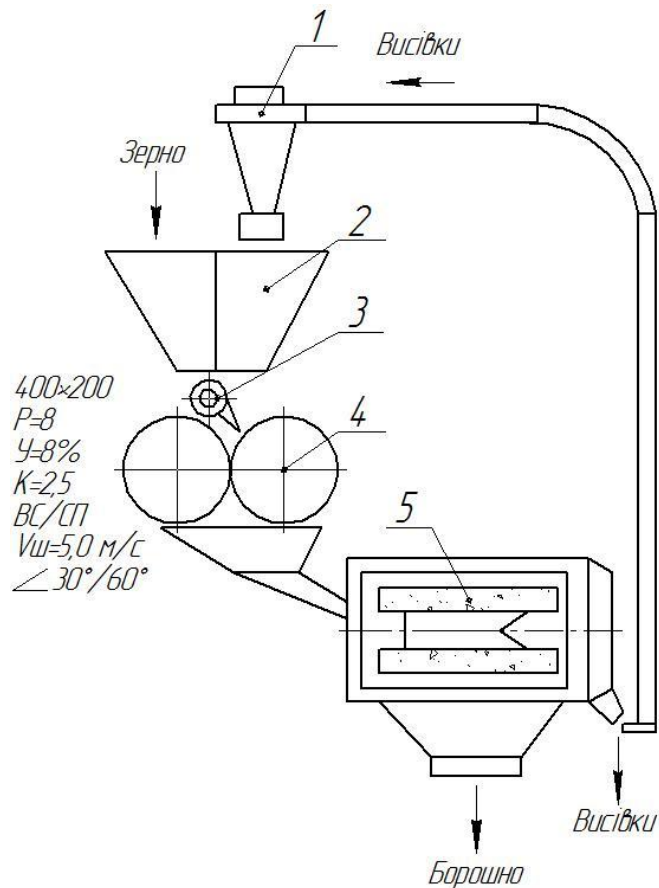


Рис. 2.5 Технологічна схема МВР-000342.90

Дослід 3.3. Вплив пропарювання на вихід крупи плющеної із зерна пшениць

Крупу плющеною отримували з крупи пшениці м'якої № 1 з індексом лущення 8–10 % для сорту Емеріно, 13–15 – для сорту Ужинок і 0–12 % для пшениці спельти сорту Зоря України (додаток 3.2). Пропарювання проводили за схемою, наведеною на рис. 2.6.



Рис. 2.6 Схема дослідів «Вплив пропарювання на вихід крупи плющеної із зерна пшениць»

Лущене зерно (початкова вологість 14,1 %) пропарювали за сталого тиску насиченої пари $0,15 \pm 0,01$ МПа у лабораторному пропарнику періодичної дії (ППД-1), спроектованого та виготовленого на кафедрі технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС (рис. 2.7).

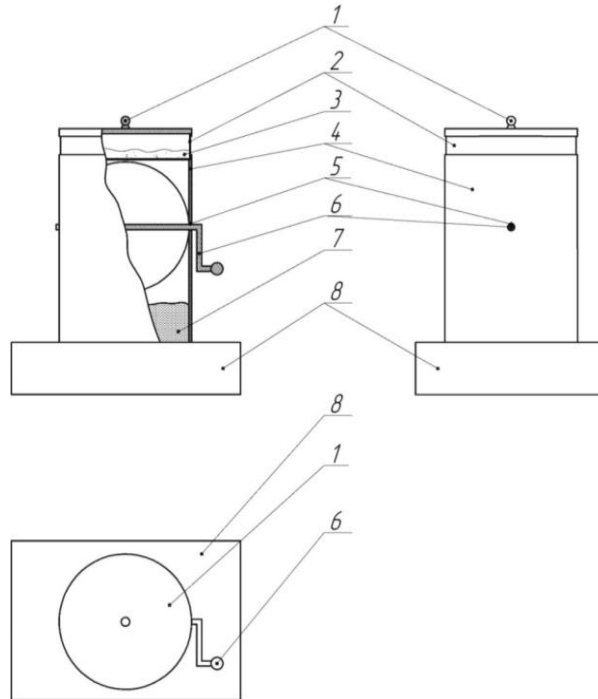


Рис. 2.7 Лабораторний пропарник періодичної дії (ППД-1):

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.

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, у механізмі регулювання подачі пари 6, передбачено манжетне ущільнення 5. Досліджуваний зразок 3 розміщують у нижній частині сита 2, що герметизується кришкою 1.

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 продовжують до встановлення робочого тиску насиченої пари у нижній частині робочої камери. Після цього переводять 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 уміщується в робоче положення перед подачею пари для запобігання попереднього нагрівання зерна. Час пропарювання контролюється електронним секундоміром з точністю до 0,5 с.

Після пропарювання циліндр разом із герметичною кришкою демонтується, досліджуваний зразок вивантажується та відволожується в термоізованому бункері. Вологість зерна перед плющенням доводять до 25 % висушуванням у сушильній установці за сталої температури 90 °С. Потім механізм контролю подачі пари переключають у закриті положення, цикл повторюють. Через 2–3 цикли рівень води контролюється, а після досягнення ним мінімального значення – поповнюють.

Плющення крупи проводили на вальцьовій плющилці марки ВПК–200 (рис. 2.8). 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 та втягування його в щілину між валками. У зіткненні з валками постійно перебувають щітки, що знімають налиплий продукт.

Валки обладнано страхувальним пружинним механізмом для пропускання крізь них твердих предметів 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.

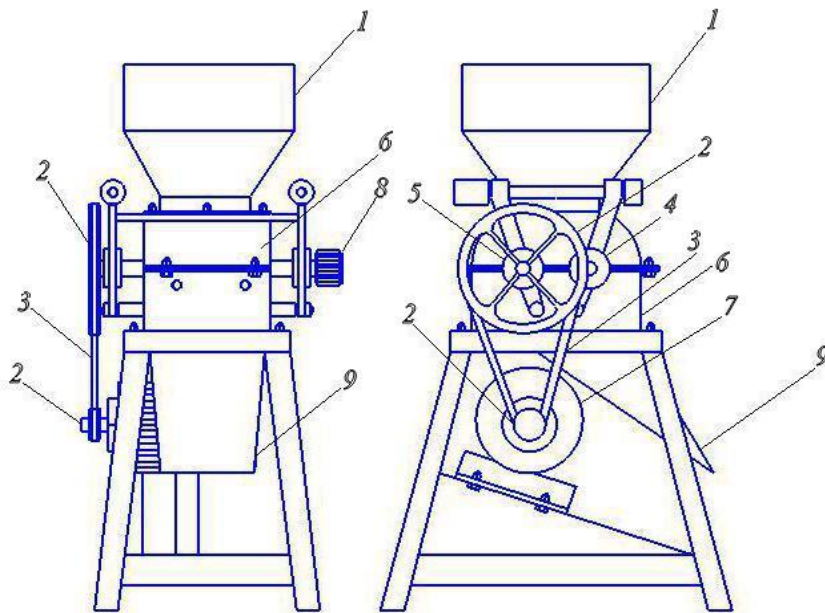


Рис. 2.8 Вальцова плющилка ВПК – 200:

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

Вихід крупи цілої наведено у відсотках зерна, плющеної – до відповідної маси лущеної крупи, подрібнених – до цілої крупи. Екструдований продукт отримували з лушеного та нелушеного зерна в лабораторному експандері за температури 130–150 °С. Індекс лущення залежно від вмісту оболонок. Крупу манну отримували лабораторним розмелюванням зерна після другої драної системи.

2.3 Методики досліджень

Використовували загальноприйняті, спеціальні технологічні, фізико-хімічні, органолептичні методи дослідження якості сировини і готового продукту, а також методи планування та математичного оброблення експериментальних даних.

Висоту рослин і стійкість до вилягання визначали за методикою державного сортовипробування [156]. Інтенсивність ураження збудником бурої листової іржі – за шкалою Т. Д. Страхова, септоріозу – за шкалою А. Bronnimann, стійкість до ураження (ярус, в якому розміщені уражені листки) – за методикою Е. Е. Saari і

J. M. Prescott [156]. Індекс розвитку хвороби визначали за формулою

$$R = \frac{\sum (ab)}{100 N} \times 100, \quad (2.2)$$

де $\Sigma(ab)$ – сума добутків уражених стебел на відповідну інтенсивність ураження; N – загальна кількість проаналізованих стебел, шт.

Індекс стабільності визначали за такою формулою:

$$SE = \frac{HE}{LE}, \quad (2.3)$$

де HE – найбільший прояв ознаки; LE – найменший прояв ознаки [156].

Для визначення цистину та метіоніну пробу зерна окиснювали надмурашиною кислотою, вміст триптофану – гідролізом лугом із 5 %-м розчином хлориду олова, для визначення вмісту решти амінокислот пробу зерна піддавали гідролізу розчином 0,1 моль/дм³ HCl, що містить 2 % тіодингліколю.

Коефіцієнт ефективності метаболізації (КЕМ) есенційних амінокислот визначали за формулою [183]

$$КЕМ = \frac{\sum HA}{\sum ZA}, \quad (2.4)$$

де Σ_{HA} – вміст есенційних амінокислот, %; Σ_{ZA} – вміст замінних амінокислот, %.

Амінокислотний скор визначали за такою формулою [184]:

$$A = \frac{\Phi}{O} \times 100, \quad (2.5)$$

де A – амінокислотний скор, %;

Φ – фактичний вміст амінокислоти, мг/г зерна;

O – оптимальний вміст амінокислоти, мг/г зерна.

Інтегральний скор визначали за такою формулою [183]:

$$A = \frac{\Phi}{D} \times 100, \quad (2.6)$$

де A – амінокислотний скор, %; Φ – фактичний вміст амінокислоти, г/100 г зерна; D – добова потреба компоненту організмом дорослої людини, г.

Індекс комплексного оцінювання (ІКО) визначали за такою формулою [470]:

$$IKO = \sqrt{\frac{\Phi_1}{O_1} \times \frac{\Phi_2}{O_2} \times \dots \times \frac{\Phi_n}{O_n} \times \frac{D_1}{\Phi_1} \times \frac{D_2}{\Phi_n} \times \frac{D_n}{\Phi_n}}, \quad (2.7)$$

де Φ – фактичне значення показника; O – оптимальне значення показника; D – допустиме значення показника; $\frac{\Phi}{O}$ – відношення, що застосовують для показників, фактичне значення яких повинно бути більше оптимального; $\frac{D}{\Phi}$ – відношення, що застосовують для показників, фактичне значення яких повинно бути меншим допустимого рівня; n – кількість показників, які використовуються в моделі.

Вміст фракцій білка визначали за вдосконаленою нами методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале та пшениці» (пат. № 06340) [469].

Антиоксиданти із зерна екстрагували 80 %-м розчином етанолу впродовж 18–20 год з наступним центрифугуванням упродовж 15 хв за 3000 об/хв. Розчин стабільного радикала DPPH• готували перед проведенням аналізу. Для цього 22 мг DPPH• розчиняли в 400 мл 80 %-го водного розчину етанолу і фільтрували отриманий розчин за допомогою паперового фільтру. Після цього визначали оптичну щільність розчинів на світлофільтрі довжиною хвилі 517 нм. Загальну антиоксидантну активність зразків (АОА, %) визначали за формулою

$$АОА = (A - B)/A \times 100, \quad (2.8)$$

де A – екстинція контрольного зразка; B – екстинція досліджуваного зразка [572].

Геометричну характеристику зернівок визначали вимірюванням і розрахунками. Об'єм зернівки розраховували за формулою

$$V_0 = kabl, \quad (2.9)$$

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

$$F = 1,12a^2 + 3,76b^2 + 0,88l^2 - 10, \quad (2.10)$$

де a – ширина, мм; b – товщина, мм; l – довжина, мм.

Питому поверхню зернівки розраховували за формулою

$$f = \frac{F}{V}, \quad (2.11)$$

де F – площа зовнішньої поверхні, мм²; V – об'єм зернівки (V мм³).

Об'єм поверхневих шарів зернівки розраховували за формулою

$$V_1 = F \cdot G, \quad (2.12)$$

де F – площа зовнішньої поверхні зернівки; G – товщина тканини (для зерна пшениці 0,065 мкм).

Сферичність (Ψ) визначали за формулою

$$\psi = \frac{F_{ш}}{F}, \quad (2.13)$$

де $F_{ш}$ – площа шару еквівалентна зерну, мм²;

$$F_{ш} = 4,83 \sqrt[3]{V^2}, \quad (2.14)$$

Індекс розміру часточок встановлювали за кількістю подрібненого зерна, отриманого проходом сита № 008 та виражали у відсотках до маси проби, що аналізували.

Вміст ендосперму визначали за вдосконаленою нами методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб визначення вмісту ендосперму в зерні тритикале та пшениці» (№ 112304) [468], а вміст зародку та оболонки розраховуємо.

Силу борошна за стійкістю кульки тіста у воді. Газоутримувальну здатність – за зміною об'єму тіста в мірному циліндрі за температури 30 °С, 75 %-ї відносної вологості повітря в термостаті до моменту його втрати [417].

Гідратаційну здатність клейковини (Γ , %) за формулою [334]

$$\Gamma = \frac{W \times 100}{100 - W}, \quad (2.15)$$

де W – вологість клейковини, %.

Випуклість скоринки формового хліба за формулою [334]

$$B = \frac{H}{III}, \quad (2.16)$$

де H – висота випуклої частини верхньої скоринки, см; III – найбільша ширина хліба, см.

Виготовлення та кулінарне оцінювання хліба проводили за вдосконаленою нами методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб оцінки якості

хліба зі спельти» (пат. № 12030) [485], «Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти» (пат. № 109225) [481], з обойного борошна – «Спосіб оцінювання хліба з обойного борошна тритикале і пшениці» (пат. № 115922) [486], макаронів за методикою [334], печива цукрового – «Спосіб лабораторного виготовлення та кулінарної оцінки печива цукрового з борошна тритикале і пшениці» (пат. № 118361) [479], бісквіта – «Спосіб лабораторного виготовлення бісквіта з борошна тритикале і пшениці» (пат. № 118362) [478], кексу – «Спосіб лабораторного виготовлення та оцінки кексу з борошна тритикале і пшениці» (пат. № 118060) [480], крупи манної – «Спосіб кулінарної оцінки крупи манної із зерна тритикале та пшениці» (пат. № 112842) [477], екструдованого продукту – «Спосіб кулінарної оцінки екструдату з круп'яних продуктів тритикале та пшениці» (пат. № 112841) [475].

Середню оцінку в балах визначали як середнє арифметичне за всіма показниками, а у відсотках – за методом відносних величин Ацці, де за 100 % приймали найбільшу величину кожного показника [22].

Коефіцієнт біологічного поглинання важких металів зерном визначали за формулою [576]

$$КБП = \frac{X}{П}, \quad (2.17)$$

де X – вміст хімічного елемента в зерні, мг/кг; $П$ – вміст цього елемента в ґрунті, мг/кг.

Критеріями оптимізації були коефіцієнт використання ендосперму (Coef. U) та комплексний критерій ефективності виробництва (Complex U): $CoefU = \frac{U}{E}$, де U – вихід борошна, %; E – вміст ендосперму у зерні, %; $ComplexU = U \times \frac{Z_0 - Z_1}{Z_0}$, де Z_0 – вміст золи у зерні, %; Z_1 – вміст золи у борошні, % [149, 153].

Для оцінювання ефективності лущення зерна пшениць використано індекс лущення, що розраховували за такою формулою [154]:

$$I_{л} = \frac{M_з - M_я}{M_з} \cdot 100, \quad (2.18)$$

де $I_{л}$ – індекс лущення, %; $M_з$ – маса зерна до лущення, г; $M_я$ – маса продукту

після лущення, г.

Варіння крупи з пшениць та кулінарне оцінювання каші проводили за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці» (№ 104152) [476] (додаток 3. 3).

Коефіцієнт розварювання крупи, макаронів і екструдованого продукту визначали за формулою [334]

$$K = \frac{V_k}{V_{kp}}, \quad (2.19)$$

де V_k – об'єм каші, см^3 ; V_{kp} – об'єм крупи, см^3 .

У зерні через місяць після збирання та зернопродуктах пшениць визначали:

- вміст плівок – ГОСТ 10843 [105];
- вологість – ДСТУ 29144 [144];
- геометричну характеристику та вивчення анатомічних частин лабораторним і розрахунковим методами за методикою описаною Г. О. Єгоровим [147];
- форму зернівки [471];
- крупність і вирівняність [334];
- міцність зернівок – зусиллям, необхідним для руйнування зернівки стисненням і сколюванням [146];
- питому активність радіонуклідів визначали спектрометричним методом, вміст мікроелементів – методом атомно-абсорбційної спектрометрії за ГОСТ 30178 [109] після сухого озолення;
- вміст протеїну – за кількістю загального азоту (коефіцієнт перерахунку 6,25) [334];
- вміст білка – ДСТУ 4117 [139];
- ізоелектричну точку білка [183];
- вміст амінокислот (сума фракцій лейкозин + глобулін + глютенін + гліадин)
- методом іонообмінної рідинної хроматографії на аналізаторі амінокислот Т-339;
- вміст крохмалю – ГОСТ 10845 [106];

- масу 1000 зерен – ДСТУ ISO 520 [142];
- натуру зерна – ГОСТ 10840 [104];
- склоподібність зерна – ГОСТ 10987 [107];
- вміст золи – ДСТУ 4252 [140];
- число падання – ГОСТ 30498 [110];
- вміст і якість клейковини – ДСТУ ISO 21415–1 [141];
- білизну борошна – ГОСТ 26361 [108];
- вміст каротиноподібних пігментів [334].
- вихід спирту – методом бродильної проби за ГСТУ 46.045 [112].

Економічну ефективність виробництва крупи і борошна розраховували згідно методичних вказівок (Мостенська Т. Л., Рибачук-Ярова Т. В., 2006) [347] за реалізаційними цінами IV кварталу 2017 р.

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 [42, 156, 385]. Для якісного оцінювання тісноти зв'язку використовували коефіцієнт кореляції за шкалою Чеддока: 0,1–0,3 – незначний зв'язок; 0,3–0,5 – помірний; 0,5–0,7 – істотний; 0,7–0,9 – високий; 0,9–0,99 – дуже високий; 1 – функціональний [599].

Точність вимірювань та достовірність даних математично обґрунтовували на кожному етапі дослідних робіт. Повторності кожного експерименту обробляли описовою статистикою для визначення коефіцієнта варіації. У випадку слабкого варіювання даних вибірок кожного експерименту визначали їх середнє значення, що було використано для математичного моделювання. Масиви даних отримані із середніх значень перевіряли на правильність розподілення. Правильно розподілені дані було оброблено методами базової статистики, а неправильно розподілені – непараметричної. Під час статистичного оброблення було використано кореляційний і регресійний аналізи. Отримані функціональні залежності перевіряли на відсутність автокореляції методом статистики Darbin–Watson [385].

Оскільки мало місце дублювання дослідів, було проведено перевірку відтворюваності експериментальних даних. Гіпотезу про постійність дисперсії шуму перевіряли, використовуючи критерій Kohren [430]. 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

$$G = \frac{\max(S_t^2)}{\sum_{i=1}^N S_t^2} \quad G = \frac{\max S_t^2}{\sum_{i=1}^N S_t^2}, \quad (2.20)$$

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 дискретно або перервно.

Метод повного факторіального 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:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \beta_{21} x_1 x_2 + \beta_{(n-1)} x_{(n-1)} x_n + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \dots + \beta_{nn} x_n^2, \quad (2.21)$$

де β_0 – значення функції відклику на початку координат $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}$ [385, 430].

РОЗДІЛ 3

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА НОВИХ СОРТІВ І ЛІНІЙ РІЗНИХ ВИДІВ ПШЕНИЦЬ ЗАЛЕЖНО ВІД АБІОТИЧНИХ І БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

3.1 Урожайність та якість зерна різних видів пшениць (м'яка, щільноколоса, ефіопська)

Високопродуктивні сорти займають провідне місце в прогресивному збільшенні врожайності зерна, оскільки краще використовують поживні речовини, реагують на елементи агротехнології та стійкі до несприятливих чинників навколишнього природного середовища. Роль сорту особливо велика за інтенсивного землеробства [41]. Сорт – цілісна ростова, морфогенетична та біоритмічна система, має специфічні темпи росту та формування метамерних органів рослини, а також ритми формування елементів продуктивності впродовж етапів органогенезу. Тому завдяки генетичній та епігенетичній гетерогенності сорт має специфічну реакцію на детермінацію властивостей [660].

Аналіз агрокліматичних умов показує можливі напрямки адаптивної перебудови сільського господарства в зв'язку з глобальними змінами клімату. Клімат України став більш м'яким, що свідчить про зменшення загибелі посівів пшениці м'якої від несприятливих чинників перезимівлі. Проте збільшуються випадки несприятливої дії чинників під час досягання зерна, що істотно впливає на формування продуктивності рослин [39]. Ретроспективним аналізом доведено, що лише завдяки оптимізації системи генотип–середовище зростає ефективність виробництва. Для цього необхідно вивчати реакцію сорту на адаптивні властивості та елементи агротехнології [15].

Низка досліджень [234, 119, 323] підтверджують, що важливими чинниками реалізації продуктивності зернових культур є погодні умови вегетаційного періоду, висота рослин, стійкість їх до вилягання та розвиток збудників хвороб.

Генетичний потенціал сучасних сортів сягає 10–13 т/га, проте зазвичай він реалізується лише на 50 % [462]. Втрати врожаю зумовлюють невідповідність

адаптивного потенціалу сорту умовам його вирощування. Одним із чинників є несприятливі погодні умови. Врожайність зерна пшениці м'якої змінюється від 4,5 до 12,4 т/га залежно від умов вирощування [268, 432, 433].

За результатами проведеними у досліді 1 встановлено що висота, стійкість рослин пшениці до вилягання, ураження збудниками хвороб істотно змінювались залежно від погодних умов. Так, у 2012 і 2013 рр. погодні умови характеризувались меншою кількістю опадів. За період квітень–липень випало відповідно 178 і 209 мм опадів або на 15–36 % менше середньобагаторічного показника (277 мм). Достатньою була кількість опадів у 2011, 2014 і 2015 рр. За період квітень–липень випало відповідно 374, 292 і 271 мм опадів, проте розподіл їх був різним. У 2013 р. у фазу виходу рослин у трубку випало лише 13,3 мм, у 2015 – 45,8, у 2012 – 84,1, а в 2014 – 140,8 мм опадів.

Температура повітря також впливала на ріст та розвиток рослин сортів і ліній пшениць. Так, у період інтенсивного росту стебла (вихід рослин у трубку – колосіння) в 2013 р. вона була несприятливою порівняно з оптимальною (9–16 °С) і становила 18–21 °С. Температура повітря в цей період впродовж решти років досліджень була оптимальною. Тому найнижчими були рослини в 2013 р., найвищими – у 2014 р. Деяко меншою була їх висота в 2011, 2012 і 2015 рр.

У середньому за п'ять років проведення досліджень висота рослин пшениць від 81 до 142 см залежно від сорту та лінії (додаток Б.1). Висота сортів пшениці м'якої від 81 до 103 см за $V = 9\text{--}19\%$. Висота ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., від 74 до 116 см ($V = 9\text{--}15\%$) проти стандарту (сорт Подолянка) – 92 см. Цей показник у рослин інтрогресивних ліній пшениці м'якої становив 85–113 см.

Висота рослин сортів і ліній пшениць залежно від року дослідження. Так, за несприятливих умов 2013 р. вона від 61 до 127 см, сприятливих 2014 р. – від 76 до 158 см, 2015 р. – від 75 до 150, 2011 р. – від 73 до 135, 2011 р. – від 75 до 142 см залежно від сорту та лінії.

У 2014 р. рослини вилягали у фазу колосіння, а в 2011 і 2015 рр. – на

початку молочної стиглості зерна пшениці (додаток Б.2). Найвища їх стійкість до вилягання була в 2012 і 2013 рр., оскільки рослин були невисокі. Стійкість рослин до вилягання оцінювалась від 1 до 9 бала залежно від сорту та лінії. Найменшою була стійкість рослин інтрогресивної лінії NAK61/12 – 1 бал, сортів Вдала, Вікторія одеська і Кулундинка – 3–5 бала, Подолянка, Чорноброва, лінії Уманчанка – 7 бала.

Встановлено, що стійкість рослин пшениці істотно залежала від сорту та лінії (додаток Б.3). У 2011 р. рослини уражувались збудником бурої листової іржі, а в 2012–2014 рр. – септоріозу, крім рослин сортів Ластівка одеська і Мирхад, які уражувались вірусом жовтої карликовості ячменю, а рослини ліній Ефіопська 1, Уманчанка та NAK61/12 – бурюю листовою іржею. Найвищу стійкість до ураження збудниками хвороб мали рослини сортів пшениці м'якої Мирхад, Емеріно, Кулундинка та Ас Maskinpon, лінії LPP 2793 і LPP 2793, у яких індекс розвитку хвороб становить від 3,4 до 28,4 % проти 8,3–96,5 % у рослин сортів і ліній з найнижчою стійкістю впродовж років досліджень.

Найнижчу стійкість до вилягання мали рослини пшениці ефіопської – 46,5–96,5 % залежала від погодних умов.

Урожайність зерна пшениці змінювалась від 4,50 до 11,63 т/га залежно від сорту та лінії (рис. 3.1, додаток Б.4). В середньому за п'ять років досліджень урожайність зерна сортів, створених в умовах Степу, була від 7,07 до 10,17 т/га проти 7,91 т/га у стандарту (сорт Подолянка). Рослини сортів, створених в умовах Лісостепу, формували 8,40–9,44 т/га врожаю зерна або більше на 6–19 % порівняно з контролем, а сорти закордонної селекції – від 10,21 до 11,63 або більше на 29–47 %.

Урожайність білозерних сортів пшениці становила від 7,27 т/га в сорту Кулундинка до 10,28 т/га в сорту Ас Maskinpon. Високу врожайність зерна також формували рослини лінії пшениці щільноколосої – 10,18 т/га, сорту пшениці м'якої Чорноброва – 9,64 т/га, створених гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – 9,46–10,69 т/га або більше на 20–35 % порівняно з сортом Подолянка. Вирощування інтрогресивної лінії NAK46/12 забезпечувало врожайність 8,92 т/га, проте в NAK61/12 цей показник був істотно меншим

порівняно зі стандартом.

Найменшу врожайність зерна формували рослини пшениці ефіопської – 4,50 т/га, оскільки вона має ярий тип розвитку.

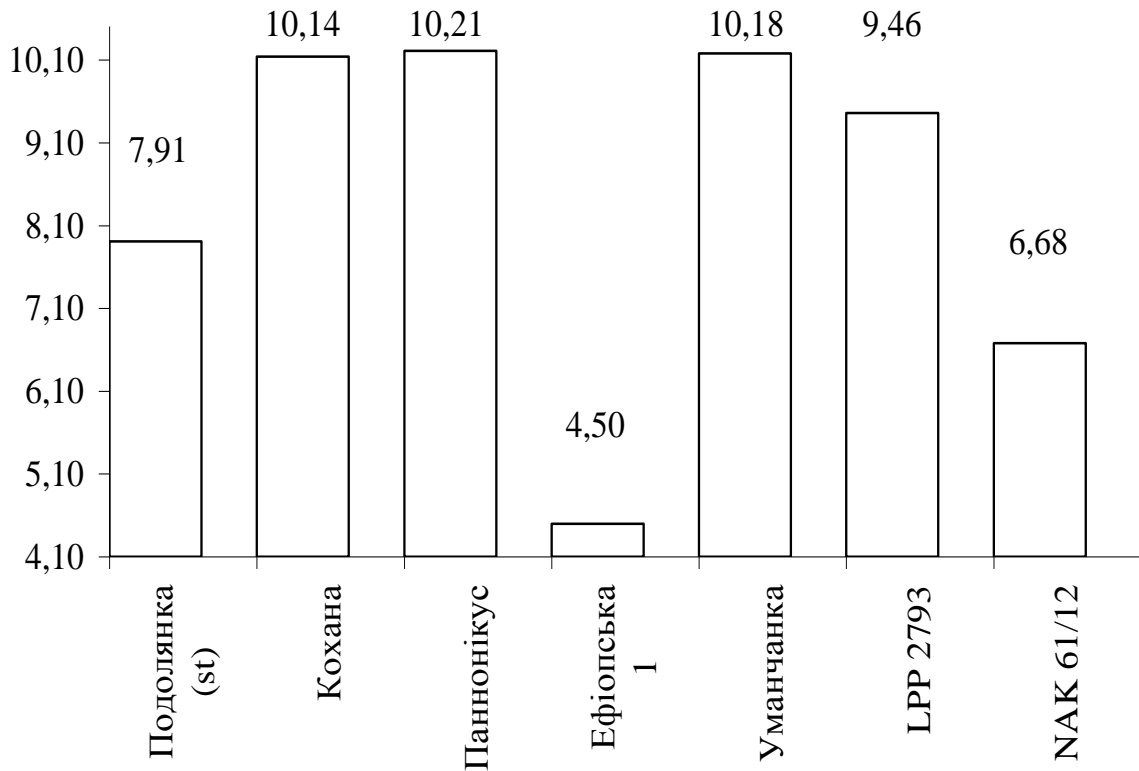


Рис. 3.1 Урожайність зерна деяких сортів і ліній видів пшениць (2011–2015 рр.), т/га

Індекс стабільності врожайності пшениць також залежав від сорту та лінії. З 24 сортів і ліній пшениці, що вивчалися, дев'ять сортів, п'ять ліній пшениці м'якої та лінія пшениці щільноколосої характеризувались високим індексом стабільності – від 1,08 до 1,26. У решти сортів і ліній врожайність у більшому діапазоні, а індекс стабільності був високим – 1,40–2,34.

З'ясовано, що крім погодних умов на врожайність пшениць також впливали висота рослин, вилягання та ураження збудниками хвороб. Так, між урожайністю зерна та висотою рослин встановлено прямий дуже високий кореляційний зв'язок для сортів Ластівка одеська ($r = 0,95 \pm 0,01$) і Суасон ($r = 0,98 \pm 0,01$), ліній LPP 1314 ($r = 0,95 \pm 0,01$) і LPP 1314 ($r = 0,94 \pm 0,00$), високий – для сортів Кохана ($r = 0,85 \pm 0,01$), Щедра нива ($r = 0,74 \pm 0,01$) і Емеріно ($r = 0,84 \pm 0,0$), істотний – для сортів Подолянка ($r = 0,61 \pm 0,01$), Чорноброва ($r = 0,53 \pm 0,01$) і лінії LPP 2793 ($r = 0,54 \pm 0,01$). Для сорту

Кулундинка та інтрогресивних ліній зв'язок був оберненим істотним, оскільки рослини вилягали, а в решти сортів прямим, проте слабким.

Крім цього на врожайність деяких сортів і ліній впливало вилягання рослин. Зв'язок між цими показниками був прямим дуже сильним для сортів Кулундинка ($r = 0,98 \pm 0,01$), ліній Уманчанка ($r = 0,94 \pm 0,00$) і НАК61/12 ($r = 0,90 \pm 0,01$) та істотний зв'язок для сортів Вікторія одеська ($r = 0,67 \pm 0,01$) і Чорноброва ($r = 0,64 \pm 0,00$).

Між урожайністю та індексом розвитку хвороб обраховано обернений дуже сильний кореляційний зв'язок для ліній Ефіопська 1 ($r = -0,95 \pm 0,01$), Р 7 ($r = -0,99 \pm 0,01$) та інтрогресивних ліній. Високий для сорту Паннонікус ($r = -0,81 \pm 0,01$), істотний для сорту Лупус ($r = -0,66 \pm 0,01$). Розвиток збудників хвороб не впливав на формування врожайності зерна сортів Мирхад, Емеріно, Суасон, Кулундинка, Ас Маскіннон, Чорноброва та ліній Уманчанка, LPP 1314, LPP 2793 і LPP 3118, а в решти сортів цей зв'язок був помірним.

Результати досліджень свідчать, що маса 1000 зерен істотно залежала від сорту та лінії. Так, у середньому за п'ять років досліджень у зерна сортів пшениці м'якої вона була від 38,1 до 51,8 г, ліній пшениці, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – від 41,8 до 54,4 г, а в зерна інтрогресивних ліній був на рівні стандарту (табл. 3.1). Маса 1000 зерен пшениці щільноколосої і пшениці ефіопської становила 41,2–41,7 г або менше на 7–8 % порівняно з контролем. Найбільшу масу 1000 зерен формували рослини сортів Вдала, Щедра нива, Мирхад, лінії LPP 2793, LPP 1314 – 48,4–54,4 г або більше на 8–21 % порівняно зі стандартом.

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 [169].

Маса 1000 зерен сортів і ліній пшениці в досліді була дуже високою як у середньому за п'ять років, так і за роки проведення досліджень. Найбільше на масу 1000 зерен впливало ураження збудниками хвороб. Так, між цими показниками в 10 сортів і ліній пшениці встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок – $r = -0,93 \pm 0,01 \dots -0,99 \pm 0,01$, для сорту Подолянка, Лупус – обернений високий ($r = -0,73 \pm 0,01 \dots -0,79 \pm 0,00$), для сортів Кохана, Кулундинка – обернений істотний ($r = -$

0,60±0,01 ... -0,65±0,01), а в решти сортів і ліній – слабкий зв’язок. Крім цього на масу 1000 зерен впливала висота рослин. Між цими показниками для сортів Ас Маскіннон, Чорноброва, лінії Ефіопська 1 встановлено прямий високий кореляційний зв’язок – $r = 0,71 \pm 0,00 - 0,74 \pm 0,01$, для сортів Кохана, Емеріно, Суасон – істотний зв’язок ($r = 0,50 \pm 0,01 - 0,59 \pm 0,01$). Для сортів Вдала, Кулундинка, ліній Уманчанка, НАК46/12 цей зв’язок обернений істотний ($r = -0,51 \pm 0,02 \dots -0,56 \pm 0,02$), оскільки між масою 1000 зерен і стійкістю рослин до вилягання він був прямий дуже високий – $r = 0,93 \pm 0,01 - 0,99 \pm 0,01$.

Таблиця 3.1

Маса 1000 зерен сортів і ліній різних видів пшениць, г

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п’ять років
	2011	2012	2013	2014	2015	
Подольянка (st)	46,0	45,0	43,2	42,8	47,7	44,9
Ужинок	38,2	39,1	38,7	35,1	39,5	38,1
Кохана	41,1	42,0	40,1	40,5	46,9	42,1
Ластівка одеська	45,1	44,0	47,2	36,3	48,3	44,2
Вікторія одеська	47,2	47,5	45,8	44,6	45,4	46,1
Вдала	47,7	46,0	52,3	50,2	45,6	48,4
Славна	46,5	46,0	45,6	40,3	46,2	44,9
Щедра нива	49,4	51,3	45,7	42,1	53,7	48,4
Мирхад	53,1	54,2	47,6	49,4	54,5	51,8
Лупус	45,5	44,0	45,7	40,9	45,5	44,3
Суасон	46,3	46,9	42,3	45,4	48,3	45,8
Паннонікус	46,7	47,2	45,4	45,0	48,4	46,5
Емеріно	49,0	49,7	44,1	48,2	45,6	47,3
Чорноброва	41,2	43,6	42,0	44,8	43,3	43,0
Ас Маскіннон	43,1	43,9	42,5	44,4	42,7	43,3
Кулундинка	41,3	45,7	46,2	44,1	42,0	43,9
Уманчанка	38,1	42,4	42,9	41,7	40,8	41,2
Ефіопська 1	42,5	42,0	39,2	43,7	40,9	41,7
Р 7	43,2	43,5	39,7	38,4	44,4	41,8
LPP 3118	43,8	44,5	40,7	43,1	48,6	44,1
LPP 2793	50,1	53,8	51,4	52,1	51,6	51,8
LPP 1314	54,6	55,8	54,1	52,2	55,3	54,4
НАК46/12	43,8	44,2	43,5	41,4	43,1	43,2
НАК61/12	43,8	45,7	45,0	46,8	44,9	45,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>2,1</i>	<i>2,0</i>	<i>1,8</i>	<i>1,9</i>	<i>2,0</i>	–

За даними табл. 3.2 натура зерна сортів пшениці м'якої від 700 до 809 г/л, а в ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – від 621 до 785 г/л. Натура зерна інтрогресивних ліній була на 25–27 г/л більша порівняно з сортом Подолянка (st).

Таблиця 3.2

Натура зерна сортів і ліній різних видів пшениць, г/л

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років
	2011	2012	2013	2014	2015	
Подолянка (st)	750	705	726	781	775	747
Кохана	696	674	705	738	685	700
Вікторія одеська	751	742	767	783	722	753
Ластівка одеська	742	718	763	778	769	754
Вдала	780	740	739	794	761	763
Ужинок	742	724	773	821	786	769
Щедра нива	746	705	754	780	752	747
Славна	783	750	756	798	765	770
Мирхад	768	747	774	805	795	778
Емеріно	721	725	807	812	748	763
Суасон	762	761	777	799	761	772
Лупус	790	766	793	805	763	783
Паннонікус	790	784	788	795	788	789
Чорноброва	741	735	750	762	748	747
Ас Maskinon	751	746	760	771	775	761
Кулундинка	818	802	813	810	800	809
Уманчанка	750	753	765	780	788	767
Ефіопська 1	778	780	793	785	766	780
LPP 3118	621	617	620	623	626	621
LPP 2793	696	676	690	699	692	691
P 7	727	713	736	752	720	730
LPP 1314	790	774	783	784	792	785
NAK61/12	768	763	786	774	770	772
NAK46/12	770	771	767	786	775	774
<i>НІР₀₅</i>	37	33	34	35	36	–

Найбільшу натуру зерна отримано за вирощування сортів Паннонікус і Кулундинка – 789–809 г/л або більше на 6–8 % та ліній Ефіопська 1, LPP 1314 – 780–785 г/л, або більше на 5–6 % порівняно зі стандартом.

Натура зерна пшениці щільноколосої становила 767 г/л або більше на

20 г/л, пшениці ефіопської – 780 г/л, або більше на 33 пункти порівняно з контролем (747 г/л).

Упродовж років досліджень натура зерна істотно змінювалась. Проте величина цього показника залежала від вмісту білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти. Підвищення вмісту білка сприяло зменшенню натури зерна, оскільки об'ємна маса білка нижча порівняно з крохмалем. Так, для 13 сортів і ліній пшениці між ними встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок – $r = -0,90 \pm 0,01 \dots -0,98 \pm 0,0$, для сортів Щедра нива, Славна, Лупус, ліній Ефіопська 1, LPP 3118 – високий зв'язок ($r = -0,76 \pm 0,01 - -0,89 \pm 0,02$), для сортів Подолянка, Вікторія одеська, Вдала, Паннонікус, Кулундинка, лінії LPP 1314 – істотний кореляційний зв'язок ($r = -0,54 \pm 0,03 \dots -0,69 \pm 0,02$).

Вміст білка в зерні пшениці знаходився в межах від 7,2 до 22,9 % залежно від сорту та лінії (табл. 3.3). Найбільше його формували рослини сортів пшениці м'якої Паннонікус – 15,9 % і Кулундинка – 18,6, лінії Ефіопська – 20,3, НАК46/12 і лінії, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., в зерні яких вміст був у межах 16,4–21,0 %.

У середньому за п'ять років досліджень вміст білка в зерні сортів пшениці м'якої, створених в умовах Степу, знаходився в межах від 10,9 до 14,3 %, у зерні сортів, створених в умовах Лісостепу – від 10,9 до 11,2, а в зерні сортів закордонного походження від 11,8 до 15,9 %. Очевидно, що походження цих сортів пшениці не впливало на синтез білка в зерні. Проте гібридизація *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. та *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.) забезпечувала підвищення вмісту білка на 23–58 % порівняно зі стандартом (13,3 %).

Для пшениці дуже високим вважається вміст білка > 18 %, високим – в межах 16–18, середнім – 14–16, низьким – 12–14 і дуже низьким < 12 % [169].

У середньому за п'ять років досліджень дуже високий вміст білка був у зерні пшениці м'якої сорту Кулундинка (18,6 %), ліній Ефіопська 1 (20,3 %), LPP 2793 (20,0 %) і LPP 3118 (21,0 %), високий – в зерні ліній Р 7 (16,9 %), LPP 2793 (17,4 %), НАК46/12 (16,4 %), середній – в зерні сортів Кохана (14,3 %), Паннонікус (15,9 %) і

лінії пшениці щільноколосої Уманчанка (14,6 %), дуже низький – в зерні сортів Мирхад (10,9 %), Щедра нива (11,0 %), Славна (11,2 %), Суасон (11,8 %), Ас Maskinnon (11,5 %), а в зерні решти сортів і ліній він був низьким.

Таблиця 3.3

Вміст білка в зерні сортів і ліній різних видів пшениць, %

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років	Індекс стабільності
	2011	2012	2013	2014	2015		
Подольанка (st)	15,3	16,4	11,8	10,0	12,8	13,3	1,64
Вікторія одеська	12,6	13,4	9,7	8,0	10,6	10,9	1,68
Ластівка одеська	13,3	14,4	11,9	8,6	10,5	11,7	1,67
Вдала	13,5	14,6	12,6	8,5	11,5	12,1	1,72
Ужинок	13,6	15,1	11,7	9,1	12,7	12,4	1,66
Кохана	14,7	15,8	13,3	12,6	15,1	14,3	1,25
Мирхад	11,3	12,6	11,3	8,7	10,8	10,9	1,45
Щедра нива	12,8	13,8	8,5	7,2	12,9	11,0	1,92
Славна	11,6	13,0	12,1	9,1	10,0	11,2	1,43
Суасон	12,6	13,6	10,9	9,7	12,4	11,8	1,40
Лупус	15,3	16,4	12,1	9,1	14,3	13,4	1,80
Емеріно	16,8	16,2	11,7	11,2	13,3	13,8	1,50
Паннонікус	17,6	18,1	13,5	12,2	18,0	15,9	1,48
Ас Maskinnon	12,2	12,8	11,4	10,3	10,7	11,5	1,24
Чорноброва	14,2	15,3	13,1	11,8	13,0	13,5	1,30
Уманчанка	15,6	15,9	14,3	13,5	13,8	14,6	1,18
Кулундинка	18,7	20,0	18,2	16,1	19,9	18,6	1,24
Ефіопська 1	19,6	19,8	18,5	20,9	22,9	20,3	1,24
Р 7	18,7	19,1	14,9	13,7	18,0	16,9	1,39
LPP 1314	17,8	18,7	17,3	16,2	16,9	17,4	1,15
LPP 2793	20,1	21,5	19,6	18,9	19,7	20,0	1,14
LPP 3118	21,4	22,1	20,8	20,5	20,3	21,0	1,09
NAK61/12	14,9	15,7	12,0	13,2	13,7	13,9	1,31
NAK46/12	16,7	17,1	17,9	14,5	15,9	16,4	1,23
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,7</i>	<i>0,7</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>	<i>0,6</i>	–	–

Вміст білка в зерні сортів і ліній пшениці залежав від абіотичних і біотичних чинників. Найсприятливіші погодні умови в період досягання зерна пшениці були в 2012 р., оскільки температура повітря відповідала оптимальній (22–25 °С),

а опадів випало лише 12,2 мм. Вміст білка знаходився в межах від 12,6 до 22,1 % залежно від сорту та лінії, тоді як за менш сприятливих погодних умов 2011 р. – від 11,3 до 21,4 %. Температура повітря в 2013–2015 рр. була нижче оптимальної, крім цього, в період досягання зерна випало 65,6–143,6 мм опадів. Високий розвиток септоріозу листків у 2014 р. не сприяв формуванню білка. Встановлено обернений дуже сильний кореляційний зв'язок між вмістом білка та індексом розвитку хвороб для сортів Вікторія одеська, Вдала, Щедра нива, Славна, Лупус, Паннонікус, Ас Maskinon і ліній Ефіопська 1, LPP 2793, LPP 1314, Р 7 і НАК46/12 – $r = -0,91 \pm 0,01 \dots -0,99 \pm 0,01$, а в решти сортів і ліній цей зв'язок був оберненим високим – $r = -0,78 \pm 0,02 \dots -0,89 \pm 0,01$. Дуже високий вміст білка в зерні пшениці ефіопської можна пояснити наявністю генів синтезу високого вмісту азотовмісних сполук [182] і дефіцитом вологи та високою температурою під час досягання зерна.

Найвищу стабільність у формуванні білка в зерні з 24 досліджуваних сортів і ліній мали рослини сортів Кохана – 1,25, Ас Maskinon і Кулундинка – 1,24, лінії Уманчанка – 1,18, Ефіопська 1 – 1,24, НАК46/12 – 1,23, LPP 3118 – 1,09, LPP 2793 – 1,14 і LPP 1314 – 1,15. У решти сортів і ліній вміст білка за роки проведення досліджень змінювався в більшому діапазоні, оскільки коефіцієнт стабільності знаходився від 1,31 до 1,92.

Встановлено, що вміст амінокислот у зерні пшениць істотно залежав від сорту та лінії. Сума амінокислот у зерні сортів пшениці м'якої становила від 8,42 % у сорту Вікторія одеська до 19,22 % у сорту Кулундинка (табл. 3.4, рис. 3.2). Вміст амінокислот у зерні пшениці не залежав від еколого-географічного походження сорту. У зерні ліній пшениці м'якої, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., сума амінокислот змінювалась від 16,23 до 19,69 %, що істотно вище порівняно зі стандартом (сорт Подолянка) – 12,34 % ($HIP_{05}=0,68$). Проте найбільша сума амінокислот була в зерні лінії Ефіопська 1 – 20,26 % або більше на 64 % порівняно з контролем.

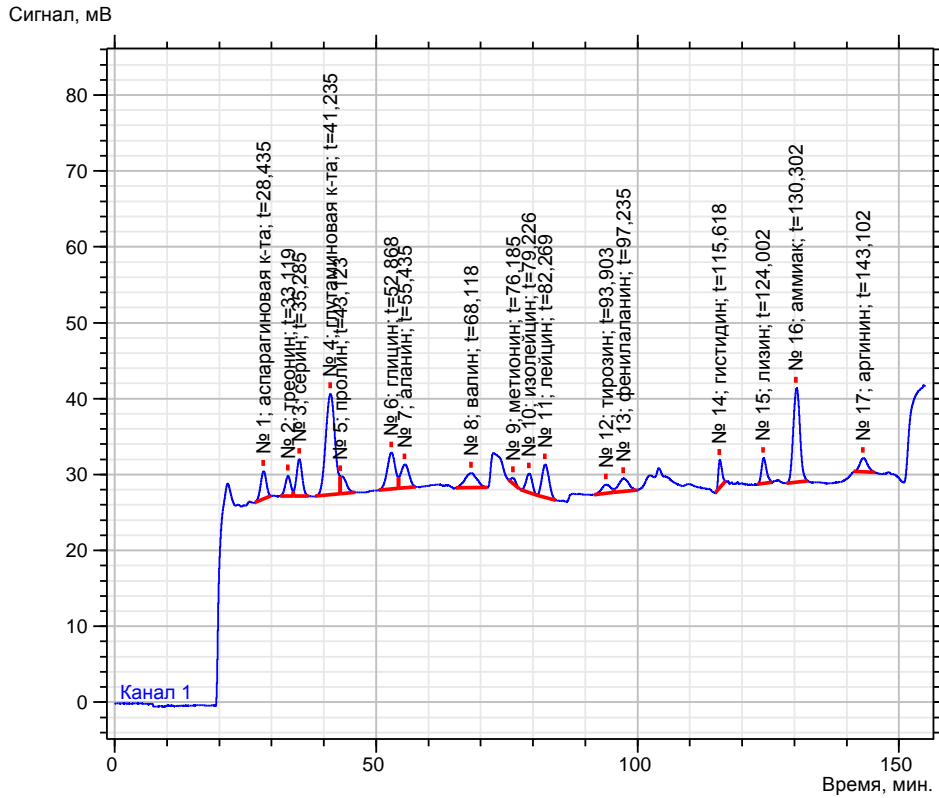
Найбільша частка есенційних амінокислот була в зерні сортів пшениці м'якої Вдала, Щедра нива, Мирхад і Суасон – 48–57 % та ліній LPP 3118 і LPP 2793 – 50 %, а в зерні решти сортів і ліній – 28–47 %.

Таблиця 3.4

Вміст зв'язаних амінокислот у зерні сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Подільянка (st)	Ластівка одеська	Вікторія одеська	Вдала	Ужинок	Кохана	Славна	Мирхад	Щедра нива	Суасон	Емеріно	Лупус	Паннонікус	Ac Mackinnon	Кулундинка	Чорноброва	Уманчанка	Ефіопська 1	LPP 1314	P 7	LPP 2793	LPP 3118	NAK61/12	NAK46/12	HIP ₀₅
Вал	0,60	0,50	0,41	0,54	0,58	0,61	0,43	0,47	0,55	0,42	0,60	0,44	0,68	0,58	0,76	0,55	0,70	0,83	0,70	0,79	0,80	0,78	0,63	0,70	0,03
Гле	0,46	0,39	0,31	0,44	0,49	0,51	0,40	0,49	0,51	0,62	0,58	0,33	0,72	0,47	0,80	0,47	0,56	0,86	0,67	0,59	0,77	0,81	0,55	0,62	0,03
Лей	0,81	0,63	0,53	0,75	0,80	0,88	0,52	0,58	0,91	0,80	0,88	0,47	1,15	0,77	1,12	0,71	0,91	1,29	0,90	1,07	1,25	1,23	0,87	0,88	0,04
Ліз	0,45	0,31	0,28	0,35	0,41	0,50	0,28	0,37	0,47	0,49	0,40	0,46	0,72	0,41	0,84	0,51	0,52	0,91	0,54	0,87	0,97	0,94	0,41	0,48	0,03
Мет	0,06	0,02	0,02	0,07	0,04	0,06	0,02	0,08	0,09	0,05	0,04	0,05	0,11	0,05	0,16	0,05	0,07	0,13	0,07	0,08	0,12	0,15	0,03	0,05	0,00
Тре	0,43	0,31	0,28	0,39	0,40	0,45	0,30	0,42	0,45	0,37	0,41	0,29	0,73	0,38	0,83	0,36	0,48	0,77	0,48	0,74	0,81	0,91	0,43	0,56	0,02
Три	0,36	0,21	0,20	0,24	0,33	0,39	0,18	0,41	0,41	0,39	0,30	0,36	0,52	0,29	0,50	0,41	0,38	0,66	0,51	0,59	0,54	0,57	0,32	0,44	0,02
Фен	0,71	0,42	0,37	0,51	0,61	0,72	0,34	0,56	0,77	0,79	0,61	0,49	0,78	0,45	0,89	0,45	0,67	0,83	0,72	0,86	0,93	0,97	0,61	0,83	0,03
Σ _e	3,88	2,79	2,40	3,29	3,66	4,12	2,47	3,38	4,16	3,93	3,82	2,89	5,51	3,40	6,10	3,51	4,29	6,38	4,69	5,59	6,39	6,56	3,85	4,56	0,21
Ала	0,48	0,41	0,39	0,45	0,47	0,73	0,41	0,35	0,52	0,50	0,45	0,76	1,00	0,46	1,03	0,41	0,52	0,75	0,81	0,87	0,95	1,13	0,48	0,53	0,03
Арг	0,55	0,40	0,37	0,40	0,51	0,92	0,37	0,41	0,50	0,32	0,61	0,77	0,93	0,63	1,11	0,51	0,78	0,98	0,76	1,13	1,20	1,24	0,67	0,78	0,04
Асп	0,61	0,56	0,52	0,60	0,70	0,81	0,51	0,44	0,63	0,66	0,86	0,87	1,17	0,74	1,31	0,93	0,74	1,13	0,94	1,45	1,52	1,64	0,73	0,92	0,04
Гіс	0,49	0,40	0,40	0,41	0,42	0,51	0,38	0,35	0,53	0,53	0,53	0,48	0,80	0,41	0,83	0,46	0,57	0,95	0,81	0,88	0,91	0,95	0,51	0,87	0,03
Глі	0,56	0,39	0,36	0,42	0,52	0,56	0,36	0,41	0,62	0,71	0,61	0,60	0,79	0,48	0,97	0,42	0,72	0,99	0,84	0,98	1,10	1,13	0,58	0,89	0,03
Глю	3,31	2,11	2,05	2,34	3,58	4,03	2,03	1,99	2,72	3,04	3,21	4,13	3,79	2,49	4,12	3,76	3,13	4,87	4,22	3,81	3,37	3,46	3,02	4,21	0,16
Про	1,29	1,10	1,07	1,21	1,25	1,29	1,00	1,03	1,20	1,01	1,22	1,16	1,54	1,07	1,73	1,01	1,14	1,77	1,38	1,15	1,74	1,45	1,24	1,31	0,06
Сер	0,69	0,55	0,51	0,60	0,63	0,69	0,50	0,54	0,56	0,50	0,62	0,77	1,03	0,55	1,16	0,53	0,62	1,38	0,91	1,04	1,13	1,20	0,65	0,84	0,04
Тир	0,41	0,30	0,27	0,35	0,36	0,41	0,32	0,30	0,47	0,29	0,47	0,52	0,70	0,28	0,80	0,31	0,50	0,92	0,77	0,76	0,88	0,84	0,35	0,37	0,02
Цис	0,07	0,10	0,08	0,11	0,09	0,12	0,07	0,06	0,08	0,05	0,12	0,09	0,18	0,11	0,26	0,11	0,17	0,24	0,20	0,27	0,25	0,29	0,13	0,22	0,01
Σ _s	8,46	6,32	6,02	6,89	8,53	10,07	5,95	5,88	7,83	7,61	8,70	10,15	11,83	7,22	13,12	8,45	8,89	13,88	11,54	12,34	12,85	13,13	8,36	10,94	0,47
Σ _v	12,34	9,11	8,42	10,18	12,19	14,19	8,42	9,26	11,99	11,54	12,52	13,04	17,34	10,62	19,22	11,96	13,18	20,26	16,23	17,93	19,24	19,69	12,21	15,50	0,68

Сорт – Подолька



Пшениця ефіопська

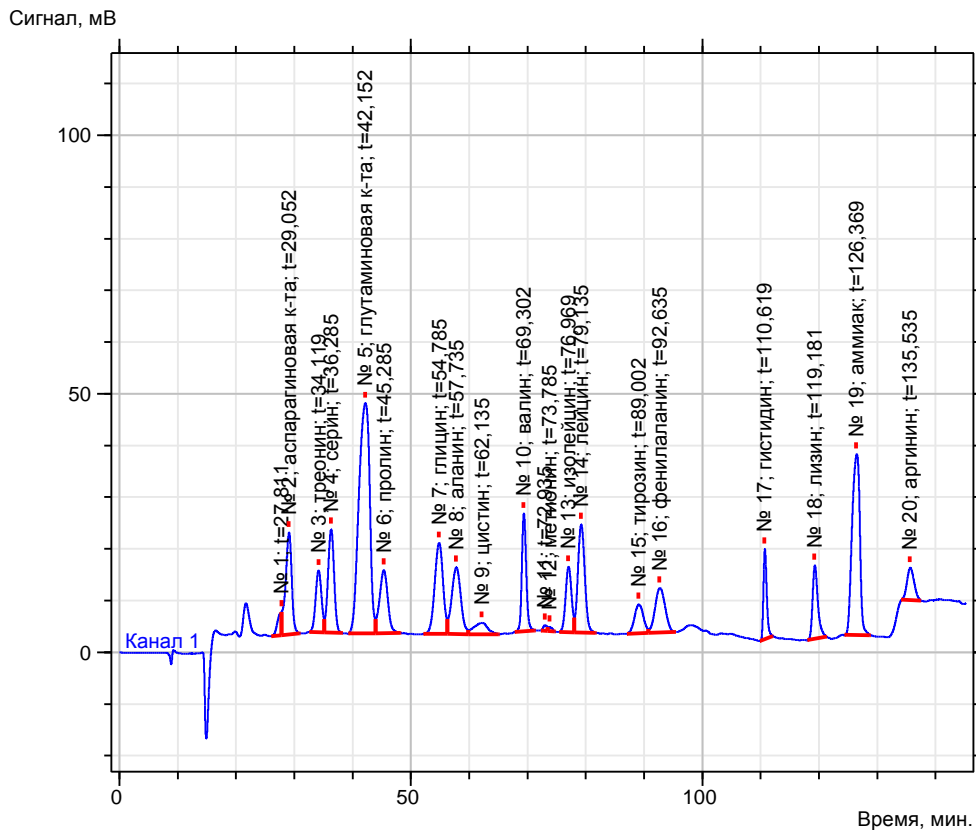


Рис. 3.2 Хроматограма вмісту амінокислот у зерні деяких сортів і ліній видів пшениць

Проте найбільший вміст есенційних амінокислот був у зерні сортів Кохана, Щедра нива, Паннонікус і Кулундинка – 4,12–5,51 % або більше на 6–42 % порівняно зі стандартом (3,88 %).

Зерно решти ліній пшениці також характеризувалось високим вмістом цієї групи амінокислот. Так, вміст есенційних амінокислот у зерні лінії пшениці щільноколосої Уманчанка був більший на 11 %, ліній пшениці, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., на 21–39, інтрогресивної лінії NAK 46/12 на 18, а в зерні пшениці ефіопської на 34 % порівняно з контролем. У зерні решти сортів від 2,47 до 3,88 %.

Основною амінокислотного складу зерна пшениці є глютамінова кислота, вміст якої був від 2,11 до 4,87 % залежно від сорту та лінії. Крім неї вміст лейцину та проліну був вищий порівняно з іншими амінокислотами – від 0,47 % у зерні сорту Лупус до 1,77 % у зерні лінії Ефіопська 1. Найнижчим був вміст цистину, який змінювався від 0,06 до 0,29 % залежно від сорту та лінії.

Відомо, що вміст білка або суми амінокислот не відповідає високій біологічній цінності зерна. Крім цього вміст амінокислот не несе інформації про забезпечення ними потреби організму людини. Для встановлення цього обраховують величину амінокислотного скору [452]. Визначено, що для більшості сортів і ліній пшениці лімітованою амінокислотою в білку пшениці є лізин і метіонін, амінокислотний скор яких змінювався від 23 до 95 % (табл. 3.5).

Встановлено, що за точності визначення вмісту амінокислот у зерні близько 5 %, скор 95 % вважають бездефіцитним [452].

Отже, білок зерна сорту Кулундинка, ліній Ефіопська 1, Р 7, LPP 2793 і LPP 3118 найзбалансованіший, тому що скор есенційних амінокислот бездефіцитний, а решта сортів і ліній крім лізину та метіоніну мають дефіцит ще 2–6 амінокислот. Проте амінокислотний скор триптофану та фенілаланіну в зерні всіх сортів і ліній пшениці був бездефіцитним.

**Амінокислотний скор зерна сортів і ліній різних видів пшениць
(2013–2015 рр.), %**

Сорт, лінія	Амінокислота							
	Мет+цис	Ліз	Тре	Вал	Іле	Лей	Три	Фен+тир
Подолянка (st)	33	74	98	109	105	105	327	170
Вікторія одеська	26	46	64	75	70	69	182	97
Ластівка одеська	31	51	70	91	89	82	191	109
Вдала	46	57	89	98	100	97	218	130
Ужинок	33	67	91	105	111	104	300	147
Кохана	46	82	102	111	116	114	355	171
Славна	23	46	68	78	91	68	164	100
Мирхад	36	61	95	85	111	75	373	130
Щедра нива	44	77	102	100	116	118	373	188
Лупус	36	75	66	80	75	61	327	153
Суасон	26	80	84	76	141	104	355	164
Емеріно	41	66	93	109	132	114	273	164
Паннонікус	74	118	166	124	164	149	473	224
Ac Maskinon	41	67	86	105	107	100	264	111
Кулундинка	108	138	189	138	182	145	455	256
Чорноброва	41	84	82	100	107	92	373	115
Уманчанка	62	85	109	127	127	118	345	177
Ефіопська 1	95	149	175	151	195	168	600	265
LPP 1314	69	89	109	127	152	117	464	226
P 7	90	143	168	144	134	139	536	245
LPP 2793	95	159	184	145	175	162	491	274
LPP 3118	113	154	207	142	184	160	518	274
NAK61/12	41	67	98	115	125	113	291	145
NAK46/12	69	79	127	127	141	114	400	182

Розрахунки показали, що 100 г зерна пшениці спелити найбільше задовольняє біологічну потребу дорослої людини триптофаном – на 23–83 %, ізoleyцином – на 16–43, валіном – на 16–33, гістидином – на 17–45, гліцином – на 10–31, глутаміновою кислотою – на 15–36, проліном – на 22–39, лейцином – на 10–28 % залежно від сорту та лінії (табл. 3.6). Найменший інтегральний скор 100 г зерна задовольняє потребу метіоніном – на 1–9 %, а рештою амінокислот – на 3–15 % залежно від форми пшениці. Найбільше цю потребу забезпечувало 100 г зерна сортів Паннонікус, Кулундинка – на 6–40 %, ліній Ефіопська 1, P 7, LPP 2793, LPP 3118 – на 4–83 % залежно від амінокислоти.

Таблиця 3.6

Інтегральний скор 100 г зерна сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Подільнка (st)	Ластівка одеська	Вікторія одеська	Вдала	Ужинок	Кохана	Славна	Мирхад	Щедра нива	Суасон	Емеріно	Лупус	Паннонікус	Ас Маскіннол	Кулундинка	Чорноброва	Уманчанка	Ефіопська 1	LPP 1314	P 7	LPP 2793	LPP 3118	NAK61/12	NAK46/12
Вал	24	20	16	22	23	24	17	19	22	17	24	18	27	23	30	22	28	33	28	32	32	31	25	28
Іле	23	20	16	22	25	26	20	25	26	31	29	17	36	24	40	24	28	43	34	30	39	41	28	31
Лей	18	14	12	16	17	19	11	13	20	17	19	10	25	17	24	15	20	28	20	23	27	27	19	19
Ліз	11	8	7	9	10	12	7	9	11	12	10	11	18	10	20	12	13	22	13	21	24	23	10	12
Мет	3	1	1	4	2	3	1	4	5	3	2	3	6	3	9	3	4	7	4	4	7	8	2	3
Тре	18	13	12	16	17	19	13	18	19	15	17	12	30	16	35	15	20	32	20	31	34	38	18	23
Три	45	26	25	30	41	49	23	51	51	49	38	45	65	36	63	51	48	83	64	74	68	71	40	55
Фен	16	10	8	12	14	16	8	13	18	18	14	11	18	10	20	10	15	19	16	20	21	22	14	19
Ала	7	6	6	7	7	11	6	5	8	8	7	12	15	7	16	6	8	11	12	13	14	17	7	8
Арг	9	7	6	7	8	15	6	7	8	5	10	13	15	10	18	8	13	16	12	19	20	20	11	13
Асп	5	5	4	5	6	7	4	4	5	5	7	7	10	6	11	8	6	9	8	12	12	13	6	8
Гіс	23	19	19	20	20	24	18	17	25	25	25	23	38	20	40	22	27	45	39	42	43	45	24	41
Глі	16	11	10	12	15	16	10	12	18	20	17	17	23	14	28	12	21	28	24	28	31	32	17	25
Глю	24	16	15	17	26	30	15	15	20	22	24	30	28	18	30	28	23	36	31	28	25	25	22	31
Про	29	24	24	27	28	29	22	23	27	22	27	26	34	24	38	22	25	39	31	26	39	32	28	29
Сер	8	7	6	7	8	8	6	7	7	6	7	9	12	7	14	6	7	17	11	13	14	14	8	10
Тир	9	7	6	8	8	9	7	7	11	7	11	12	16	6	18	7	11	21	18	17	20	19	8	8
Цис	4	6	4	6	5	7	4	3	4	3	7	5	10	6	14	6	9	13	11	15	14	16	7	12

Найвищий коефіцієнт метаболізації есенційних амінокислот був у зерні сортів Щедра нива Мирхад і Чорноброва, ліній LPP 2793, LPP 3118 – 0,50–0,57 або більше на 9–24 % порівняно з контролем (0,46) (додаток Б.5). У зерні решти сортів пшениці м'якої цей коефіцієнт змінювався від 0,40 до 0,47, а в зерні ліній – від 0,41–0,46. Коефіцієнт метаболізації есенційних амінокислот у зерні пшениці щільноколосої та пшениці ефіопської був на рівні стандарту – 0,46–0,47.

Найвищий індекс комплексного оцінювання вмісту есенційних амінокислот мало зерно сортів Паннонікус, Кулундинка, лінії Ефіопська 1, Р 7, LPP 2793, LPP 3118 – 1,61–1,95 або більше на 0,35–0,91 % порівняно зі стандартом (1,06). Найнижчий – в зерні сортів Вікторія одеська та Ластівка одеська, а в решти сортів і ліній від 0,95 до 1,41. Індекс комплексного оцінювання в зерні пшениці щільноколосої був більший на 0,20.

Ізоелектрична точка білка пшениці знаходилась у широкому діапазоні: від 4,3 до 6,5 (рис. 3.3). Найвищий цей показник мав білок сорту Кохана, лінії Уманчанка та НАК46/12 – 5,6–6,5 або більше на 12–30 %. Найнижчим він був у сортів Ластівка одеська, Мирхад, Суасон і лінії НАК46/12 – 4,3–4,9 або менше на 2–14 % порівняно з сортом-стандартом Подолянка (5,0). Ізоелектрична точка білка решти сортів і ліній була в межах від 5,0 до 5,3.

Відомо, що ізоелектрична точка лейкозину пшениці становить 7,2–8,0, глобуліну – 5,0–6,3, гліадину – 3,3–3,9, глютеліну – 4,2–5,0 [174]. Тому між ізоелектричною точкою білка та вмістом клейковиноутворювальних білків у зерні пшениць встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок ($r = -0,98 \pm 0,00$), що описується рівнянням регресії $y = -0,0492x + 8,5611$, де y – ізоелектрична точка білка; x – вміст клейковиноутворювальних білків, % (рис. 3.4).

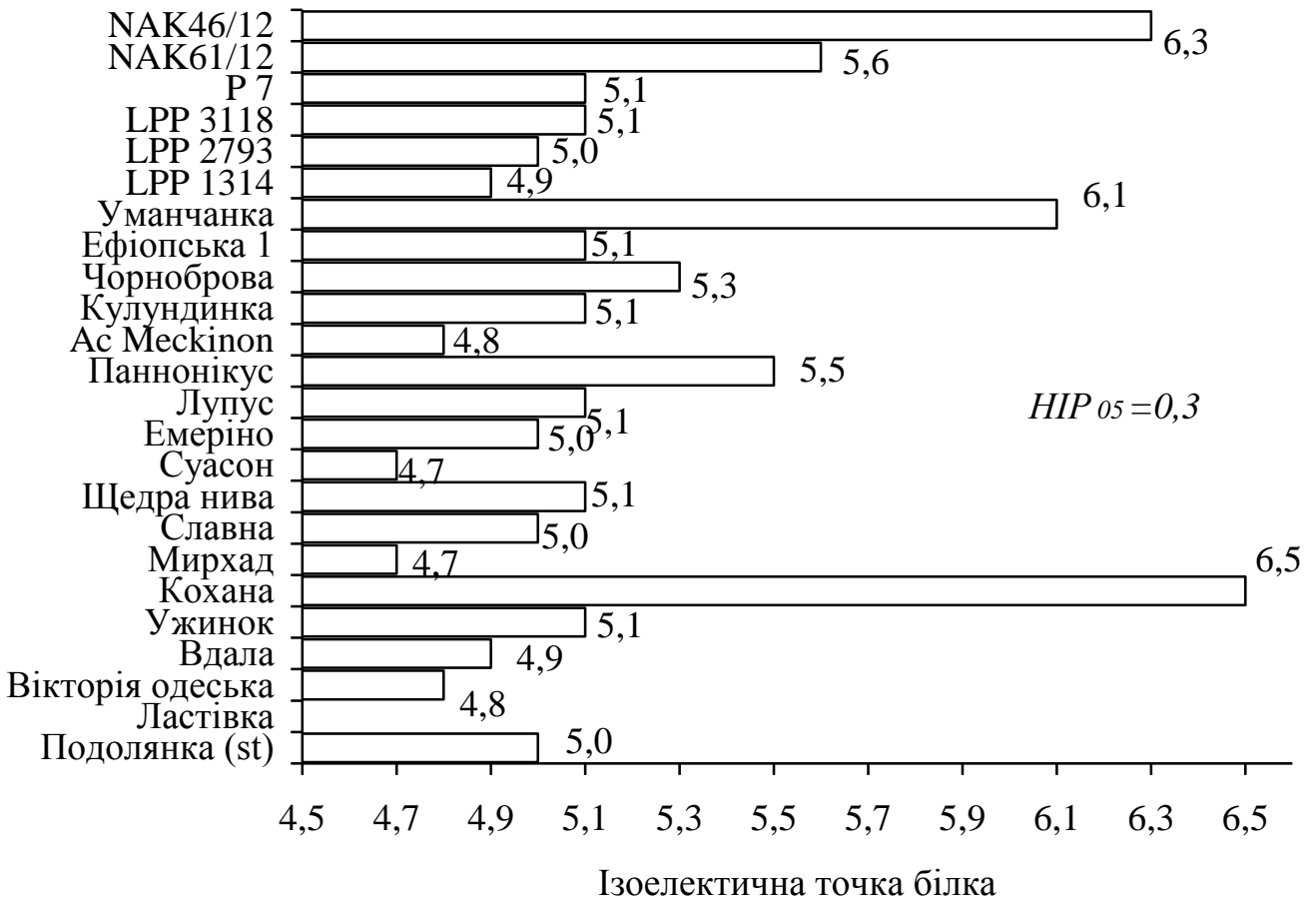


Рис. 3.3 Ізоелектрична точка білка сортів і ліній різних видів пшениць, 2013–2015 рр.

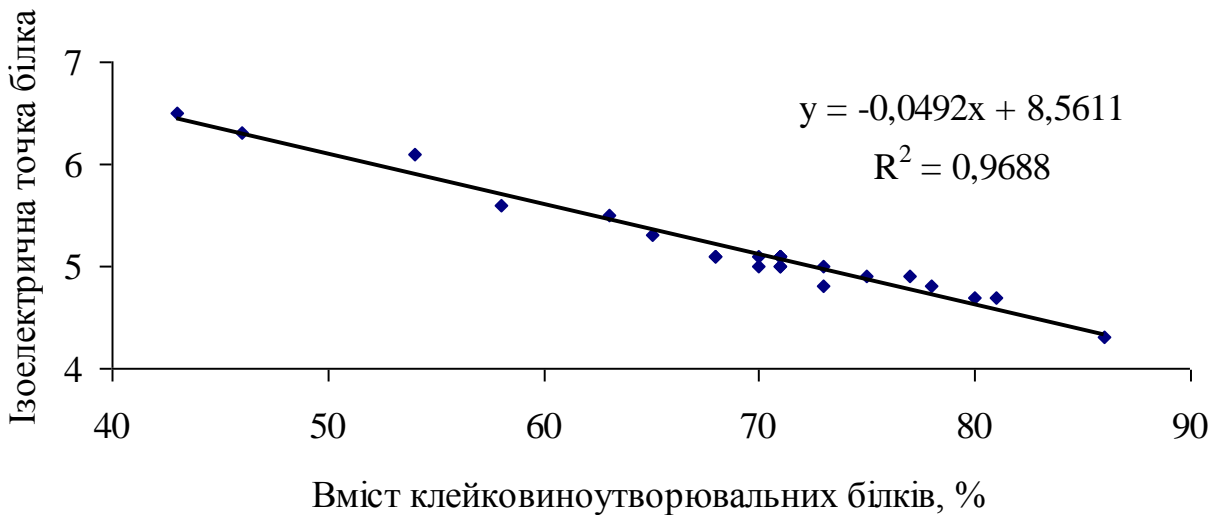


Рис. 3.4 Кореляційна залежність між ізоелектричною точкою білка та вмістом клейковинуотворювальних білків, 2013–2015 рр.

Азотовмісні сполуки становлять значну частину сухої речовини харчових продуктів. До них відносяться білки і небілкові азотовмісні сполуки: амінокислоти, пептиди, амідні кислот, нуклеїнові кислоти, аміачні сполуки, нітрати, нітрити, пуринові азотисті основи, алкалоїди, частка яких у зерні знаходилась у межах від 2 до 30 % [553].

Вміст протеїну в зерні сортів пшениці м'якої, створених в умовах Степу, змінювався від 11,1 до 14,7 %, у зерні сортів, створених в умовах Лісостепу – від 11,6 до 11,8, закордонної селекції – від 12,3 до 16,4 % (додаток Б.6). Вміст протеїну в зерні білозерних сортів пшениці також сильно варіював від 11,9 до 19,0 %, пшениці щільноколосої становив 16,8, пшениці ефіопської – 22,3 %. Високий його вміст також був у зерні ліній пшениці – від 15,1 до 22,0 % або більше на 1,4–8,3 % порівняно зі стандартом (13,7 %).

Вміст протеїну в зерні за роки проведення досліджень був на рівні вмісту білка.

Результати досліджень свідчать, що вміст вільних амінокислот істотно залежав від сорту та лінії (табл. 3.6). Так, вміст вільних амінокислот у зерні сортів пшениці м'якої був найменшим – 0,21–0,46 %, а в зерні лінії пшениці щільноколосої в 2,6 раза, лінії пшеницефіопської – в 3,3, ліній пшениці, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., в 1,5–5,8 та інтрогресивних ліній – в 2,4–3,4 раза більший порівняно зі стандартом (0,31 %).

Зерно сортів і ліній пшениці з більш високим вмістом небілкових азотовмісних сполук перспективне як фуражне, оскільки його перетравність в організмі тварин вища порівняно з білком [553].

Найбільший вміст небілкових азотовмісних сполук був у зерні сорту пшениці м'якої Мирхад, ліній Уманчанка, Ефіопська 1, Р 7, LPP 1314, NAK61/12, NAK46/12 – 0,9–2,2 % або на 7–13 % від їх загальної кількості. У решти сортів і ліній пшениці він знаходився в межах від 2 до 5 %.

Отже, зерно сорту пшениці м'якої Паннонікус, пшениць щільноколосої та ефіопської, інтрогресивних і міжвидових ліній пшениці м'якої характеризується найвищим вмістом протеїну.

Таблиця 3.6

Вміст вільних амінокислот у зерні сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Сорт, лінія																							
	Поділька (st)	Ластівка одеська	Вікторія одеська	Вдала	Ужинок	Кохана	Славна	Мирхад	Щедра нива	Суасон	Емеріно	Лупус	Паннонікус	Ас Mackinnon	Кулундинка	Чорноброва	Уманчанка	Ефіопська 1	LPP 1314	P 7	LPP 2793	LPP 3118	NAK61/12	NAK46/12
Вал	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02	0,01	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,05	0,07	0,03	0,09	0,05	0,06	0,05	0,06
Гле	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,02	0,05	0,03	0,03	0,02	0,03
Лей	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,03	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02
Ліз	0,007	0,005	0,008	0,007	0,005	0,007	0,004	0,008	0,006	0,008	0,006	0,007	0,01	0,004	0,005	0,003	0,008	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04
Мет	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,007	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05
Тре	0,008	0,007	0,009	0,007	0,005	0,05	0,004	0,009	0,005	0,006	0,007	0,008	0,007	0,005	0,004	0,004	0,02	0,03	0,03	0,08	0,04	0,06	0,07	0,08
Три	0,006	0,005	0,006	0,005	0,007	0,007	0,004	0,005	0,003	0,004	0,005	0,006	0,005	0,003	0,002	0,004	0,006	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Фен	0,008	0,009	0,009	0,007	0,007	0,008	0,006	0,007	0,004	0,008	0,006	0,007	0,005	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,04	0,02	0,02
Σ _с	0,09	0,10	0,12	0,12	0,07	0,13	0,10	0,14	0,09	0,09	0,07	0,11	0,11	0,07	0,08	0,07	0,15	0,26	0,17	0,40	0,24	0,29	0,28	0,33
Ала	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,06	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,04	0,07	0,04	0,09	0,04	0,08	0,09	0,08
Арг	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,07	0,03	0,16	0,07	0,07	0,05	0,06
Асп	0,04	0,04	0,05	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,11	0,13	0,04	0,16	0,05	0,10	0,07	0,09
Гіс	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,07	0,04	0,06	0,14	0,08	0,07	0,04	0,10
Глі	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	0,06	0,03	0,09	0,06	0,08	0,04	0,08
Глю	0,03	0,03	0,05	0,08	0,04	0,07	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,02	0,03	0,01	0,17	0,20	0,02	0,43	0,07	0,14	0,08	0,11
Про	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,05	0,06	0,01	0,11	0,04	0,07	0,03	0,04
Сер	0,04	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,05	0,05	0,06	0,01	0,02	0,01	0,10	0,12	0,04	0,16	0,07	0,13	0,06	0,13
Тир	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,05	0,02	0,03	0,01	0,04
Σ _з	0,22	0,25	0,32	0,34	0,21	0,26	0,25	0,32	0,18	0,22	0,20	0,24	0,29	0,14	0,21	0,14	0,66	0,77	0,28	1,39	0,50	0,77	0,47	0,73
Σ _в	0,31	0,35	0,44	0,46	0,28	0,39	0,35	0,46	0,27	0,31	0,27	0,35	0,40	0,21	0,29	0,21	0,81	1,03	0,45	1,79	0,74	1,06	0,75	1,06

У середньому за п'ять років дослідження вміст клейковини у зерні сортів пшениці м'якої становив 22,6–40,6 %, ліній пшениці, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. – 34,6–44,9 або більше на 19–54 %, інтрогресивних ліній – 20,6–23,9 %, або менше на 18–29 % порівняно з контролем (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Вміст клейковини у зерні сортів і ліній різних видів пшениць, %

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років	Відношення клейковини до білка
	2011	2012	2013	2014	2015		
Подільянка (st)	33,7	36,0	26,0	22,1	27,6	29,1	2,2
Кохана	32,4	33,2	15,4	14,1	18,0	22,6	1,6
Вікторія одеська	27,7	29,3	21,1	17,2	23,6	23,8	2,2
Ластівка одеська	29,3	31,6	26,1	18,4	23,6	25,8	2,2
Вдала	29,8	32,1	27,8	18,6	24,8	26,6	2,2
Ужинок	29,8	33,1	25,7	19,8	28,0	27,3	2,2
Мирхад	25,1	27,6	24,5	19,2	22,7	23,8	2,2
Щедра нива	28,4	30,5	18,8	15,9	27,2	24,2	2,2
Славна	25,4	28,3	26,5	20,1	22,4	24,5	2,2
Суасон	27,8	29,6	23,9	21,3	28,0	26,1	2,2
Лупус	33,7	36,0	26,6	20,0	31,2	29,5	2,2
Емеріно	36,7	37,2	25,7	24,6	28,8	30,6	2,2
Паннонікус	38,2	39,7	29,4	26,8	37,6	34,3	2,2
Ас Маскіннон	26,7	28,4	25,1	22,5	23,6	25,3	2,2
Чорноброва	31,2	33,4	28,7	26,1	26,4	29,2	2,2
Кулундинка	41,5	43,9	39,7	35,1	42,8	40,6	2,2
Уманчанка	24,5	25,6	22,3	20,7	21,3	22,9	1,6
Ефіопська 1	40,9	41,6	38,4	43,8	45,2	42,0	2,1
Р 7	38,4	39,6	30,1	28,2	36,8	34,6	2,0
LPP 1314	39,2	41,2	38,1	35,7	37,2	38,3	2,2
LPP 2793	43,7	46,5	41,8	40,7	42,4	43,0	2,2
LPP 3118	45,8	47,2	44,6	43,8	43,2	44,9	2,1
NAK46/12	20,7	22,4	23,0	17,2	19,6	20,6	1,3
NAK61/12	25,4	27,3	20,1	22,8	24,0	23,9	1,7
<i>НІР₀₅</i>	1,6	1,7	1,5	1,3	1,5	–	–

Вміст клейковини у зерні пшениці щільноколосої був істотно меншим

упродовж років дослідження ($HIP_{05}=1,3-1,7$), а в пшениці ефіопської – 42,0 % або більше на 44 % порівняно з сортом-стандартом Подолянка (29,1 %). З 16 сортів пшениці м'якої лише зерно двох сортів Паннонікус і Кулундинка перевищувало на 18–40 %, а в трьох: Лупус, Емеріно, Чорноброва було на рівні стандарту за вмістом клейковини. У решти сортів вміст клейковини був істотно менший.

Для пшениці дуже високим вважається вміст клейковини > 36 %, високим – 31–36, середнім – 26–31, низьким – 21–26 і дуже низьким < 21 % [437].

Встановлено, що дуже високий вміст клейковини мало зерно сортів пшениці м'якої Паннонікус і Кулундинка, пшениці ефіопської та лінії, отриманої гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. Високий вміст клейковини формували рослини сорту Лупус, середній – Подолянка, Ужинок, Щедра нива, Суасон, Емеріно, Чорноброва, низький – Вікторія одеська, Ластівка одеська, Вдала, Мирхад, Славна, Ас Maskinon, пшениці щільноколосої, лінії НАК61/12, НАК46/12, дуже низький – сорт Кохана. Вміст клейковини за сприятливих умов 2011 і 2012 рр. був найвищим – від 20,7 до 47,2 %, за менш сприятливих – 2014 р. – від 17,2 до 43,8, у 2013 р. – від 20,1 до 44,6, а в 2015 р. – від 19,6 до 45,2 % залежно від сорту та лінії пшениці.

Із 24 сортів і ліній пшениці в 17 відношення між вмістом клейковини та вмістом білка в зерні становило 2,2, в одного сорту пшениці м'якої та пшениці щільноколосої – 1,6, пшениці ефіопської, лінії LPP 3118 – 2,1, а в інтрогресивних ліній – 1,3–1,7. Тому для зерна сортів пшениці м'якої, міжвидових ліній для визначення вмісту білка за показниками вмісту клейковини необхідно використовувати коефіцієнт 2,2 і навпаки.

Закономірності впливу висоти рослин, стійкості до збудників хвороб і стійкості до вилягання на вміст клейковини були подібними до вмісту білка, оскільки між цими показниками встановлено прямий високий кореляційний зв'язок ($r = 0,87 \pm 0,02$).

Гідратаційна здатність клейковини сортів пшениці м'якої знаходився в межах від 161 до 233 %, а ліній – від 170 до 210 % (рис. 3.5).

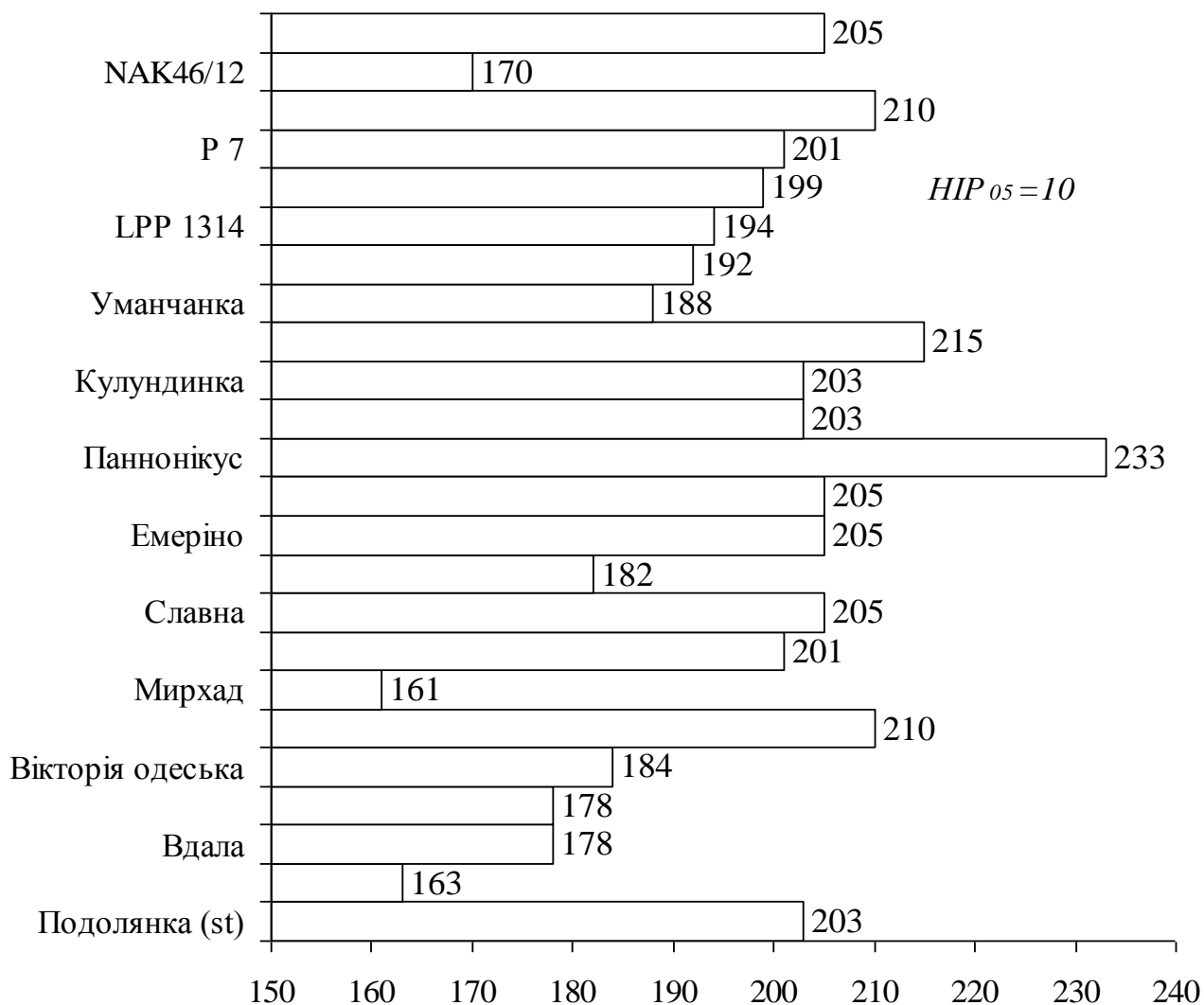


Рис. 3.5 Гідратаційна здатність клейковини сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Істотно вищий цей показник був у клейковини сорту Паннонікус – 233 % або більше на 30 % і Чорноброва – 215 %, або більше на 12 % порівняно з сортом-стандартом Подільянка (203 %). Гідратаційна здатність клейковини сортів пшениці м'якої Ластівка одеська, Вдала, Кохана, Вікторія одеська, Мирхад, Суасон, ліній Уманчанка, Ефіопська 1, NAK46/12 становила 161–192 % або менше на 11–42 % ($HIP_{05}=10$). У решти сортів і ліній вона була на рівні стандарту – 194–210 %. Фракційний склад білка був також в широкому діапазоні залежно від сорту та лінії (додаток Б.8). Так, фракція гліадин + глютенін становила від 43 до 86 %, а лейкозин + глобулін – від 12 до 57 %. Найбільше клейковиноутворювальних білків містило зерно сортів пшениці м'якої Вдала, Вікторія одеська, Ластівка одеська, Мирхад, Суасон і лінії LPP 1314 – 75–86 % або

більше на 4–15 % порівняно з контролем (71 %). Найменше їх було в зерні сортів Чорноброва, Паннонікус, Кохана, пшениці щільноколосої та ліній NAK 46/12, NAK61/12 – 65–43 % або менше на 6–28 % порівняно зі стандартом. У решти сортів і ліній вміст фракції гліадин + глютенін був на рівні сорту Подолянка – 68–73 %.

Вміст суми лейкозину та глобуліну мав обернено пропорційне зниження з клейковиноутворювальними білками. Так, найвищий їхній вміст мало зерно сортів пшениці м'якої Кохана, Паннонікус, Чорноброва, лінії Уманчанка, NAK 46/12, NAK61/12 – 35–57% або більше на 6–28 % порівняно з сортом Подолянка (st).

У середньому за п'ять років проведення досліджень вміст крохмалю в зерні сортів пшениці м'якої – від 57,4 до 68,7 % (додаток Б.7). Найвищим він був у сортів Мирхад і Щедра нива – 67,3–68,7 % або більше на 2,6–4,0 % порівняно з контролем (64,7 %). У зерні ліній пшениці цей показник знаходився від 55,1 до 63,4 %. Найвищий вміст був у зерні пшениці щільноколосої та лінії NAK61/12 – 63,0–63,4 % або більше на 1,3–1,7 %. Найменшим – у зерні ліній Ефіопська 1, LPP 2793, LPP 3118 – 55,1–56,8 % або менше на 7,9–9,6 % порівняно зі стандартом.

У середньому та за роки проведення досліджень вміст крохмалю був обернено пропорційний з вмістом білка, оскільки між цими показниками встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок ($r = -0,98 \pm 0,01$).

Крім забезпечення потреби у білках і вуглеводах, зерно пшениці має високу цінність як природне джерело антиоксидантів [564, 614, 631, 645, 649], споживання яких сприяє профілактиці багатьох небезпечних хронічних хвороб людини [582, 587, 594, 595, 600, 602, 718]. Нерівномірний розподіл антиоксидантів у різних морфологічних частинах зернівки пояснює нижчу цінність продуктів харчування, отриманих з борошна [565, 571, 572], і широке використання в рецептурах висівок як біологічно цінних добавок, а також значне збільшення попиту на цільнозернові продукти харчування [563, 566, 569, 570, 617, 619, 622, 634, 681, 714, 733]. Цим пояснюється зацікавленість селекціонерів щодо створення нових сортів з високим вмістом різних пігментів, у першу чергу антоціанів і це є

приоритетним завданням сучасної науки [573, 648, 678, 699, 72].

Найвищу антиоксидантну активність серед досліджуваних зразків пшениці м'якої мало зерно сортів Подолянка, Кохана, Емеріно та Кулундинка – 27,1–31,5 %, а в решти сортів – 22,9–26,8 % (табл. 3.8). Цей показник у зерні пшениці щільноколосої становив 36,5 % або більше на 9,2 %.

Таблиця 3.8

Антиоксидантні властивості зерна сортів і ліній різних видів пшениць, 2013–2015 рр.

Сорт, лінія	Антиоксидантна активність		Еквівалент хлорогенової кислоти	
	%	± до st	мкг/г зерна	± до st
Подолянка (st)	27,3	0	384	0
Ластівка одеська	22,9	-4,4	322	-62
Ужинок	23,7	-3,6	333	-51
Вдала	25,7	-1,6	361	-23
Вікторія одеська	26,2	-1,1	368	-16
Кохана	27,1	-0,2	381	-3
Мирхад	23,4	-3,9	329	-55
Славна	25,1	-2,2	353	-31
Щедра нива	26,3	-1	370	-14
Лупус	23,6	-3,7	332	-52
Суасон	25,6	-1,7	360	-24
Паннонікус	25,8	-1,5	362	-22
Емеріно	26,7	-0,6	375	-9
Ас Маскіннон	26,8	-0,5	377	-7
Кулундинка	31,5	4,2	443	59
Чорноброва	70,2	42,9	986	602
Уманчанка	36,5	9,2	513	129
Ефіопська 1	71,3	44	1002	618
LPP 3118	28,0	0,7	393	9
P 7	28,1	0,8	395	11
LPP 2793	28,2	0,9	396	12
LPP 1314	31,1	3,8	437	53
NAK61/12	31,8	4,5	447	63
NAK46/12	32,4	5,1	455	71
<i>HIP₀₅</i>	1,3	–	21	–

Зерно ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L.,

мало вищу на 0,7–3,8, а інтрогресивних ліній – на 4,5–5,1 % антиоксиданту активність. Проте з усіх досліджуваних сортів і ліній пшениці найвищою вона була в зерні з фіолетовим забарвленням сорту Чорноброва та пшениці ефіопської – 70,2–71,3 % або більше на 42,9–44,0 % порівняно зі стандартом.

За хімічною будовою антиоксиданти є фенольними сполуками, які в зерні представлено феруловою кислотою у вільному та зв'язаному з білками та вуглеводами стані [570, 639, 424].

Прямо пропорційно антиоксидантним властивостям є показник еквіваленту хлорогенової кислоти – для сортів пшениці м'якої від 322 до 443 мкг/г, міжвидових та інтрогресивних ліній – від 393 до 455 мкг/г. Найбільший еквівалент хлорогенової кислоти мало зерно сорту Чорноброва та лінії Ефіопська 1 – 986–1002 мкг/г.

Отже, врожайність зерна пшениці залежить не лише від погодних умов вегетаційного періоду, але й від висоти рослин, стійкості до вилягання та ураження збудниками грибкових хвороб. Вміст білка найбільше залежить від погодних умов періоду досягання зерна та індексу розвитку хвороб. Оптимальна температура повітря та достатня кількість опадів у період інтенсивного росту сприяє підвищенню висоти рослин на 8–63 % порівняно з несприятливими умовами. Найбільшу врожайність (10,0–11,0 т/га) та стабільність мали сорти Ужинок, Паннонікус, Емеріно, Ас Maskinnon і лінії пшениці щільноколосої Уманчанка та LPP 1314.

Вміст білка не залежить від еколого-географічного походження сорту пшениці, проте гібридизація *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. та *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.) забезпечує підвищення вмісту білка на 23–58 % порівняно зі стандартом (сорт Подолянка) – 13,3 %. Рослини сортів Кохана, Кулундинка, Паннонікус, ліній Уманчанка, Ефіопська 1, LPP 1314, LPP 2793, LPP 3118 і NAK46/12 формують найвищий та найстабільніший вміст білка в зерні – від 14,3 до 21,0 %. Проте найбільшу врожайність (10,21 т/га) та найвищий вміст білка (15,9 %) з високою стабільністю мають сорт пшениці м'якої: Паннонікус, лінія LPP 1314 і пшениця щільноколоса.

Вміст амінокислот у зерні пшениць істотно залежить від сорту та лінії. Походження сортів пшениці м'якої не впливає на амінокислотний склад. Для органічного виробництва необхідно використовувати сорт Кулундинка, лінії Ефіопська 1, Р 7, LPP 2793 і LPP 3118, оскільки вони мають бездефіцитний скор есенційних амінокислот у зерні.

3.2 Продуктивність різних видів пшениць (м'яка, спельта)

3.2.1 Урожайність та якість зерна спельтоподібних і неспельтоподібних ліній різних видів пшениць (м'яка, спельта). Встановлено, що серед спельтоподібних гібридів F_{4-5} Копилівчанка / спельта найвищу врожайність зерна (4,12 т/га), вміст білка 18,7 % мав номер 2005/10 (табл. 3.9). Подальше збільшення врожайності зерна до 4,64 т/га у зерна номера 2020/10 супроводжувалось зниженням вмісту білка до 12,7 %. Проте зниження врожайності в решти номерів зумовило зростання вмісту білка до 17,8–19,7 %.

Таблиця 3.9

Урожайність та якість зерна спельтоподібних гібридів F_{4-5} Копилівчанка / спельта, 2009–2010 рр.

Селекційний номер	Показник				
	Урожайність, т/га	Вміст білка, %	Вихід білка, кг/га	Вміст клейковини, %	Індекс деформації клейковини, од. ВДК
Копилівчанка	3,98	13,1	521	29,2	85
Спельта	3,15	24,9	784	55,2	105
2023/10	3,33	19,3	643	42,8	100
2009/10	3,39	19,2	651	42,6	105
2008/10	3,43	18,4	631	40,9	105
2011/10	3,44	17,8	612	39,5	103
2006/10	3,55	17,4	618	38,8	95

Продовж. табл. 3.9

2017/10	3,61	19,4	700	43,2	105
2024/10	3,83	19,7	755	43,8	105
2004/10	4,06	15,9	646	35,4	101
2005/10	4,12	18,7	770	41,5	105
2020/10	4,64	12,7	589	28,4	90

Подібну тенденцію спостерігали з вмістом клейковини в зерні. Так, цей показник зразка зерна 2020/10 був істотно меншим за значення сорту пшениці м'якої. У зерна решти номерів вміст клейковини знаходився в межах 35,4–43,8 %, що істотно перевищувало значення сорту Копилівчанка. У номерів 2011/10, 2006/10, 2004/10 і 2020/10 індекс деформації клейковини становив 90–103 од. ВДК, що відповідало другій групі якості, а в решти гібридів – 105 од. ВДК, що відповідало третій групі якості.

Урожайність неспельтоподібних гібридів F_{4-5} , одержаних від схрещування Копилівчанки і спельти була більшою порівняно з цим показником у спельтоподібних номерів (табл. 3.10). Так, істотно більшу урожайність зерна порівняно з сортом Копилівчанка мали чотири номери: 2040/10, 2041/10, 2072/10, 2061/10 – 4,32–5,10 т/га з вмістом білка в зерні 14,9–17,4 %.

Решта номерів мали урожайність меншу, ніж у пшениці м'якої, проте порівняно зі спельтою цей показник був істотно більшим у всіх номерів.

Вміст клейковини у зерні селекційних номерів займав проміжне положення порівняно з батьківськими компонентами. Проте також спостерігалась тенденція до зниження вмісту клейковини зі збільшенням урожайності зерна.

Індекс деформації клейковини неспельтоподібних гібридів був меншим порівняно з спельтоподібними і знаходився в межах 88–103 од. ВДК, що відповідало другій групі якості.

Урожайність та якість зерна неспельтоподібних гібридів F_{4-5}

Копилівчанка / спельта, 2009–2010 рр.

Селекційний номер	Показник				
	Урожайність, т/га	Вміст білка, %	Вихід білка, кг/га	Вміст клейковини, %	Індекс деформації клейковини, од. ВДК
Копилівчанка	3,98	13,1	521	29,2	85
Спельта	3,15	24,9	784	55,2	105
2055/10	3,82	22,0	840	48,8	100
2079/10	3,89	18,0	700	40,0	100
2063/10	4,01	18,0	722	40,0	103
2053/10	4,05	18,0	729	40,0	100
2085/10	4,12	18,4	758	41,0	98
2076/10	4,28	18,9	809	42,0	93
2040/10	4,32	16,5	713	36,8	98
2041/10	4,82	17,4	839	38,8	95
2072/10	4,90	17,3	848	38,5	100
2061/10	5,10	14,9	760	33,2	88

Із групи спельтоподібних гібридів, одержаних від схрещування сорту Харус і спельти високими показниками відзначено номери 2147/10, 2163/10, 2149/10, 2151/10 і 2148/10, які за врожайності зерна 5,49–5,76 т/га мали вміст білка в межах 14,5–15,6 % (табл. 3.11).

Подібну тенденцію спостерігали з вмістом клейковини у зерні, яка в зерні всіх номерів становила 32,2–34,7 % та індекс деформації клейковини – від 82 до 102 од. ВДК, що відповідало другій групі якості.

Вихід білка, вищий від спельти, відмічено в номерів 2147/10, 2049/10, 2051/10, 2048/10, який відповідав значенням 856, 869, 841 і 829 кг/га. У решти

зразків цей показник знаходився в межах від 645 до 759 кг/га.

Таблиця 3.11

**Урожайність та якість зерна спельтоподібних гібридів F_{3-5} Харус /
спельта, 2008–2010 рр.**

Селекційний номер	Показник				
	Урожайність, т/га	Вміст білка, %	Вихід білка, кг/га	Вміст клейковини, %	Індекс деформації клейковини, од. ВДК
Харус	4,54	13,0	590	29,0	80
Спельта	3,23	24,9	804	55,0	105
2158/10	3,73	17,3	645	38,4	82
2155/10	3,91	17,6	688	39,1	99
2154/10	4,34	17,0	738	37,9	99
2156/10	4,81	15,1	726	33,7	92
2147/10	5,49	15,6	856	34,7	93
2163/10	5,06	15,0	759	33,5	102
2157/10	5,59	12,2	682	27,3	80
2149/10	5,64	15,4	869	34,4	93
2151/10	5,76	14,6	841	32,6	85
2148/10	5,76	14,5	829	32,2	82

Упродовж років проведення досліджень показники продуктивності різних ліній були подібні (додатки Б.9–Б.17).

Отже, для покращення якості зерна та створення нових сортів пшениці доцільно використовувати в якості донора пшеницю спельту. Генетична рекомбінація генів у міжвидових гібридів *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. дозволяє створити спельтоподібні форми пшениці спельти з високим вмістом білка (21 %). Міжвидові схрещування *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. дають можливість підвищувати у пшениці м'якої вміст

білка з 13 до 22 %, а вміст клейковини з 29 до 49 % і поєднувати їх з високою врожайністю зерна.

3.2.2 Хіміко-технологічне оцінювання зерна різних сортів і ліній пшениці спельти. Потенціальна продуктивність пшениці спельти досить висока. Так, урожайність зерна змінюється від 3,09 до 9,83 т/га залежно від сорту та лінії [359, 647, 672, 674]. Проте стійкість до ураження грибковими хворобами від 4 до 9 бала залежно від сорту та лінії пшениці спельти [644, 648].

Коефіцієнт варіювання висоти пшениці спельти знаходилась в межах від 12 до 19 %, а стійкість до вилягання – від 5 до 66 % залежно від погодних умов. Проте між висотою та стійкістю до вилягання і висотою та врожайністю зерна не завжди є кореляційний зв'язок [119]. Так, у дослідженнях А. К. Нінієвої [358, 359] у місцевого сорту пшениці спельти за сприятливих погодних умов висота становила 136 см, а стійкість до вилягання 4 бала. За несприятливих умов її висота знижувалась до 108 см, а стійкість до вилягання – до 3 бала.

Проведені дослідження показали, що висота, стійкість рослин пшениці спельти до вилягання та ураження хворобами істотно змінювались залежно від погодних умов. Так, у 2013 і 2016 рр. погодні умови характеризувались меншою кількістю опадів. За період квітень–липень випало відповідно 209 і 236 мм опадів або на 15–25 % менше середньобагаторічного показника (277 мм). Достатньою була кількість опадів у 2014 і 2015 рр. За період квітень–липень випало відповідно 292 і 271 мм опадів, проте розподіл їх був різним. У 2013 р. у фазу виходу рослин у трубку випало лише 13,3 мм, у 2015 – 45,8, у 2014 – 140,8, а в 2016 р. – 179,5 мм опадів. Температура повітря також впливала на ріст та розвиток рослин сортів і ліній пшениці спельти. Так, у період інтенсивного росту стебла (вихід рослин у трубку – колосіння) в 2013 р. вона була несприятливою порівняно з оптимальною (9–16 °С) і становила 18–21 °С. Температура повітря в цей період впродовж решти років досліджень була оптимальною. Тому найнижчими були рослини у 2013 р., найвищими – в 2016 р., дещо меншою була її висота в 2014 і 2016 рр.

У середньому за чотири роки досліджень висота рослин пшениці спельти змінювалась від 91 до 166 см залежно від сорту та лінії (додаток Б.18). Висота

рослин сортів при цьому була від 136 до 143 см за $V = 7-14\%$. Висота рослин ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., була від 101 до 134 см або була на 5–28 % нижче стандарту ($V = 9-15\%$). Цей показник у рослин інтрогресивних ліній пшениці спельти становив 102–126 см.

Висота рослин сортів і ліній пшениці спельти залежала від року дослідження. Так, за несприятливих погодних умов 2013 р. вона змінювалась від 91 до 128 см, сприятливих 2016 р. – від 118 до 166 см, 2015 р. – від 94 до 141, 2014 р. – від 100 до 151 см залежно від сорту та лінії.

У 2014 р. рослини вилягали у фазу колосіння, у 2015 р. – на початку молочної стиглості зерна пшениці спельти, а в 2016 р. – наприкінці досягання (додаток Б.19). Стійкість рослин до вилягання була від 3 до 9 бала залежно від сорту та лінії. Слід відзначити, що після першого вилягання (3–5 бала) рослини пшениці спельти здатні відновлювати вертикальне положення стебла (7–9 бала).

Встановлено, що висота рослин по різному впливала на їх стійкість до вилягання. Рослини ліній LPP 1304, P 3, LPP 1221 не вилягали (9 бала). Дуже високий обернений кореляційний зв'язок між висотою та стійкістю рослин до вилягання обраховано для рослин ліній LPP 3122/2 ($r = -0,95 \pm 0,02$), LPP 3117 ($r = -0,96 \pm 0,00$), LPP 1197 ($r = -0,97 \pm 0,01$), LPP 1224 ($r = -0,98 \pm 0,00$), LPP 3132 ($r = -0,93 \pm 0,00$), LPP 3373 ($r = -0,95 \pm 0,00$), TV 1100 ($r = -0,91 \pm 0,00$). Високий кореляційний зв'язок був у рослин сорту Зоря України ($r = -0,73 \pm 0,01$), істотний – сортів NSS 6/01 ($r = -0,67 \pm 0,01$), Шведська 1 ($r = -0,61 \pm 0,00$), лінії NAK 22/12 ($r = -0,51 \pm 0,01$), а в решти сортів і ліній – помірний.

З'ясовано, що рослини сортів і ліній пшениці спельти мали різну стійкість до ураження збудниками хвороб. Погодні умови 2013 р. були сприятливими для розвитку збудника бурої листкової іржі, 2014 і 2016 рр. – септоріозу (додаток Б.20).

Дуже високу стійкість мали рослини трьох сортів (Зоря України, Schwabenkorn, NSS 6/01) і двох ліній (TV 1100, LPP 1221), оскільки не уражувались збудниками бурої іржі. Індекс розвитку хвороби рослин сорту Шведська 1 становив лише 9,2 %. Найбільше уражувались рослини трьох ліній (LPP 3122/2, LPP 1304, LPP 3117) – від 25,1 до 31,2 %. У решти ліній індекс

розвитку хвороби становив 2,1–10,5 %, при цьому уражувались лише листки нижнього ярусу (7–9 бала).

Індекс розвитку септоріозу на рослинах пшениці знаходився в межах від 2,6 до 69,8 % залежно від сорту та лінії. Упродовж 2014 і 2016 рр. у рослин сорту Шведська 1 і ліній LPP 1197, LPP 3117, LPP 1224, LPP 3122/2, LPP 3132, LPP 3373, TV 1100 збудник септоріозу уражував листки середнього ярусу (5 бала). У решти сортів і ліній пшениці спельти уражувалися листки нижнього ярусу (7–9 бала).

Слід відзначити, що збудниками грибкових хвороб рослини пшениці спельти у фазах кушіння та виходу рослин у трубку не уражувались. У фазу колосіння в 2014 і 2016 рр. ознаки розвитку септоріозу були лише в рослин шести ліній з інтенсивністю 8–18 %.

Встановлено, що врожайність пшениці спельти істотно залежала від сорту та лінії – від 2,89 до 8,78 т/га (рис. 3.6, додаток Б.21). Урожайність сортів пшениці спельти становила 3,48–3,71 т/га або на 57–68 % менше порівняно з сортом-стандартом Зоря України (5,47 т/га). Урожайність ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., була на 0,51–3,31 т/га більшою порівняно з контролем. Найбільшу врожайність отримано за вирощування ліній Р 3 і LPP 1221, а найменшу – лінії LPP 3122/2. Лінії, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.), формували 4,58–4,99 т/га врожаю зерна або на 10–19 % менше контролю. Найменшу врожайність – рослини лінії TV 1100, отриману гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum kiharae* – 2,89 т/га або на 2,58 т/га менше стандарту.

Індекс стабільності характеризує мінливість показника залежно від чинників навколишнього природного середовища. Чим більший цей показник, тим вища мінливість, проте найвища стабільність за індексу рівного одиниці. З'ясовано, що з чотирьох сортів і 12 ліній найвищу стабільність мали рослини сорту Зоря України та восьми ліній – 1,07–1,14. Найменшу стабільність мали рослини інтрогресивної лінії TV 1100 – 1,36 або на 21 %, а в лінії НАК 22/12 – 1,19 або на 6 % нижчу порівняно зі стандартом. Індекс стабільності трьох сортів пшениці

спельти був від 1,22 до 1,29 або нижче на 9–15 % порівняно з сортом Зоря України (st). Лінії пшениці спельти, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., LPP 1304, LPP 1221, LPP 3117 мали індекс стабільності 1,14–1,19 або на 2–6 % нижче контролю.

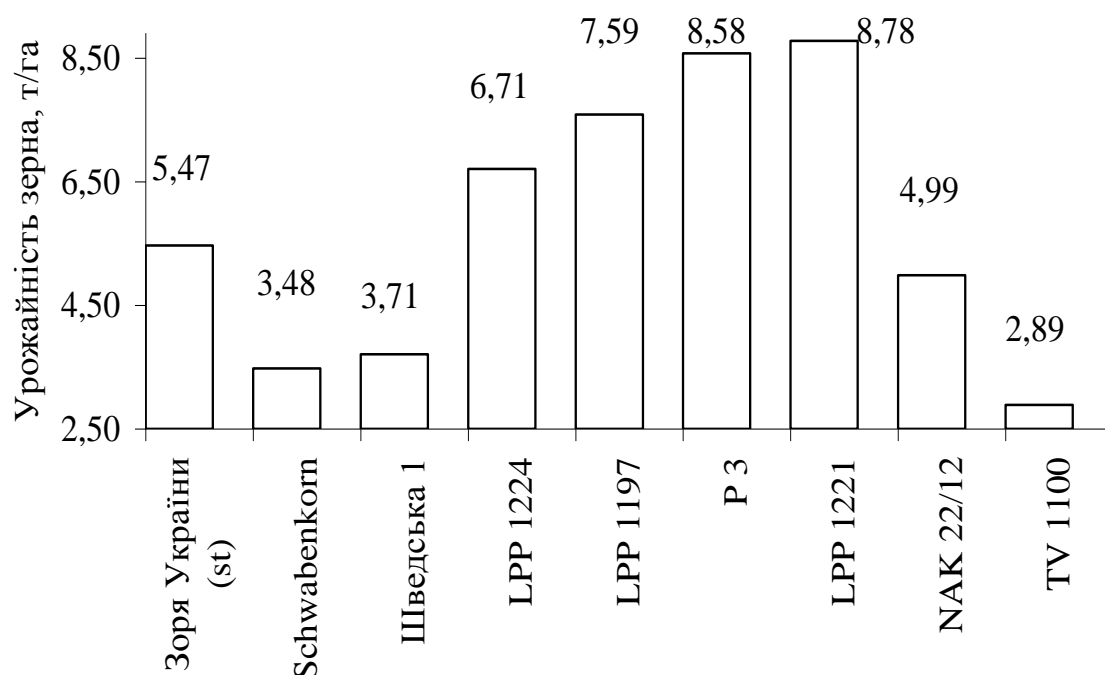


Рис. 3.6 Урожайність зерна деяких сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), т/га

Урожайність зерна сортів і ліній пшениці спельти залежала від року досліджень. Так, у ліній LPP 1304, P 3, LPP 1221, NAK34/12–2 завдяки високій стійкості до вилягання вона істотно ($HP_{05} = 0,21–0,27$) зростала з 4,91–8,21 до 5,26–9,64 т/га за сприятливіших погодних умов 2016 р., 5,08–8,57 – 2014 і 4,71–8,79 т/га за менш сприятливих умов 2015 р. порівняно з сортом Зоря України (st). Врожайність зерна лінії LPP 3373 у 2016 р. була меншою, оскільки стійкість до вилягання знизилась з 5 до 3 бала. Урожайність інтрогресивної лінії TV 1100 збільшувалась з 2,51 до 3,42 т/га, оскільки у 2016 р. рослини вилягали у стані закінчення фази воскової стиглості зерна.

Урожайність зерна решти сортів і ліній пшениці залежала від стійкості

рослин до вилягання. Прямий, дуже сильний кореляційний зв'язок між цими показниками встановлено для ліній LPP 3117 ($r = 0,90 \pm 0,01$), NAK34/12-2 ($r = 0,98 \pm 0,01$), високий – сортів Зоря України ($r = 0,78 \pm 0,01$), Schwabenkorn ($r = 0,87 \pm 0,01$), NSS 6/01 ($r = 0,86 \pm 0,04$), Шведська 1 ($r = 0,81 \pm 0,02$), ліній LPP 3132 ($r = 0,71 \pm 0,01$) і NAK 24/12 ($r = 0,77 \pm 0,01$), істотний – для ліній LPP 3122/2 ($r = 0,69 \pm 0,01$), LPP 1197 ($r = 0,65 \pm 0,01$), LPP 1224 ($r = 0,57 \pm 0,01$). Крім цього на врожайність деяких ліній впливало ураження рослин збудниками хвороб. Так, для ліній LPP 3122/2 ($r = -0,96 \pm 0,00$), LPP 1197 ($r = -0,97 \pm 0,01$) встановлено дуже сильний обернений кореляційний зв'язок, а для LPP 1224 ($r = -0,83 \pm 0,01$) і LPP 3132 ($r = -0,84 \pm 0,01$) визначено обернений сильний зв'язок.

У середньому за чотири роки досліджень найвищу масу 1000 зерен мала лінія пшениці LPP 1197 – 53,1 г (табл. 3.12). У решти ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., вона була меншою на 3–15 % порівняно зі стандартом. Найвищу стабільність маси 1000 зерен мали лінії Р 3, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, LPP 1197 – 1,05–1,11.

Маса 1000 зерен сортів пшениці спельти становила від 39,1 до 50,7 г або була меншою на 1–23 % порівняно з контролем (51,0 г). Найвищою стабільністю маси 1000 зерен характеризувалось зерно сорту Schwabenkorn – 1,14.

Інтрогресивні лінії формували зерно з меншою масою 1000 зерен, проте індекс стабільності становив від 1,07 до 1,10.

Маса 1000 зерен пшениці спельти залежала від погодних умов року проведення досліджень. Так, посушливі умови 2013 і 2015 рр. під час молочно-воскової стиглості сприяли меншій виповненості зерна, маса якого була від 32,5 до 53,1 г ($HIP_{05} = 2,1-2,2$), а в 2014 р. за достатньої вологозабезпеченості, зерно було більш виповнене і маса його істотно збільшувалася до 39,0–56,9 г ($HIP_{05} = 2,5$). Крім цього на цей показник впливала висота рослин і їх стійкість до вилягання. Між масою 1000 зерен і висотою встановлено прямий дуже високий кореляційний зв'язок для ліній LPP 1221 ($r = 0,99 \pm 0,00$), NAK34/12-2 ($r = 0,93 \pm 0,00$), TV 1100 ($r = 0,90 \pm 0,01$), високий – для сортів NSS 6/01 ($r = 0,84 \pm 0,01$), Шведська 1

($r = 0,88 \pm 0,01$), лінії LPP 1304 ($r = 0,89 \pm 0,01$), істотний – для сортів Зоря України, Schwabenkorn ($r = 0,62 \pm 0,01$), лінії LPP 3117 ($r = 0,59 \pm 0,00$), обернений істотний – для ліній LPP 1224 ($r = -0,70 \pm 0,01$), NAK 22/12 ($r = -0,57 \pm 0,01$), а в решти ліній – прямий слабкий зв'язок.

Таблиця 3.12

Маса 1000 зерен різних сортів і ліній пшениці спельти, г

Сорт, лінія	Рік дослідження				Середнє за чотири роки	Індекс стабільності
	2013	2014	2015	2016		
Зоря України (st)	46,2	56,2	49,1	52,3	51,0	1,22
Шведська 1	32,5	39,0	39,2	45,7	39,1	1,41
Schwabenkorn	46,2	52,0	45,6	48,7	48,1	1,14
NSS 6/01	46,5	56,9	46,8	52,7	50,7	1,22
P 3	41,5	44,7	43,2	44,8	43,6	1,08
LPP 1304	41,6	44,8	43,1	45,2	43,7	1,09
LPP 1224	44,3	47,9	44,1	39,7	44,0	1,21
LPP 3122/2	42,3	45,2	44,6	43,7	44,0	1,07
LPP 3373	43,5	45,8	45,2	43,7	44,6	1,05
LPP 1221	42,4	46,7	45,2	47,2	45,4	1,11
LPP 3117	41,9	45,2	49,2	46,5	45,7	1,17
LPP 3132	49,9	52,8	45,3	50,9	49,7	1,17
LPP 1197	52,5	56,1	53,1	50,8	53,1	1,10
NAK34/12–2	42,1	43,9	43,5	45,5	43,8	1,08
TV 1100	43,3	44,2	44,4	47,5	44,9	1,10
NAK 22/12	47,3	47,4	45,1	44,3	46,0	1,07
<i>HIP₀₅</i>	2,1	2,5	2,2	2,3	–	–

За даними табл. 3.13 натура зерна пшениці спельти, у середньому за чотири роки досліджень, змінювалась від 698 до 770 г/л залежно від сорту та лінії. Серед сортів пшениці спельти, істотно за цим показником відрізнялось зерно сорту Шведська 1 – 767 г/л, у зерна решти сортів натура була від 704 до 716 г/л.

Натура зерна усіх ліній, крім LPP 3373 перевищувала стандарт, у них натура змінювалась від 722 до 770 г/л або була більшою на 2–8 %. Найбільшу натуру мало зерно лінії LPP 3132 (770 г/л), а найменшу – LPP 3373 (707 г/л). Натура зерна інтрогресивних ліній змінювалась від 698 до 729 г/л. Індекс стабільності формування натури зерна був дуже високим – від 1,03 до 1,08.

Таблиця 3.13

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

Сорт, лінія	Рік дослідження				Середнє за чотири роки	Індекс стабільності
	2013	2014	2015	2016		
Зоря України (st)	675	725	727	721	712	1,08
NSS 6/01	683	730	690	712	704	1,07
Schwabenkorn	708	728	713	715	716	1,03
Шведська 1	738	766	772	793	767	1,07
LPP 3373	686	711	709	721	707	1,05
LPP 1304	704	728	713	743	722	1,06
LPP 1197	718	741	732	748	735	1,04
LPP 3122/2	724	741	745	746	739	1,03
LPP 1224	753	764	755	739	753	1,03
LPP 1221	763	749	777	758	762	1,04
P 3	741	785	767	771	766	1,06
LPP 3117	758	773	761	781	768	1,03
LPP 3132	751	760	778	790	770	1,05
TV 1100	684	703	705	698	698	1,03
NAK34/12-2	697	730	743	740	728	1,07
NAK 22/12	736	736	718	727	729	1,03
<i>HIP₀₅</i>	33	35	34	36	–	–

Натура зерна сортів і ліній пшениці спельти по-різному залежала від висоти рослин, стійкості до вилягання та маси 1000 зерен. З'ясовано, що прямий дуже високий кореляційний зв'язок між натурою зерна та висотою рослин мав сорт Шведська 1 ($r = 0,90 \pm 0,01$), лінії LPP 3117 ($r = 0,92 \pm 0,00$), LPP 1304 ($r = 0,98 \pm 0,01$), істотний – сорти Зоря України ($r = 0,65 \pm 0,01$), Schwabenkorn ($r = 0,61 \pm 0,01$), лінії P 3 ($r = 0,54 \pm 0,01$), обернений високий – лінії LPP 1224 ($r = -0,75 \pm 0,00$), слабкий – ліній LPP 1221 ($r = -0,30 \pm 0,01$), NAK 22/12 ($r = -0,21 \pm 0,01$), а в решти сортів і ліній встановлено прямий високий кореляційний зв'язок ($r = 0,71 \pm 0,01 - 0,88 \pm 0,01$).

Дуже високий прямий кореляційний зв'язок встановлено між масою 1000 зерен і натурою зерна сортів Schwabenkorn ($r = 0,93 \pm 0,01$), NSS 6/01 ($r = 0,99 \pm 0,01$), Шведська 1 ($r = 0,98 \pm 0,00$), ліній LPP 1304 ($r = 0,95 \pm 0,01$), LPP 1224 ($r = 0,99 \pm 0,01$), P 3 ($r = 0,92 \pm 0,01$), високий – для сорту Зоря України

($r = 0,71 \pm 0,00$), ліній LPP 3122/2 ($r = 0,99 \pm 0,01$), NAK34/12–2 ($r = 0,78 \pm 0,01$), NAK 22/12 ($r = 0,81 \pm 0,01$), а в решти ліній – слабкий.

Обернений дуже високий кореляційний зв'язок між натурою зерна та індексом розвитку хвороб встановлено для сорту Зоря України ($r = -0,99 \pm 0,01$), ліній LPP 3132 ($r = -0,91 \pm 0,00$), TV 1100 ($r = -0,95 \pm 0,00$), високий – для сорту Шведська 1 ($r = -0,74 \pm 0,00$), ліній LPP 3122/2 ($r = -0,88 \pm 0,01$), LPP 3117 ($r = -0,89 \pm 0,01$), NAK34/12–2 ($r = -0,72 \pm 0,01$), істотний – для ліній LPP 1197 ($r = -0,68 \pm 0,00$), LPP 3373 ($r = -0,64 \pm 0,02$), слабкий – сортів Schwabenkorn ($r = -0,24 \pm 0,01$) і NSS 6/01 ($r = -0,25 \pm 0,01$).

Визначено, що вміст білка в зерні пшениці спельти знаходився в широкому діапазоні – від 11,2 до 22,5 % залежно від сорту та лінії (табл. 3.14). У зерні сортів Шведська 1, NSS 6/01, Schwabenkorn він був від 12,6 до 17,9 % або менше на 18–67 % порівняно зі стандартом, у зерні якого цей показник становив 21,1 %. Найвищою стабільністю характеризувалось зерно сортів Schwabenkorn – 1,12 і Зоря України – 1,17.

Таблиця 3.14

Вміст білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти, %

Сорт, лінія	Рік дослідження				Середнє за чотири роки	Індекс стабільності
	2013	2014	2015	2016		
Зоря України (st)	20,7	21,9	19,3	22,5	21,1	1,17
Шведська 1	10,7	11,3	15,0	13,4	12,6	1,40
NSS 6/01	14,3	20,2	15,8	17,1	16,9	1,41
Schwabenkorn	16,8	18,3	17,6	18,8	17,9	1,12
LPP 3117	11,2	11,7	13,9	11,2	12,0	1,24
LPP 1224	12,4	13,5	14,5	12,6	13,3	1,17
LPP 3122/2	13,4	12,1	14,0	14,5	13,5	1,20
LPP 3132	13,8	14,7	14,6	12,8	14,0	1,15
LPP 1304	11,6	12,6	15,4	17,3	14,2	1,49
LPP 3373	16,7	12,4	17,6	11,3	14,5	1,56
LPP 1197	13,8	14,6	14,6	15,6	14,7	1,13
P 3	15,1	16,2	16,4	17,3	16,3	1,15
LPP 1221	18,7	19,2	19,6	20,3	19,5	1,09
NAK34/12–2	13,6	15,9	14,6	15,3	14,9	1,17
NAK 22/12	15,3	12,5	17,4	18,2	15,9	1,46
TV 1100	17,1	19,0	18,4	17,7	18,1	1,11
<i>HIP</i> ₀₅	0,6	0,7	0,5	0,8	–	–

Найстабільніший вміст білка в зерні формували рослини ліній LPP 1221 і LPP 1197 – 1,09–1,13. Вміст білка в зерні інтрогресивних ліній змінювався від 14,9 до 18,1 % або нижче на 17–42 % порівняно зі стандартом за індексу стабільності 1,11–1,47.

У середньому за чотири роки досліджень дуже високий вміст білка був у зерні пшениці спельти сорту Зоря України (21,1 %), ліній LPP 1221 (19,5 %) і TV 1100 (18,1 %), високий – в зерні сортів NSS 6/01 (16,9 %), Schwabekorn (17,9 %) та лінії P 3 (16,3 %), середній – в зерні ліній LPP 3132 LPP 1304 LPP 3373 LPP 1197 (14,0–14,7 %), низький вміст – в зерні сорту Шведська 1 (12,6 %), ліній LPP 1224, LPP 3117 і LPP 3122/2 (12,0–13,5 %).

Вміст білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти також залежав від абіотичних чинників, які змінювались впродовж років дослідження. Між вмістом білка та висотою рослин встановлено прямий дуже високий кореляційний зв'язок для сорту Schwabekorn ($r=0,98\pm0,01$), ліній LPP 1197 ($r=0,94\pm0,00$), NAK34/12–2 ($r=0,93\pm0,00$), високий – для сорту NSS 6/01 ($r=0,86\pm0,01$), ліній LPP 1304 ($r=0,78\pm0,01$), P 3 ($r=0,89\pm0,00$), LPP 1221 ($r=0,83\pm0,01$), істотний зв'язок – для сорту Зоря України ($r=0,65\pm0,01$), помірний зв'язок – для сорту Шведська 1 ($r=0,47\pm0,01$), ліній LPP 3122/2 ($r=0,37\pm0,01$), TV1100 ($R=0,41\pm0,01$). Очевидно, що з підвищенням висоти рослин зростала частка реутилізованого з вегетативної маси азоту у формуванні білка. Вилягання істотно не впливало на вміст білка, оскільки рослини пшениці спельти після вилягання відновлювали вертикальне положення стебла. Проте для ліній LPP 3373 встановлено обернений сильний зв'язок між вмістом білка та висотою рослин, оскільки їх стійкість до вилягання в 2016 р. була низькою – 3 бала.

На вміст білка також впливало ураження рослин збудниками бурої листкової іржі та септоріозу. Так, між вмістом білка та індексом розвитку хвороб встановлено обернений дуже сильний кореляційний зв'язок для ліній LPP 3132 ($r=-0,92\pm0,01$), LPP 3373 ($r=0,98\pm0,01$), сильний зв'язок – для ліній LPP 3117 ($r=-0,71\pm0,01$), LPP 1197 ($r=-0,76\pm0,01$), LPP 1224 ($r=-0,87\pm0,01$), помірний зв'язок – для сорту Шведська 1 ($r=-0,31\pm0,01$), лінії LPP 3122/2 ($r=-0,32\pm0,01$). Для решти сортів і ліній ураження хворобами не впливало на вміст білка в зерні пшениці спельти.

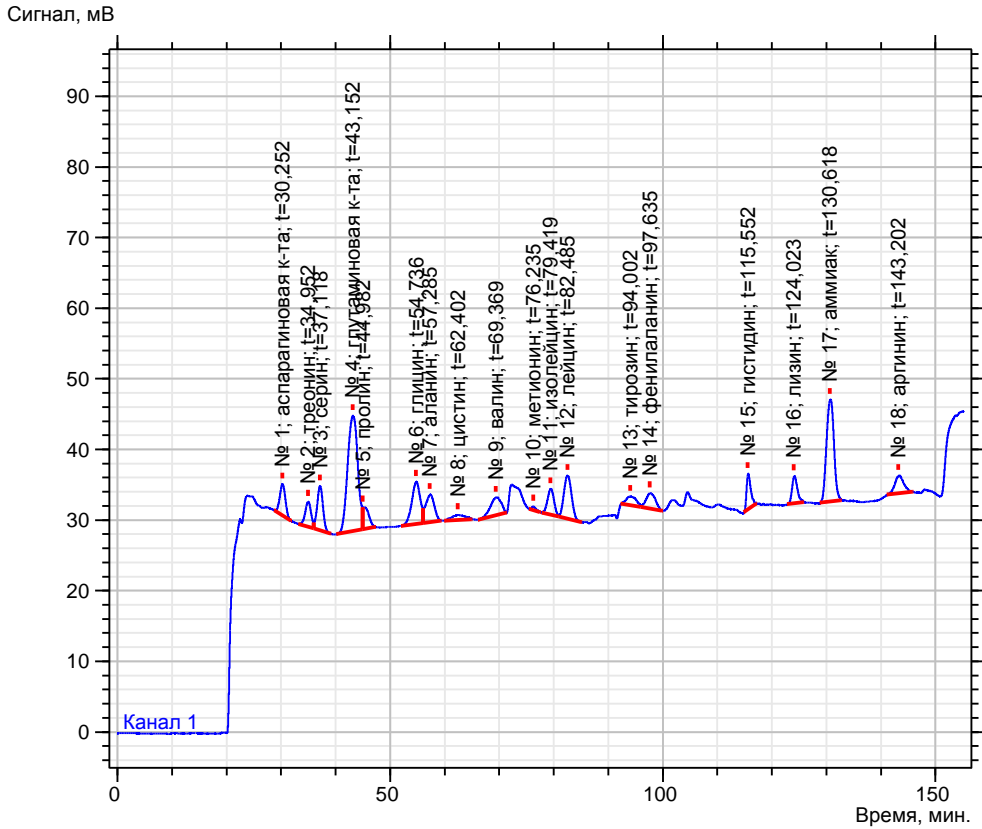
Результати досліджень свідчать, що вміст амінокислот у зерні пшениці спельти істотно залежав від сорту та лінії. Сума амінокислот у зерні змінювалась від 17,84% у сорту Зоря України до 12,46% у лінії LPP 3122/2 (табл. 3.15, рис. 3.7).

Таблиця 3.15

Вміст зв'язаних амінокислот у зерні різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Амінокислота	Сорт, лінія																
	Зоря України (st)	NSS 6/01	Шведська 1	Schwaben-korn	LPP 3122/2	LPP 3117	LPP 1224	LPP 3132	LPP 1197	P 3	LPP 1304	LPP 3373	LPP 1221	NAK34/12-2	NAK 22/12	TV 1100	НІР ₀₅
Вал	0,73	0,62	0,71	0,88	0,67	0,69	0,59	0,65	0,72	0,89	0,81	0,53	0,82	0,58	0,79	0,83	0,04
Гле	0,85	0,56	0,60	0,71	0,77	0,57	0,62	0,56	0,59	0,76	0,78	0,91	0,74	0,65	0,82	0,89	0,04
Лей	1,22	0,93	1,25	1,32	1,13	0,76	0,99	0,87	1,10	1,37	1,25	1,35	1,18	0,94	1,13	1,08	0,06
Ліз	0,66	0,41	0,44	0,57	0,53	0,48	0,45	0,55	0,37	0,61	0,62	0,69	0,75	0,41	0,72	0,48	0,03
Мет	0,13	0,10	0,15	0,12	0,09	0,13	0,14	0,12	0,11	0,19	0,17	0,16	0,12	0,13	0,19	0,10	0,01
Тре	0,62	0,43	0,52	0,67	0,48	0,42	0,31	0,47	0,41	0,71	0,41	0,76	0,71	0,52	0,69	0,73	0,03
Три	0,21	0,18	0,16	0,16	0,29	0,13	0,18	0,15	0,26	0,29	0,15	0,33	0,34	0,33	0,31	0,34	0,01
Фен	0,86	0,58	0,61	0,77	0,79	0,59	0,71	0,67	0,65	0,89	0,88	0,92	0,89	0,66	0,93	0,74	0,04
Σ _c	5,28	3,81	4,44	5,20	4,75	3,77	3,99	4,04	4,21	5,71	5,07	5,65	5,55	4,22	5,58	5,19	0,24
Ала	0,62	0,52	0,62	0,62	0,47	0,57	0,48	0,62	0,53	0,52	0,53	0,70	0,71	0,48	0,84	0,67	0,03
Арг	0,81	0,63	0,77	0,73	0,55	0,68	0,65	0,58	0,51	0,61	0,57	0,84	0,83	0,85	0,77	0,93	0,04
Асп	0,98	0,64	0,92	0,88	0,61	0,74	0,67	0,96	0,64	0,70	0,78	1,02	0,92	0,86	0,95	1,01	0,04
Гіс	0,67	0,46	0,53	0,58	0,53	0,54	0,48	0,69	0,46	0,47	0,67	0,63	0,78	0,56	0,55	0,41	0,03
Глі	0,86	0,63	0,72	0,91	0,50	0,57	0,56	0,96	0,54	0,63	0,62	0,74	0,98	0,73	0,81	0,84	0,04
Глю	4,68	4,02	3,19	4,39	2,71	3,63	3,67	3,62	4,14	3,84	3,96	4,28	4,74	3,04	3,72	4,96	0,20
Про	1,79	1,42	0,89	1,66	1,25	1,22	1,36	0,73	1,23	1,13	1,18	1,38	1,78	1,48	1,64	1,68	0,07
Сер	1,06	0,67	0,69	0,86	0,57	0,57	0,42	0,78	0,69	0,72	0,72	1,03	1,17	0,61	0,52	0,93	0,04
Тир	0,68	0,41	0,51	0,41	0,37	0,27	0,45	0,34	0,38	0,34	0,42	0,61	0,63	0,47	0,59	0,45	0,02
Цис	0,41	0,22	0,42	0,28	0,15	0,21	0,21	0,25	0,39	0,18	0,39	0,47	0,52	0,23	0,23	0,43	0,02
Σ ₃	12,56	9,62	9,26	11,32	7,71	9,00	8,95	9,53	9,51	9,14	9,84	11,70	13,06	9,31	10,62	12,31	0,51
Σ _в	17,84	13,43	13,70	16,52	12,46	12,77	12,94	13,57	13,72	14,85	14,91	17,35	18,61	13,53	16,20	17,50	0,75

Сорт – Зоря України



Лінія – TV 1100

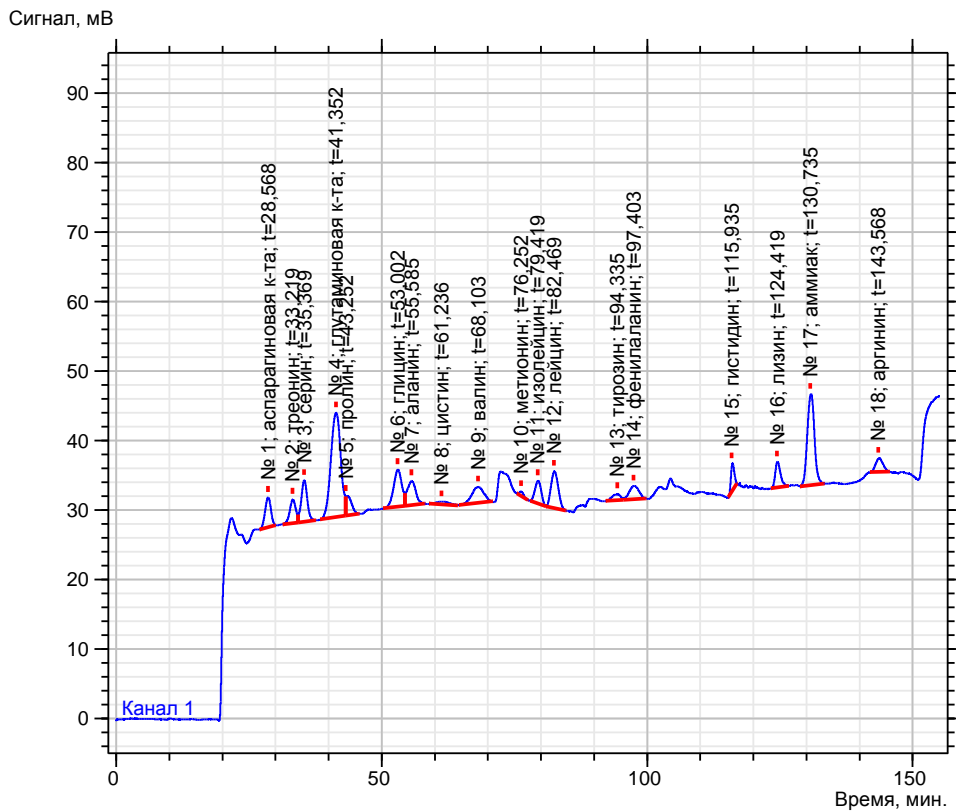


Рис. 3.7 Хроматограма вмісту амінокислот у зерні деяких сортів і ліній пшениці спельти

Цей показник у сортів спельти, отриманих методом добору з місцевих форм, був на 7–25 % меншим порівняно зі стандартом. Найвищий вміст суми амінокислот був у зерні ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., LPP 3373 і LPP 1221 – 17,35–18,61 % та лінії, отриманої гібридизацією *Triticum aestivum* L. (сорт Харківська 26) / *Triticum kiharae*, TV 1100 – 17,50 %. Вміст амінокислот у зерні решти ліній був від 12,46 до 16,20 % або меншим на 9–30 % порівняно зі стандартом ($HIP_{05}=0,75$).

Біологічна цінність білка визначається вмістом есенційних амінокислот та амінокислотним скором. Найвищий вміст есенційних амінокислот був у зерні сортів Зоря України, Schwabenkorn, ліній Р 3, LPP 1304, LPP 3373, LPP 1221, НАК 22/12, TV 1100 – 5,07–5,71 %, а в зерні решти сортів і ліній від 3,81 до 4,75 % або був меншим на 10–28 % порівняно зі стандартом.

Основною амінокислотою білка пшениці є глютамінова кислота, вміст якої змінювався від 2,71 до 4,96 % залежно від сорту та лінії. Крім неї вміст лейцину та проліну був також вищим порівняно з іншими амінокислотами, який підвищувався від 0,73 % у лінії LPP 3132 до 1,79 % у сорту Зоря України. Найменше в зерні пшениці спельти містилось триптофану – від 0,13 до 0,34 % залежно від сорту та лінії.

З'ясовано, що найвища метаболізація есенційних амінокислот була в зерні сортів Шведська 1, Schwabenkorn – 0,46–0,48, а в ліній LPP 1304, LPP 3122/2, Р 3, НАК 22/12 – 0,52–0,62, що більше на 24–48 % порівняно зі стандартом (табл. 3.16).

Найменшим цей показник був у зерні сорту Шведська 1 – 0,40, а в решти досліджуваних сортів і ліній – 0,42–0,48. Величини коефіцієнта ефективності метаболізації свідчить, що збільшення вмісту амінокислот у зерні пшениці спельти відбувається за рахунок замісних їх сполук.

Вміст незамінних амінокислот найкраще збалансований у зерні сорту Зоря України, ліній Р 3, LPP 3373, LPP 1221, НАК 22/12, TV 1100 про що свідчить індекс комплексного оцінювання (ІКО) – 1,57–1,72. Найменший показник ІКО встановлено в зерні сорту NSS 6/01, ліній LPP 1224, LPP 1197 і

LPP 3117, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., в яких він становив 1,06–1,16. Величина ІКО решти досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти знаходилась від 1,27 до 1,42.

Таблиця 3.16

Коефіцієнт ефективності матаболізації та ІКО вмісту есенційних амінокислот у зерні різних сортів і ліній пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	КЕМ*	± до st	ІКО**	± до st
Зоря України (st)	0,42	–	1,58	–
NSS 6/01	0,40	-0,02	1,11	-0,47
Шведська 1	0,48	0,06	1,31	-0,27
Schwabenkorn	0,46	0,04	1,42	-0,16
LPP 3117	0,42	0,00	1,06	-0,52
LPP 1224	0,45	0,03	1,13	-0,45
LPP 3132	0,42	0,00	1,16	-0,42
LPP 1197	0,44	0,02	1,27	-0,31
LPP 3122/2	0,62	0,20	1,31	-0,27
LPP 1304	0,52	0,10	1,41	-0,17
P 3	0,62	0,20	1,57	-0,01
LPP 3373	0,48	0,06	1,72	0,14
LPP 1221	0,42	0,00	1,75	0,17
NAK34/12–2	0,45	0,03	1,28	-0,30
TV 1100	0,42	0,00	1,60	0,02
NAK 22/12	0,53	0,11	1,64	0,06
<i>HIP</i> ₀₅	0,02	–	0,07	–

Примітка. КЕМ – коефіцієнт матаболізації, ІКО – індекс комплексного оцінювання.

Визначено, що в зерні сортів NSS 6/01, Шведська 1, ліній LPP 1197, LPP 1224, LPP 3117, LPP 3122/2, NAK34/12–2, TV 1100, амінокислотний скор яких змінювався від 61 % до 87 %, а лімітованою амінокислотою є лізин (табл. 3.17). Крім цього в зерні сорту NSS 6/01, ліній LPP 3117, LPP 3122/2 метіонін також був у дефіциті – 62–87 %, а в зерні лінії LPP 1224 амінокислотний скор треоніну був на рівні 70 %.

Дослідженнями встановлено, що 100 г зерна пшениці спельти найбільше задовольняє біологічну потребу дорослої людини ізoleyцином (28–46 %), триптофаном (16–43), проліном (16–40), глутаміновою кислотою (22–35), валіном (21–36), лейцином (17–30 %) залежно від сорту та лінії (табл. 3.18).

Амінокислотний скор зерна різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Амінокислота	Еталон ФАО/ВООЗ, г/кг	Сорт, лінія															
		Зоря України (st)	NSS 6/01	Шведська 1	Schwabenkorn	LPP 1197	LPP 1224	LPP 3117	LPP 3122/2	LPP 3132	P 3	LPP 1304	LPP 3373	LPP 1221	NAK34/12-2	TV 1100	NAK 22/12
Вал	5,5	133	113	129	160	131	107	125	122	118	162	147	96	149	105	151	144
Ле	4,4	193	127	136	161	134	141	130	175	127	173	177	207	168	148	202	186
Лей	7,7	158	121	162	171	143	129	99	147	113	178	162	175	153	122	140	147
Ліз	6,1	108	67	72	93	61	74	79	87	90	100	102	113	123	67	79	118
Мет+цис	3,9	138	82	146	103	128	90	87	62	95	95	144	162	164	92	136	108
Тре	4,4	141	98	118	152	93	70	95	109	107	161	93	173	161	118	166	157
Три	1,1	191	164	145	145	236	164	118	264	136	264	136	300	309	300	309	282
Фен+тир	6,6	233	150	170	179	156	176	130	176	153	186	197	232	230	171	180	230

Забезпечення біологічної потреби дорослої людини у незамінних амінокислотах 100 г зерна різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Амінокислота	Добова потреба, г	Сорт, лінія															
		Зоря України (st)	Шведська 1	Schwabenkorn	NSS 6/01	LPP 1197	LPP 3117	LPP 1304	LPP 1224	LPP 3122/2	P 3	LPP 3132	LPP 3373	LPP 1221	NAK34/12-2	NAK 22/12	TV 1100
Вал	2,5	29	28	35	25	29	28	32	24	27	36	26	21	33	23	32	33
Ле	2,0	43	30	36	28	30	29	39	31	39	38	28	46	37	33	41	45
Лей	4,6	27	27	29	20	24	17	27	22	25	30	19	29	26	20	25	23
Ліз	4,1	16	11	14	10	9	12	15	11	13	15	13	17	18	10	18	12
Мет	1,8	7	8	7	6	6	7	9	8	5	11	7	9	7	7	11	6
Тре	2,4	26	22	28	18	17	18	17	13	20	30	20	32	30	22	29	30
Три	0,8	26	20	20	23	33	16	19	23	36	36	19	41	43	41	39	43
Фен	4,4	20	14	18	13	15	13	20	16	18	20	15	21	20	15	21	17
Ала	6,6	9	9	9	8	8	9	8	7	7	8	9	11	11	7	13	10
Арг	6,1	13	13	12	10	8	11	9	11	9	10	10	14	14	14	13	15
Асп	12,2	8	8	7	5	5	6	6	5	5	6	8	8	8	7	8	8
Гіс	2,1	32	25	28	22	22	26	32	23	25	22	33	30	37	27	26	20
Глі	3,5	25	21	26	18	15	16	18	16	14	18	27	21	28	21	23	24
Глю	13,6	34	23	32	30	30	27	29	27	20	28	27	31	35	22	27	36
Про	4,5	40	20	37	32	27	27	26	30	28	25	16	31	40	33	36	37
Сер	8,3	13	8	10	8	8	7	9	5	7	9	9	12	14	7	6	11
Тир	4,4	15	12	9	9	9	6	10	10	8	8	8	14	14	11	13	10
Цис	1,8	23	23	16	12	22	12	22	12	8	10	14	26	29	13	13	24

Найменше забезпечувало добову потребу людини зерно (100 г) пшениці спельти лізином (9–18 %), метіоніном (6–11), аланіном (7–11), аргініном (8–14), аспарагіною кислотою (5–8), серином (7–14) і тирозином (9–14 %) залежно від сорту та ліній. Із досліджуваних сортів і ліній добова потреба в 100 г зерна сорту Зоря України була найбільшою: 7–43 %, ліній Р 3 – 6–36, LPP 3373 – 8–46, LPP 1221 – 8–43, NAK 22/12 – 8–41, TV 1100 – 6–45 % залежно від амінокислоти.

Встановлено, що за точності визначення вмісту амінокислот у зерні близько 5 % за скору 95 % його вважають бездефіцитним. Отже, зерно решти сортів і ліній пшениці спельти найбільш збалансоване, тому що скор амінокислот бездефіцитний.

Ізоелектрична точка білка сортів пшениці спельти змінювалась від 5,2 до 5,7, а в ліній – від 5,1 до 6,7 (рис. 3.8). Найвищий її показник мало зерно сортів NSS 6/01, Schwabekorn, ліній LPP 3132, LPP 3373, LPP 1224 – 5,5–6,7 або на 4–26 % більше порівняно зі стандартом. Найнижчу ізоелектричну точку мав білок сорту Шведська 1, ліній LPP 1197, Р 3, NAK 22/12, TV 1100 – 5,0–5,2.

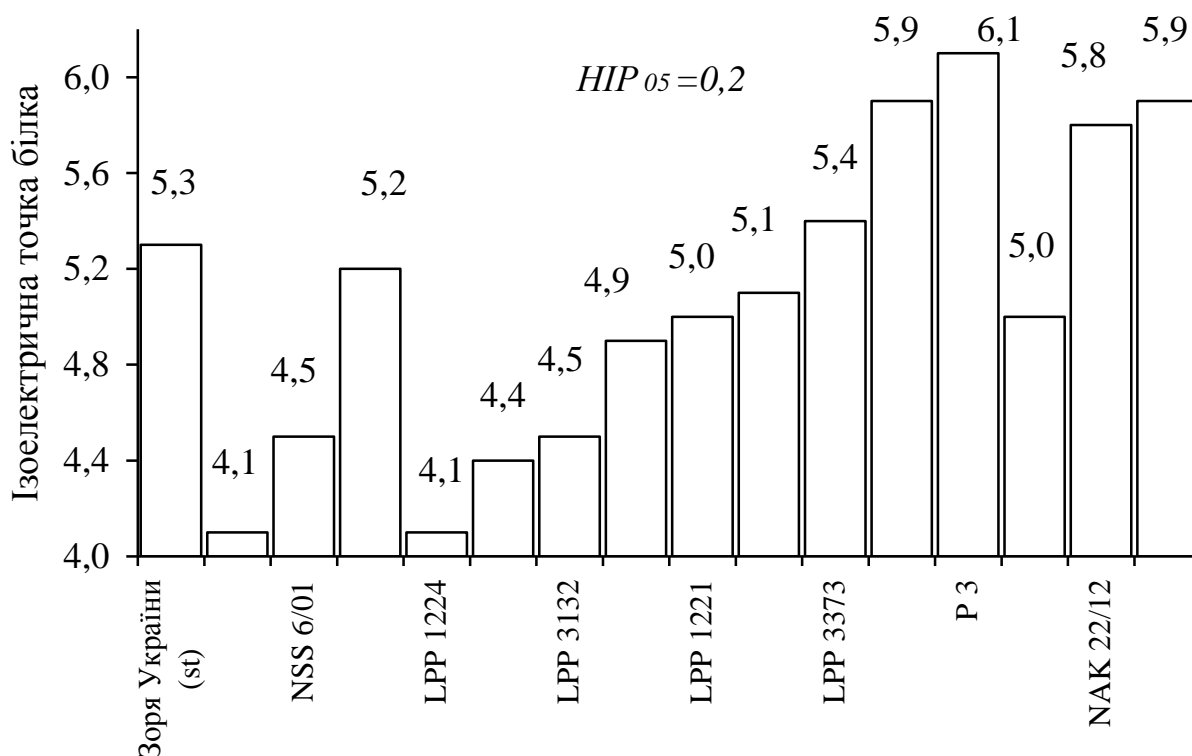


Рис. 3.8 Ізоелектрична точка білка різних сортів і ліній пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Між ізoeлектричною точкою білка та вмістом клейковиноутворювальних білків у зерні пшениці спельти встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок ($r = -0,95 \pm 0,00$), що описується рівнянням регресії $y = -0,0785x + 10,758$, де y – ізoeлектрична точка білка; x – частка клейковиноутворювальних білків, % (рис. 3.9).

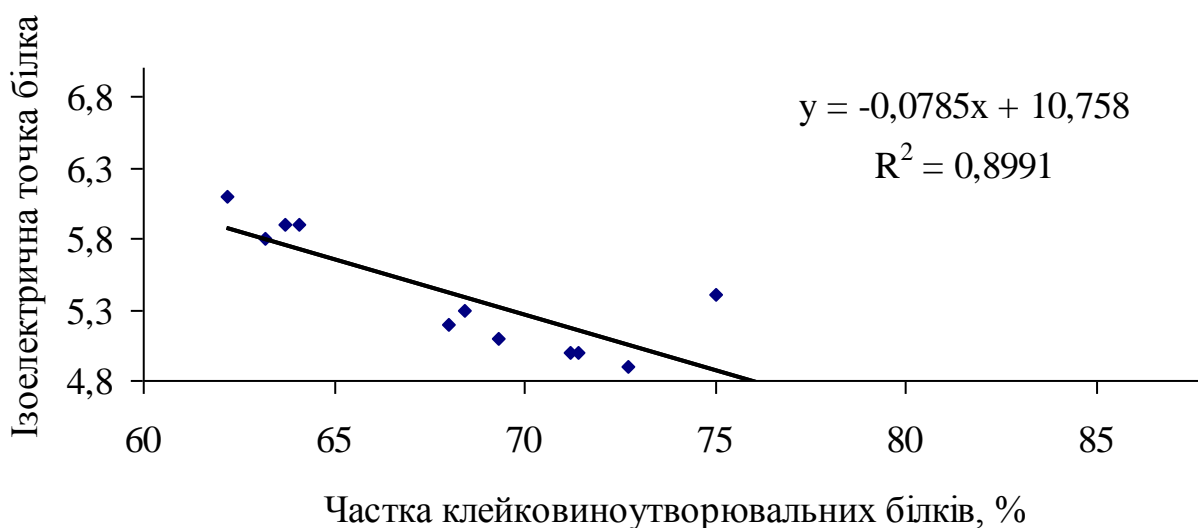


Рис. 3.9 Кореляційна залежність між ізoeлектричною точкою білка та вмістом клейковиноутворювальних білків, 2014–2016 рр.

Найвищий вміст протеїну був у зерні пшениці спельти сорту Зоря України – 23,9 % (табл. 3.19). Вміст протеїну в зерні решти сортів змінювався від 13,8 до 20,1 % або був меншим на 16–42 %, у зерні ліній – від 13,2 до 21,5 % або був меншим на 10–45 % порівняно з контролем. Вміст протеїну в зерні сортів пшениці спельти був на 1,2–2,2 %, ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., – на 0,3–2,5, інтрогресивних ліній – на 1,0–1,9 % більший порівняно з вмістом білка.

Вміст протеїну в зерні за роки проведення досліджень змінювався подібно вмісту білка.

Частка небілкових азотовмісних сполук у зерні пшениці спельти у межах 2–18 % залежно від сорту та лінії, які відповідають певному генотипу (рис. 3.10). Так, серед сортів, отриманих методом відбору, кількість небілкових азотовмісних сполук у зерна сортів був 10–13 %.

Таблиця 3.19

Вміст протеїну в зерні різних сортів і ліній пшениці спельти, %

Сорт, лінія	Рік дослідження				Середнє за чотири роки
	2013	2014	2015	2016	
Зоря України (st)	23,2	24,0	23,1	25,3	23,9
Шведська 1	13,7	12,0	15,5	14,1	13,8
NSS 6/01	15,8	22,9	17,3	18,2	18,6
Schwabenkorn	17,6	21,1	19,8	22,0	20,1
LPP 3117	12,9	13,7	14,3	11,9	13,2
LPP 3122/2	13,9	13,3	14,2	14,8	14,1
LPP 1224	13,8	14,6	15,4	13,3	14,3
LPP 1304	12,8	13,1	15,7	18,8	15,1
LPP 1197	15,7	16,6	15,2	16,0	15,9
LPP 3373	17,6	14,3	19,4	13,7	16,3
LPP 3132	16,2	17,9	17,1	14,9	16,5
P 3	15,4	16,5	16,8	17,7	16,6
LPP 1221	19,9	21,3	22,0	22,8	21,5
NAK34/12–2	15,1	16,7	17,0	18,1	16,7
NAK 22/12	16,5	14,2	18,1	18,9	16,9
TV 1100	19,2	21,3	20,1	19,3	20,0
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,7</i>	<i>0,9</i>	<i>0,6</i>	<i>0,9</i>	–

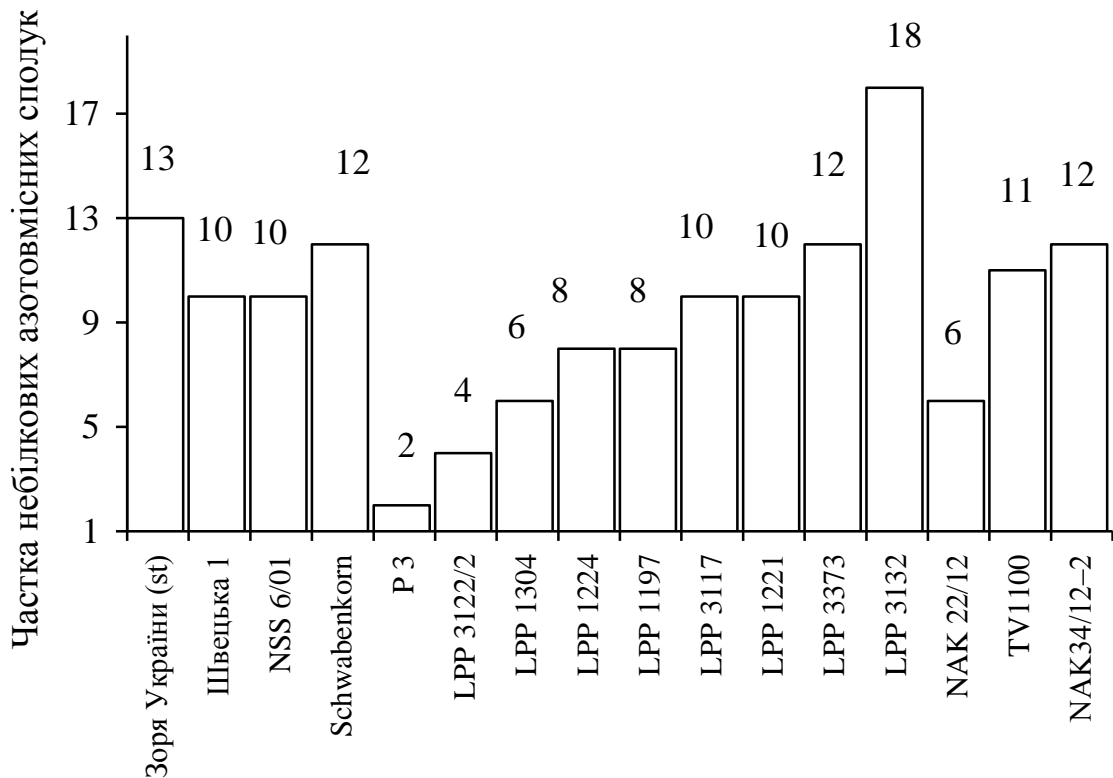


Рис. 3.10 Частка небілкових азотовмісних сполук у зерні різних сортів і ліній пшениці спельти (2013–2015 рр.), %

Одним з основних показників хлібопекарських властивостей зерна пшениці є вміст клейковини, який представляє білковий комплекс. Встановлено, що вміст клейковини у зерні пшениці спельти змінювався від 25,5 до 46,3 % залежно від сорту та лінії (табл. 3.20). Жоден сорт не перевищував стандарт, у якого цей показник становив 46,3 %.

Таблиця 3.20

Вміст клейковини у зерні різних сортів і ліній пшениці спельти, %

Сорт, лінія	Рік дослідження				Середнє за чотири роки	Відношення клейковини до білка
	2013	2014	2015	2016		
Зоря України (st)	45,1	47,6	42,2	50,4	46,3	2,2
Шведська 1	22,5	25,1	31,6	25,4	26,2	2,1
NSS 6/01	30,2	47,2	35,7	42,3	38,9	2,3
Schwabenkorn	36,7	40,0	43,6	40,2	40,1	2,2
LPP 3117	24,3	26,0	30,4	21,4	25,5	2,1
LPP 3373	34,8	23,7	35,2	20,6	28,6	2,0
LPP 1224	26,7	29,2	38,8	22,5	29,3	2,2
LPP 3122/2	28,4	25,9	32,0	34,3	30,2	2,2
LPP 1304	25,3	27,2	30,8	39,7	30,8	2,2
LPP 3132	30,0	32,0	36,6	25,1	30,9	2,2
LPP 1197	30,1	32,8	29,2	35,7	32,0	2,2
P 3	32,4	35,7	32,8	42,1	35,8	2,2
LPP 1221	39,5	43,5	43,6	44,7	42,8	2,2
NAK34/12-2	30,1	34,8	29,2	32,6	31,7	2,1
NAK 22/12	37,1	28,0	34,8	40,2	35,0	2,2
TV 1100	35,1	43,9	36,8	30,6	36,6	2,0
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,5</i>	<i>1,7</i>	<i>1,6</i>	<i>1,8</i>	–	–

Вміст амінокислот, які не входили у структуру білка, істотно залежав від сорту та лінії пшениці спельти (табл. 3.21). Найвищу кількість суми вільних амінокислот містило зерно сорту Зоря України – 3,72 %. У зерні решти сортів вміст вільних амінокислот знаходився від 0,41 до 2,02 %, а в зерні ліній – від 0,18 до 2,34 %. Вміст есенційних амінокислот від 0,10 до 0,85 %, що становило 23–36 % від загальної їхньої кількості.

Таблиця 3.21

Вміст вільних амінокислот у зерні різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Амінокислота	Сорт, лінія															HIP ⁰⁵	
	Зоря України (st)	Шведська 1	NSS 6/01	Schwabenkor n	LPP 3122/2	LPP 1304	P 3	LPP 3117	LPP 1197	LPP 1224	LPP 3373	LPP 1221	LPP 3132	NAK 22/12	TV 1100		NAK34/12-2
Вал	0,26	0,05	0,09	0,20	0,01	0,03	0,04	0,04	0,03	0,11	0,17	0,22	0,27	0,08	0,22	0,21	0,01
Ле	0,08	0,02	0,02	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,06	0,09	0,07	0,02	0,04	0,05	0,01
Лей	0,13	0,04	0,03	0,06	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,05	0,11	0,12	0,03	0,06	0,09	0,01
Ліз	0,10	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,01
Мет	0,008	0,002	0,005	0,003	0,004	0,001	0,003	0,003	0,002	0,003	0,005	0,050	0,003	0,004	0,004	0,004	0,001
Тре	0,07	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06	0,08	0,06	0,03	0,03	0,05	0,01
Три	0,11	0,02	0,02	0,08	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,04	0,07	0,05	0,01	0,05	0,06	0,01
Фен	0,09	0,01	0,03	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04	0,08	0,06	0,01	0,02	0,06	0,01
Σ _e	0,85	0,16	0,24	0,52	0,07	0,10	0,12	0,14	0,16	0,25	0,48	0,75	0,67	0,23	0,46	0,56	0,02
Ала	0,23	0,03	0,11	0,17	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06	0,02	0,19	0,16	0,17	0,03	0,25	0,25	0,01
Арг	0,15	0,04	0,07	0,09	0,01	0,03	0,01	0,02	0,04	0,05	0,11	0,11	0,11	0,04	0,09	0,13	0,01
Асп	0,24	0,02	0,13	0,19	0,01	0,04	0,03	0,01	0,04	0,05	0,20	0,13	0,19	0,07	0,17	0,28	0,02
Гіс	0,18	0,02	0,07	0,05	0,01	0,02	0,02	0,03	0,05	0,04	0,06	0,10	0,10	0,03	0,06	0,11	0,01
Глі	0,19	0,02	0,06	0,07	0,02	0,01	0,03	0,03	0,06	0,06	0,09	0,08	0,09	0,02	0,08	0,12	0,01
Глю	0,54	0,02	0,15	0,28	0,01	0,02	0,02	0,04	0,03	0,07	0,12	0,28	0,33	0,07	0,13	0,41	0,02
Про	0,48	0,02	0,17	0,34	0,01	0,01	0,03	0,03	0,04	0,08	0,17	0,34	0,41	0,07	0,30	0,08	0,02
Сер	0,61	0,01	0,21	0,23	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,14	0,21	0,24	0,25	0,09	0,18	0,34	0,02
Тир	0,25	0,07	0,15	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,09	0,02	0,02	0,02	0,09	0,06	0,01
Σ _з	2,87	0,25	1,12	1,50	0,11	0,18	0,21	0,24	0,36	0,53	1,24	1,46	1,67	0,44	1,35	1,78	0,05
Σ _в	3,72	0,41	1,36	2,02	0,18	0,28	0,33	0,38	0,52	0,78	1,72	2,21	2,34	0,67	1,81	2,34	0,10

Дуже високий (понад 36,0 %) вміст клейковини був у зерні пшениці спельти сортів Зоря України, Schwabenkorn і NSS 6/01, ліній LPP 1221 і TV 1100, високий (31,0–35,9 %) – ліній LPP 1197, P 3, NAK34/12–2, NAK 22/12, низький (21,0–25,9 %) – лінії LPP 3117. У зерні решти сортів і ліній цей показник був на рівні середнього – 26,0–30,9 %. Походження сортів і ліній не впливало на вміст клейковини, тому що серед кожної групи досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти було зерно з високим і середнім вмістом клейковини.

Встановлено, що вміст клейковини у зерні пшениці спельти істотно змінювався за роки проведення досліджень. На якість зерна впливає температура повітря в період молочної та молочно-воскової стиглості [6], яка впродовж років досліджень була оптимальною (25–28 °C). Проте вміст клейковини у зерні залежав від біотичних чинників.

Відомо, що якість зерна злакових культур істотно залежить від величини реутилізованого азоту вегетативної маси [8]. Очевидно, що зі зменшенням маси рослин буде знижуватись показник реутилізованого азоту. Найнижчими були рослини в 2013 р. (91–128 см), оскільки у період інтенсивного росту стебла (III декада квітня – II декада травня) випало лише 20,3 мм опадів. В інші роки висота рослин пшениці спельти була на 10–40 % більшою порівняно з 2013 р. Високий вміст клейковини у зерні сортів Зоря України, Schwabenkorn і ліній NAK 22/12, TV 1100 у 2013 р. був зумовлений формуванням більшої вегетативної маси рослин. Ці сорти формували високий вміст клейковини упродовж усіх років проведення досліджень. Вміст клейковини в зерні решти сортів і ліній залежав від стійкості до вилягання та ураження збудниками бурої листкової іржі та септоріозу.

Із 16 сортів і ліній пшениці спельти відношення клейковини до білка в зерні в 11 було 2,2, у трьох – 2,1, а в решти 2,0 і 2,3, що дає можливість використовувати показник вмісту клейковини для визначення вмісту білка і навпаки.

Гідратаційна здатність клейковини сортів пшениці спельти змінювався від 187 до 211 % або була меншою на 5–15 % порівняно з контролем (рис. 3.11). У ліній пшениці спельти вона була від 167 до 231 %. Найвищу гідратаційну

здатність мала клейковина ліній LPP 3122/2, P 3, NAK 22/12 – 217–231 %, що істотно більше порівняно зі стандартом ($HIP_{05}=9$).

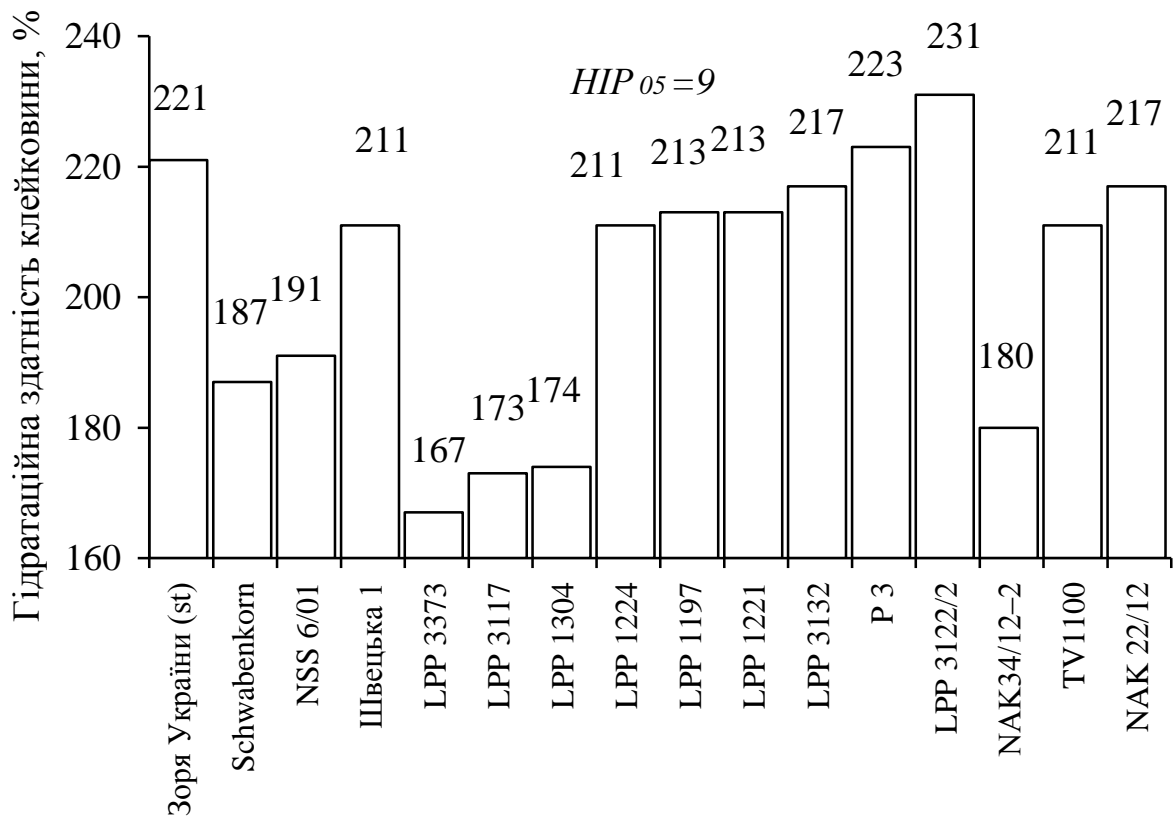


Рис. 3.11 Гідратаційна здатність клейковини різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Вміст фракції гліадин + глютенін у зерні сортів пшениці спельти знаходився від 68,0 до 86,4 %, а в зерні ліній – від 63,7 до 86,2 % (додаток Б.22). Вміст водо- та солерозчинної фракції був обернено пропорційним до вмісту клейковиноутворювальних білків. Найвищим вмістом фракції лейкозин + глобулін характеризувалось зерно сортів Зоря України, Шведська 1, ліній P 3, LPP 1197, LPP 3122/2, NAK 22/12, TV 1100 – 30,7–37,8 %.

Результати досліджень свідчать, що вміст крохмалю в зерні пшениці спельти змінювався від 56,9 до 63,7 % залежно від сорту і лінії та істотно залежав від погодних умов року дослідження (табл. 3.22). Зерно сорту Шведська 1, ліній LPP 3373, LPP 3117 мало найвищий вміст крохмалю порівняно

з сортом Зоря України (st) – 62,7–63,9 % або більшим на 5,9–7,1 %.

Таблиця 3.22

Вміст крохмалю в зерні різних сортів і ліній пшениці спельти, %

Сорт, лінія	Рік дослідження				Середнє за чотири роки
	2013	2014	2015	2016	
Зоря України (st)	58,1	56,9	57,7	54,3	56,8
NSS 6/01	59,9	54,3	56,4	53,1	55,9
Schwabekorn	59,2	57,1	60,2	57,9	58,6
Шведська 1	66,8	65,2	59,4	61,8	63,3
LPP 1221	59,7	57,1	56,4	54,2	56,9
P 3	59,4	57,3	56,2	55,1	57,0
LPP 3132	61,4	60,0	59,3	62,3	60,8
LPP 3122/2	61,8	63,4	60,0	58,5	60,9
LPP 1197	63,1	61,4	61,0	58,6	61,0
LPP 1304	64,3	62,1	60,7	57,6	61,2
LPP 1224	63,0	62,6	60,9	58,3	61,2
LPP 3373	60,7	65,8	57,3	66,9	62,7
LPP 3117	64,4	64,2	62,4	64,7	63,9
NAK 22/12	60,2	59,2	57,5	55,1	58,0
TV 1100	59,6	56,7	58,3	59,7	58,6
NAK34/12–2	62,5	60,2	61,3	58,7	60,7
<i>HIP</i> ₀₅	2,9	2,7	2,8	2,6	–

Підвищення вмісту білка знижувало вміст крохмалю в зерні пшениці спельти, оскільки між цими показниками існує обернений високий кореляційний зв'язок ($r = -0,82 \pm 0,00$).

Дослідження свідчать, що антиоксидантна активність зерна пшениці спельти істотно залежала від сорту та лінії. Так, цей показник у сортів збільшувався до 28,3–31,9 % або більше на 3,0–6,6 % порівняно зі стандартом, у якого вона була 25,3 % (табл. 3.23).

Антиоксидантна активність зерна ліній пшениці спельти була на 2,6–11,0 % більшою, крім лінії LPP 1197, у зерні якої цей показник був на рівні стандарту. Найвищу активність мало зерно ліній LPP 3132, LPP 1224, LPP 3373, NAK34/12–2, NAK 22/12.

Подібно до антиоксидантної активності показник еквіваленту хлорогенової кислоти, який у сортів пшениці спельти був від 356 до 448 мкг/г зерна, а в зерні

ліній – від 353 до 510 мкг/г.

Отже, продуктивність сортів і ліній пшениці спельти залежить від погодних умов вегетаційного періоду, висоти рослин, стійкості до вилягання та ураженням збудниками грибкових хвороб. Оптимальна температура повітря та достатня кількість опадів у період інтенсивного росту пшениці сприяє підвищенню висоти рослин на 30–40 %. Найвищою стійкістю до вилягання характеризуються лінії LPP 1304, P 3, LPP 1221, рослини яких формують найбільшу врожайність – від 6,74 до 9,64 т/га. Вміст білка та клейковини в зерні пшениці спельти залежить від висоти рослин та індексу розвитку хвороб. Високий вміст білка та клейковини (16,8–22,5 %) має зерно сортів Зоря України, Schwabekorn, ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., LPP 1221, P 3 та інтрогресивної лінії TV 1100.

Таблиця 3.23

**Антиоксидантні властивості зерна різних сортів і ліній пшениці спельти,
2014–2016 рр.**

Сорт, лінія	Антиоксидантна активність		Еквівалент хлорогенової кислоти	
	%	± до st	мкг/г зерна	± до st
Зоря України (st)	25,3	–	356	–
Schwabekorn	28,3	3,0	398	61
Шведська 1	29,7	4,4	417	42
NSS 6/01	31,9	6,6	448	92
LPP 1197	25,1	-0,2	353	-3
LPP 3117	27,9	2,6	392	36
LPP 3122/2	28,6	3,3	402	78
LPP 1221	30,7	5,4	431	139
LPP 1304	30,9	5,6	434	46
P 3	33,4	8,1	469	113
LPP 3132	34,8	9,5	489	133
LPP 1224	35,2	9,9	495	149
LPP 3373	35,9	10,6	505	75
TV 1100	29,4	4,1	413	147
NAK34/12–2	35,8	10,5	503	154
NAK 22/12	36,3	11,0	510	57
<i>HIP</i> ₀₅	1,5	–	21	–

Амінокислотний склад пшениці спельти та його біологічна цінність істотно залежать від сорту та лінії. При цьому вміст есенційних амінокислот змінюється від 3,81 до 5,55 %. Із есенційних амінокислот білок пшениці спельти найбільше містить фенілаланіну та лейцину. Найвищу біологічну цінність має зерно сорту Зоря України та ліній LPP 3373, LPP 1221, LPP 3132, LPP 1304, P 3, NAK 22/12.

Висновки до розділу

1. Продуктивність пшениці залежить від сорту та лінії. У середньому за п'ять років урожайність зерна змінюється від 7,07 до 11,63 т/га у сортів пшениці м'якої та від 6,68 до 10,69 т/га у ліній. Маса 1000 зерен змінюється від 38,1 г у сорту Ужинок до 51,8 г у сорту Мирхад. Зерно ліній пшениці м'якої, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., має більше на 2,6–3,4 г порівняно з сортами масу 1000 зерен, яка була на рівні 41,8–54,4 г. Цей показник у пшениці щільноколосої становить 41,2 г, а в зерна пшениці ефіопської – 41,7 г. Найбільше маса 1000 зерен залежить від висоти рослин та ураження рослин збудниками хвороб. Натура зерна сортів пшениці знаходиться в межах від 700 до 809 г/л, а ліній – від 621 до 785 г/л. Цей показник залежить від вмісту білка: підвищення його вмісту зменшує натуру зерна.

2. Вміст білка в зерні пшениці змінюється в широкому діапазоні: від 10,9 % у сорту Вікторія одеська до 18,6 % у сорту Кулундинка. Виділено сорти пшениці м'якої Лупус, Чорноброва, Емеріно, Кохана, Паннонікус, які формують вміст білка на рівні 13,4–15,9 % при урожайності 9,64–11,63 т/га. У решти досліджуваних сортів вміст білка становить 10,9–12,4 %, а врожайність – 7,07–9,03 т/га. За цими показниками перевагу має зерно ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., оскільки вміст білка на 23–58 % вищий порівняно зі стандартом (сорт Подолянка – 13,3 %) за врожайності 9,46–10,69 т/га. У зерні лінії Уманчанка ці показники становлять відповідно 14,6 % і 10,18 т/га, а в зерні лінії Ефіопська 1 – 20,3 % і 4,50 т/га.

Вміст білка залежить від погодних умов у період досягання зерна: оптимальна температура повітря і дефіцит вологи у ґрунті збільшує його вміст на 0,6–1,5 %. Крім цього він залежить від ураження рослин збудниками листкових хвороб. Вміст амінокислот у зерні, амінокислотний та інтегральний скори сортів і ліній пшениці залежить від їх походження. За якісним складом переважає глютамінова кислота, пролін і лейцин. Найкраще збалансований вміст амінокислот має зерно ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., та інтрогресивних ліній. Зерно цих ліній має найвищий вміст небілкових азотовмісних сполук, які представлено вільними амінокислотами – від 0,45 % до 1,79 %.

3. У середньому за п'ять років досліджень вміст клейковини у зерні сортів пшениці м'якої знаходилось в межах від 22,6 % до 40,6 %, а в зерні ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – від 34,6 % до 44,9 %. Проте найвищу антиоксидантну активність має зерно сорту пшениці м'якої Чорноброва та лінії пшениці ефіопської з фіолетовим забарвленням зернівок – 70,2–71,3 %.

4. Пшениця спельта має низьку врожайність зерна (3,48–5,47 т/га), проте гібридизація з *Triticum aestivum* L. дає можливість синтезувати лінії з урожайністю 7,25–9,64 т/га. Зерно сортів пшениці спельти формує масу 1000 зерен від 39,1 г до 51,0 г, зерно ліній – від 43,6 г до 53,1 г. З натурою зерна відповідно від 704 г/л до 767 г/л і від 707 г/л до 770 г/л. Ці показники залежать від висоти рослин, стійкості до вилягання та ураження збудниками хвороб.

5. Вміст білка в зерні пшениці спельти знаходиться в широкому діапазоні: від 12,6 % до 21,1 % у сортів і від 12,0 % до 19,5 % у ліній. Встановлено, що збільшення висоти рослин істотно підвищує вміст білка в зерні. Біологічна цінність зерна сортів і ліній пшениці спельти вища порівняно з пшеницею м'якою, оскільки всі форми мають дуже високий амінокислотний скор і найбільше забезпечують добову потребу людини в амінокислотах. Зерно сортів і ліній пшениці спельти має різний вміст небілкових азотовмісних сполук – від 2 до 18 %. Вміст клейковини не залежить від походження сортів і ліній, і в зерні сортів становить 26,2–46,3 %, а ліній – 25,5–42,8 %. Технологічні властивості

зерна інтрогресивних ліній подібні до зерна міжвидових ліній пшениці спельти.

Результати досліджень розділу 3 було апробовано на 22 конференціях [87, 100, 157, 159, 279, 283, 289, 291, 297, 300, 301, 303, 309, 311, 313, 378, 406, 494, 505, 658, 661, 662], висвітлено в 16 статтях [58, 83, 84, 201, 202, 269, 270, 273, 282, 286, 308, 379, 405, 495, 498, 659], двох монографіях [299, 419], одному патенті [469].

1. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від вуглеводно-амілазного комплексу // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2015. № 2 (121). С. 57–61.
2. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хімічний склад зерна спельти залежно від сорту // *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. Nitra. Vol. 1. 2015. С. 450–454.
3. 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.
4. Liubych V., Voziian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties // *Episteme czasopismo naukowo–kulturalne*. 2016. № 30. Tom II. P. 111–122.
5. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Вміст клейковини та її якість в зерні спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2012. Вип. 15. С. 243–246.
6. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Жекова О. І., Парій Ф. М. Якість зерна спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2012. Вип. 81. С. 183–189.
7. Любич В. В. Технологічні властивості зерна спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. [Електронний ресурс] // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №4. Режим доступу до журналу:

http://nd.nubip.edu.ua/2013_4/index.html.

8. Любич В. В. Вміст білка в зерні спельтоїдних гібридів F₃₋₅, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. [Електронний ресурс] // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №3. Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2013_3/index.html.
9. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2013. Вип. 3. С. 176–178.
10. Возіян В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Технологічні властивості зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Зб. наук. пр. Вінницького НАУ. Вінниця. 2013. Вип. 1. С. 121–125.
11. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Вміст білка та його вихід з урожаєм зерна пшениці озимої залежно від сорту // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 21. С. 235–240.
12. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2016. Вип. 89. С. 199–206.
13. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Амінокислотний склад білка пшениці спельти залежно від сорту та лінії // Вісник Уманського НУС. 2016. № 1. С. 44–48.
14. Киселева М. И., Жемчужина Н. С., Любич В. В. Устойчивость к бурой ржавчине сортов озимой пшеницы, возделываемых в Правобережной Лесостепи Украины // Защита и карантин растений. 2015. № 4. С. 45–47.
15. Любич В. В. Аминокислотная характеристика зерна различных сортов и линий пшеницы спельты // Вестник Прикаспия. 2016. № 4. С. 34–37.
16. Киселева М. И., Коломиец Т. М., Пахолкова Е. В., Жемчужина Н. С., Любич В. В. Дифференциация сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по устойчивости к наиболее вредоносным возбудителям грибных болезней // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 3. С. 299–309.
17. Пшениця спельта / Господаренко Г. М., Костогриз П. В., Любич В. В.,

- Парій Ф. М., Полторецький С. П., Полянецька І. О., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Сухомуд О. Г. / За заг. ред. Господаренка Г. М. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с.
18. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возиян В. В. Использование *Triticum aestivum* L. для повышения продуктивности пшеницы. Saarbrücken, Germany: Lap Lambert Academic Publishing. 2016. 252 с.
19. Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале та пшениці: пат. 113900 Україна, МПК G01N 27/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № у 2016 06340; заявл. 10.06.2016., чинний з 27.02.2017, Бюл. № 4.
20. 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.
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. Liubych V., Voziian V. Cereal properties of spelt wheat grains depending on the variety // Multidirectional research in agriculture, forestry and technology: 5th International conference for young researchers. Krakow. 2016. P. 72.
23. Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Парій Ф. М. Формування хлібопекарських властивостей зерна гібридами F₄₋₅ *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі стан та перспективи: зб. тез V Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Харків. 2012. С. 36–37.
24. Жекова О. І., Любич В. В. Урожайність та якість зерна гібридів F₃₋₅ *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених. Умань. 2012. С. 47–49.
25. Полянецька І. О., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Урожай та якість зерна спельтоїдних гібридів F₃₋₅, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. /

Triticum spelta L. // Біологія: від молекули до біосфери: матеріали VII Міжн. конф. молодих учених. Харків. 2012. С. 150.

26. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Полянецька І. О. Господарсько-цінні ознаки пшениці спельти // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали XX Всеукр. наук.-прак. конф. Запоріжжя. 2013. С. 25–26.
27. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Возіян В. В. Формування технологічних властивостей зерна сортів пшениці озимої // Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату: матеріали тез Міжн. наук.-прак. конф. Мелітополь-Кирилівка. 2013. С. 70–73.
28. Любич В. В. Натура зерна пшениці озимої залежно від сорту // Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва: зб. тез доповідей Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Миронівка. 2013. С. 43.
29. Любич В. В., Полянецкая И. О., Сухомуд О. Г., Возіян В. В. Урожайность и физические показатели некоторых сортов пшеницы мягкой озимой // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: тези доповідей Всеукр. наук. конф. Умань. 2013. С. 74–75.
30. Твердохліб О. В. Любич В. В., Полянецька І. О. Стійкість інтрогресивних ліній пшениці м'якої до ураження основними грибковими хворобами // Матеріали Всеукр. конф. молодих учених. Умань. 2013. С. 122–123.
31. Любич В. В., Полянецкая И. О., Сухомуд О. Г., Возіян В. В. Урожайность и основные качественные показатели пшеницы мягкой озимой в зависимости от сорта // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2013. С. 63–64.
32. Любич В. В., Полянецька І. О. Прояв господарсько-цінних ознак нових зразків пшениці в Правобережному Лісостепу // Теоретичні та прикладні аспекти збереження біорізноманіття: матеріали наук. конф. молодих дослідників. Умань. 2013. С. 75–77.
33. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Оцінка хлібопекарських властивостей пшениці озимої залежно від сорту // Фитосанитарная безопасность и контроль

сельскохозяйственной продукции: материалы Международной научно-практической конференции. Бояны. 2013. С. 267–277.

34. Lubysh V. V. Physical characteristics of winter wheat grain quality depending on the variety // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали Всеукр. наук.-прак. конф. Запоріжжя. 2013. С. 22–24.
35. Lubysh V. V., Polynetska I. O. Physical properties of grain of triticale depending on sort and different factions // Інноваційний потенціал світової науки XXI сторіччя: Зб. статей учасників 26 Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя. 2014. С. 30–31.
36. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вміст крохмалю в зерні спельти залежно від удобрення // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2014. С. 161–163.
37. Любич В. В., Новіков В. В., Полянецька І. О. Вміст есенційних амінокислот у зерні пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: тези доповідей V Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Київ. 2016. С. 60–61.
38. Любич В. В., Полянецька І. О., Зайчук О. М. Оцінка на якість зерна у гібридних популяцій F_4 і F_5 *T. aestivum* L. / *T. spelta* L. // Матеріали Міжн. наук. конф. 16–18 березня 2016 року, присвяченої світлій пам'яті Федора Микитовича Парія. Умань. 2016. С. 215–216.
39. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Киселева М. И. Вплив гібридизації *Tr. aestivum* L. / *Tr. spelta* L. на геометричну характеристику зернівок пшениці спельти // Селекційно-генетична наука і освіта: матеріали VI Міжн. наук. конф. Умань. 2017. С. 157–158.
40. Любич В. В. Формування вмісту білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти // Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин: матеріали Міжн. наук. конф. Одеса. 2017. С. 92–94.
41. Господаренко Г. М., Любич В. В. Вміст амінокислот у зерні сортів і ліній пшениць в умовах органічного виробництва // Органічне виробництво і продовольча безпека: матеріали V Міжн. наук.-прак. конф. Житомир. 2017. С. 27–32.

РОЗДІЛ 4

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ТА ЗЕРНОПРОДУКТІВ ПШЕНИЦЬ (М'ЯКОЇ, СПЕЛЬТИ, ЩІЛЬНОКОЛОСОЇ ТА ЕФІОПСЬКОЇ)

4.1 Технологічне оцінювання зерна різних пшениць (м'яка, щільноколоса, ефіопська) і продуктів його перероблення

4.1.1 Технологічні властивості зерна. Фізико-механічні властивості зерна є важливими показниками, які враховують під час післязбирального оброблення, оскільки зерно зазнає руйнування, перемішування та сегрегації при транспортуванні. Вони також впливають на проектування та розрахунок технологічного обладнання, що враховують під час формування моделей та емпіричних математичних залежностей для встановлення оптимальних параметрів робочих органів машин [578, 702–706].

Встановлено, що довжина зернівок пшениці істотно залежить від сорту та лінії. Так, найдовшими були зернівки сорту Вдала – 6,6 мм із мінливістю від 6,0 до 7,2 мм ($V=7\%$), що істотно більше порівняно зі стандартом ($HIP_{05}=0,3$) (табл. 4.1). Довжина зернівок решти сортів від 5,1 до 6,5 мм, проте коефіцієнт варіювання був незначним. Довжина зернівок ліній пшениці м'якої, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., була істотно більшою від 6,9 до 7,6 мм із мінливістю від 6,0 до 8,1 мм ($V=5-10\%$). Довжина зернівок ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.) і *Triticum kiharae*, від 6,7 до 7,2 мм, що також була істотною порівняно із сортом-стандартом.

Вважається [437], що зернівка дуже довга ≥ 9 мм, довга – 8–9, середньої довжини – 6–8, коротка – 5–6 і дуже коротка – ≤ 5 мм. Отже, рослини всіх сортів і ліній формували середні за довжиною зернівки, крім сорту пшениці білозерної Кулундинка та лінії пшениці щільноколосої, зернівки яких мали коротку зернівку.

Таблиця 4.1

Лінійні розміри зернівок сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), мм

Сорт, лінія	Довжина (l)			Ширина (a)			Товщина (b)		
	$x \pm S_x$	lim	V, %	$x \pm S_x$	lim	V, %	$x \pm S_x$	lim	V, %
Подільянка (st)	$6,3 \pm 1,3$	6,0–7,2	7	$2,9 \pm 0,5$	2,6–3,1	6	$2,9 \pm 0,3$	2,8–3,0	3
Вікторія одеська	$6,0 \pm 0,1$	6,0–6,1	1	$2,8 \pm 0,5$	2,6–3,1	6	$2,9 \pm 0,2$	2,8–3,0	3
Ластівка одеська	$6,1 \pm 0,2$	6,0–6,2	1	$2,9 \pm 0,5$	2,6–3,1	6	$2,9 \pm 0,4$	2,6–3,0	5
Ужинок	$6,1 \pm 0,2$	6,0–6,2	1	$2,8 \pm 0,4$	2,6–3,0	6	$2,8 \pm 0,4$	2,6–3,0	6
Кохана	$6,1 \pm 0,3$	5,9–6,2	2	$2,8 \pm 0,4$	2,6–3,0	5	$2,9 \pm 0,3$	2,8–3,0	3
Вдала	$6,6 \pm 1,4$	6,0–7,2	7	$2,8 \pm 0,4$	2,6–3,0	5	$2,9 \pm 0,3$	2,7–3,0	4
Щедра нива	$6,0 \pm 0,1$	6,0–6,1	1	$2,8 \pm 0,4$	2,6–3,0	5	$2,9 \pm 0,3$	2,8–3,0	3
Паннонікус	$6,0 \pm 0,1$	6,0–6,1	1	$2,8 \pm 0,4$	2,6–3,0	5	$2,9 \pm 0,3$	2,7–3,0	4
Емеріно	$6,1 \pm 0,3$	6,0–6,3	2	$2,6 \pm 0,4$	2,4–2,8	5	$2,9 \pm 0,3$	2,7–3,0	4
Лупус	$6,1 \pm 0,2$	6,0–6,2	1	$2,7 \pm 0,4$	2,4–2,8	5	$2,8 \pm 0,3$	2,6–3,0	4
Суасон	$6,5 \pm 0,6$	6,2–6,9	3	$2,8 \pm 0,4$	2,6–3,0	5	$2,9 \pm 0,2$	2,8–3,0	3
Кулундинка	$5,1 \pm 0,4$	5,0–5,4	3	$2,4 \pm 0,4$	2,2–2,6	6	$2,8 \pm 0,4$	2,6–3,0	5
Уманчанка	$5,1 \pm 0,4$	5,0–5,4	3	$2,3 \pm 0,6$	2,0–2,6	9	$2,3 \pm 0,5$	2,0–2,6	7
Ас Маскіннон	$6,1 \pm 0,2$	6,0–6,2	1	$2,6 \pm 0,4$	2,4–2,8	5	$2,9 \pm 0,4$	2,6–3,0	5
Чорноброва	$6,1 \pm 0,3$	6,0–6,3	2	$2,8 \pm 0,4$	2,6–3,0	5	$2,9 \pm 0,3$	2,7–3,0	4
Ефіопська 1	$6,4 \pm 1,3$	6,0–7,1	7	$2,5 \pm 0,5$	2,2–2,8	7	$2,9 \pm 0,3$	2,7–3,0	4
LPP 1314	$6,9 \pm 1,9$	6,0–8,0	10	$2,8 \pm 0,6$	2,4–3,0	8	$2,8 \pm 0,7$	2,4–3,0	8
LPP 3118	$7,4 \pm 1,1$	7,0–8,0	5	$2,4 \pm 0,5$	2,1–2,7	8	$2,4 \pm 0,5$	2,1–2,7	8
LPP 2793	$7,6 \pm 1,3$	7,0–8,1	6	$2,5 \pm 0,5$	2,2–2,8	7	$2,6 \pm 0,3$	2,4–2,8	5
NAK46/12	$6,7 \pm 1,3$	6,0–7,3	7	$2,5 \pm 0,4$	2,3–2,8	6	$2,5 \pm 0,4$	2,3–2,8	6
NAK61/12	$7,2 \pm 1,6$	6,0–8,0	8	$2,7 \pm 0,6$	2,4–3,0	8	$2,7 \pm 0,6$	2,4–3,0	8
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,3</i>	–	–	<i>0,1</i>	–	–	<i>0,1</i>	–	–

Ширина зернівок пшениці м'якої сорту Подолянка в середньому становила 2,9 мм з коефіцієнтом варіювання 6 %. Лише зернівки сорту Ластівка одеська були на рівні стандарту. У решти сортів і ліній пшениць рослини формували зернівки з істотно меншою шириною ($HIP_{05}=0,1$) – від 2,3 до 2,8 мм. Найменша ширина зернівок була в лінії пшениці щільноколосої Уманчанка – 2,3 мм із мінливістю від 2,0 до 2,6 мм ($V=9\%$).

Вважається [169], що зернівки дуже широкі $> 2,0$ мм, середні – 1,2–2,0 і вузькі – $< 1,2$ мм. Зернівки усіх досліджуваних сортів і ліній пшениці спелти були дуже широкими.

Мала також товщина зернівок сортів і ліній пшениць. Із 24 сортів і ліній товщину 2,9 мм мали зернівки 14 сортів і ліній, а в решти – вона від 2,3 до 2,8 мм. Зернівки всіх інтрогресивних ліній пшениці м'якої були істотно тоншими порівняно з контролем.

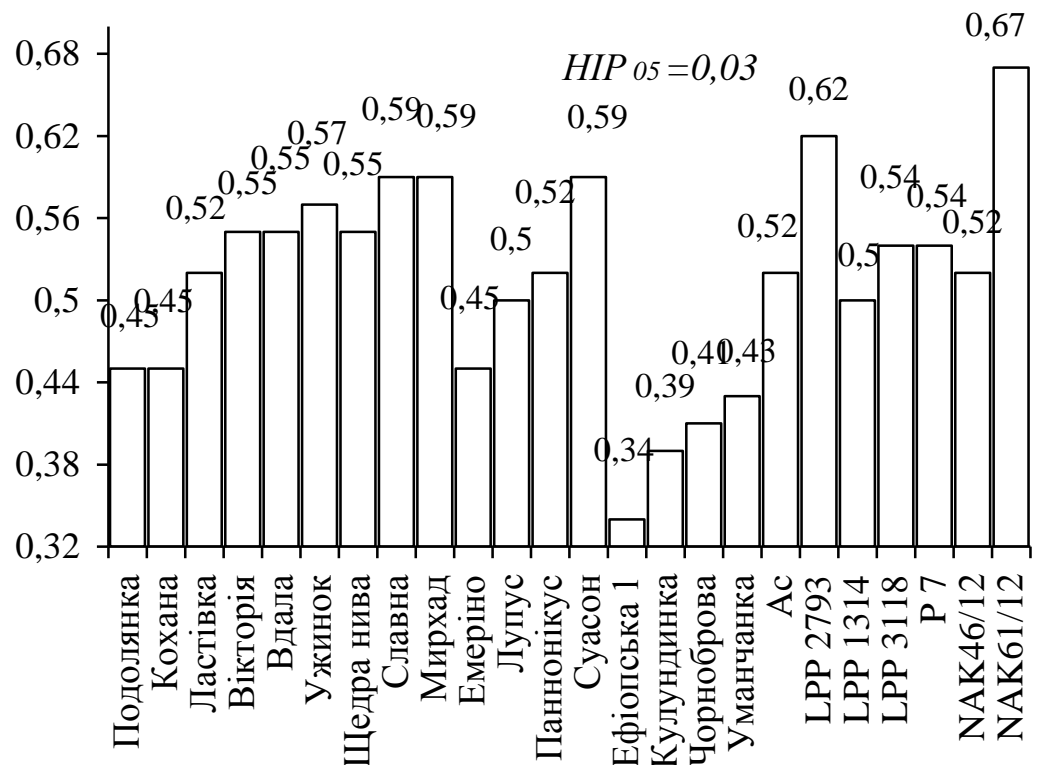
Зернівки досліджуваних сортів і ліній різних видів пшениць мали різну форму, проте найпоширенішою була видовжена та овальна (додаток В.1). Так, дуже видовженими були зернівки ліній LPP 2793 і LPP 3118, овальними – зернівки сортів Ластівка одеська, Вікторія одеська, Щедра нива, Мирхад, Паннонікус, Кулундинка, Ас Maskinnon, видовжену зернівку мали сорти Подолянка, Ужинок, Вдала, Кохана, Славна, Емеріно, Суасон, Лупус, Чорноброва, лінії LPP 1314, P 7, NAK 46/12 і NAK 61/12.

Дослідження свідчать, що в сортів пшениці м'якої глибина борозенки від 1,3 до 1,7 мм за $V=2-5\%$, а в ліній – від 1,3 до 1,8 за $V=4-14\%$ (додаток В.2). Найбільшу глибину борозенки мали зернівки сортів Славна, Мирхад, Суасон, лінії NAK61/12 – 1,7–1,8 мм або більшу на 31–38 % порівняно з сортом-стандартом Подолянка (1,3 мм). Найменшою вона була в зернівок пшениці ефіопської та пшениці щільноколосої – 1,0 мм або менше на 23 %. У сортів Подолянка, Кохана, Емеріно, Чорноброва, Кулундинка, ліній P 7, LPP 3118, NAK46/12 борозенка була – 1,1–1,3 мм.

Вважається, що краще параметри борозенки зерна характеризує відношення між її шириною та товщиною зернівки. З'ясовано, що воно істотно залежить від сорту та лінії (рис. 4.1).

Відношення глибини борозенки до товщини зернівки

Відношення глибини борозенки до товщини зернівки



Відношення ширини петлі борозенки до ширини зернівки

Відношення ширини петлі борозенки до ширини зернівки

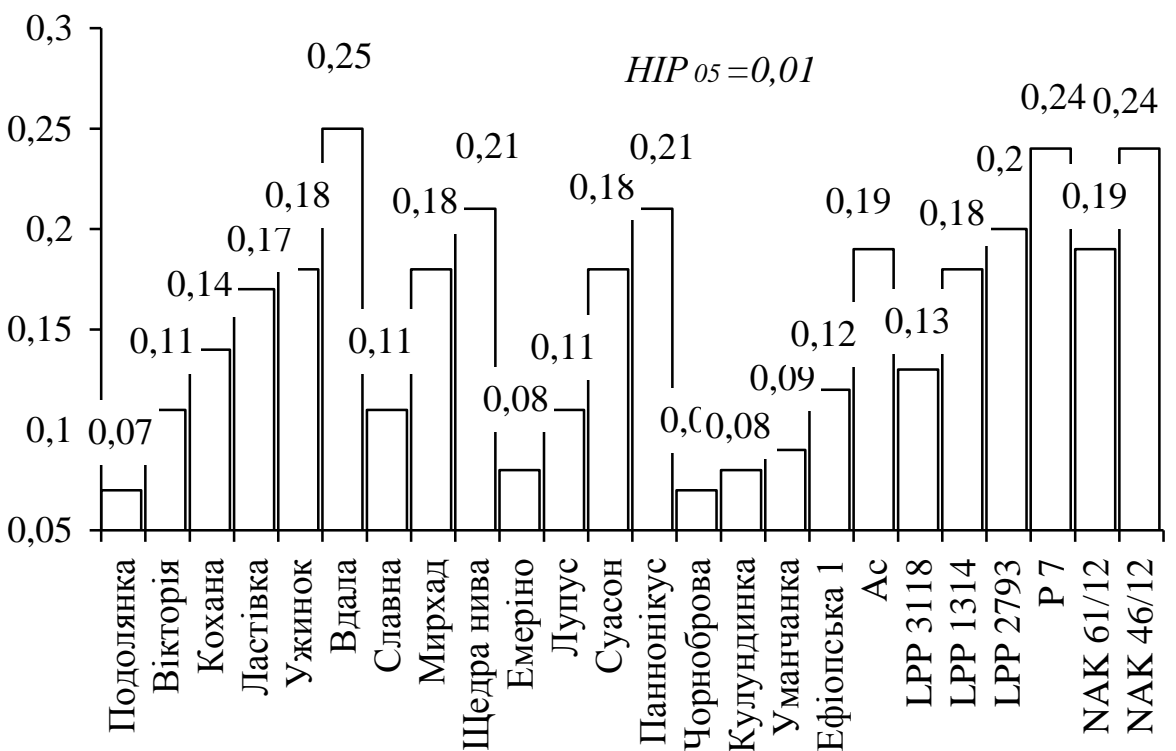


Рис. 4.1 Відношення глибини борозенки до товщини та ширини петлі борозенки до ширини зернівки сортів і ліній різних видів пшениць, 2013–2015 рр.

За цим показником заслуговують на увагу лінії Ефіопська 1 – 0,39, Уманчанка – 0,40 і сорти Кулундинка – 0,39 і Чорноброва – 0,41, що істотно менше порівняно з сортом Подолянка (st), в зернівках якого цей показник становив 0,45. Очевидно, що зерно досліджуваних ліній і сортів краще вимелюється. Відношення глибини борозенки до товщини зернівки решти сортів пшениці м'якої змінювалось від 0,50 до 0,59 або на 11–31 % більше стандарту. Зерно інтрогресивних ліній пшениці також мало високе відношення глибини борозенки до товщини зернівки, яке змінювалось від 0,50 до 0,67 або на 11–49 % більше.

Найменше відношення ширини петлі борозенки до ширини було в зернівок сортів Подолянка – 0,07, Чорноброва – 0,07, Емеріно та Кулундинка – 0,08 і лінії Уманчанка – 0,09, що свідчить про менше розвинену петлю борозенки. У зернівок решти сортів і ліній пшениці це відношення було істотно більшим ($HIP_{05}=0,01$) від 0,11 до 0,25.

Показники геометричної характеристики зернівок і фізичні властивості зерна пшениці залежали від сорту та лінії (додаток В.3). Об'єм зернівки від 14,0 до 28,1 мм³ залежать від сорту та лінії. Проте лише зернівки сортів Вдала та Суасон мали об'єм зернівки на рівні стандарту, який був від 27,4 до 27,9 мм³ та ліній LPP 1314 і NAK61/12 – від 27,3 до 28,1 мм³. Найменший об'єм мали зернівки лінії Уманчанка (14,0 мм³) і білозерної пшениці сорту Кулундинка – 17,8 мм³. Слід відзначити, що їхні зернівки також мали найменшу площу зовнішньої поверхні – відповідно 38,7 і 48,8 мм² проти 73,2 мм² у зернівок лінії LPP 2793.

Результати досліджень свідчать, що вміст анатомічних складових зернівок залежить від сорту та лінії пшениць (табл. 4.2). Так, вміст ендосперму в зерні сортів пшениці м'якої був від 81,7 до 87,8 %, проте істотно вищим – лише у п'яти сортів: Вдала, Кохана, Паннонікус, Емеріно і Лупус ($HIP_{05}=4,1$). Зерно пшениці щільноколосої Уманчанка, лінії пшениці м'якої, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. та інтрогресивної лінії NAK 46/12 також характеризувались істотно вищим вмістом ендосперму (85,0–87,8 %). Найнижчий вміст ендосперму мали зернівки лінії пшениці ефіопської

Ефіопська 1 – 79,8 %. Вміст оболонки у зернівках був від 10,0 до 17,8 %, а зародку – від 1,3 до 2,4 % залежно від сорту та лінії пшениць.

Таблиця 4.2

Анатомічні складові зернівок сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Сорт, лінія	Вміст					
	ендосперму	до st, ±	оболонки	до st, ±	зародку	до st, ±
Подільянка (st)	81,7	–	16,4	–	1,9	–
Ластівка одеська	83,2	1,5	15,1	-1,3	1,7	-0,2
Ужинок	84,4	2,7	13,8	-2,6	1,8	-0,1
Вікторія одеська	84,6	2,9	13,9	-2,5	1,5	-0,4
Вдала	86,2	4,5	12,1	-4,3	1,7	-0,2
Кохана	87,2	5,5	10,8	-5,6	2,0	0,1
Мирхад	82,8	1,1	15,7	-0,7	1,5	-0,4
Щедра нива	83,3	1,6	15,1	-1,3	1,6	-0,3
Славна	84,9	3,2	13,0	-3,4	2,1	0,2
Суасон	84,2	2,5	13,7	-2,7	2,1	0,2
Паннонікус	85,1	3,4	12,9	-3,5	2,0	0,1
Емеріно	87,2	5,5	11,4	-5,0	1,4	-0,5
Лупус	87,8	6,1	10,0	-6,4	2,2	0,3
Ефіопська 1	79,8	-1,9	17,8	1,4	2,4	0,5
Чорноброва	80,8	-0,9	17,1	0,7	2,1	0,2
Кулундинка	82,1	0,4	16,2	-0,2	1,7	-0,2
Ас Маскіннон	84,8	3,1	13,4	-3,0	1,8	-0,1
Уманчанка	86,0	4,3	12,6	-3,8	1,4	-0,5
Р 7	86,4	4,7	12,2	-4,2	1,4	-0,5
LPP 1314	87,1	5,4	11,5	-4,9	1,4	-0,5
LPP 2793	87,4	5,7	11,3	-5,1	1,3	-0,6
LPP 3118	87,8	6,1	10,9	-5,5	1,3	-0,6
NAK61/12	84,2	2,5	14,1	-2,3	1,7	-0,2
NAK46/12	85,0	3,3	13,4	-3,0	1,6	-0,3
<i>НІР₀₅</i>	<i>4,1</i>	–	<i>0,7</i>	–	<i>0,1</i>	–

Крупність зерна сортів пшениці знаходилась від 2,6–2,8 мм до 2,8–3,0, ліній – від 2,2–2,4 до 2,8–3,0 мм (табл. 4.3). Зерно пшениці щільнокосої було з найменшою крупністю – 2,2–2,4, а пшениці ефіопської – 2,4–2,6 мм.

Найвищу вирівняність мало зерно сортів Подільянка, Кохана, Лупус, Паннонікус – 70,3–73,0 % і зерно лінії LPP 1314 – 73,7 %. У решти сортів і ліній пшениці м'якої цей показник коливався від 54,3 до 67,4 % або був меншим на

4,0–17,1 % порівняно зі стандартом (71,4 %). Найнижчу вирівняність мало зерно пшениці щільноколосої – 48,0 %.

Таблиця 4.3

Крупність і вирівняність зерна сортів і ліній різних видів пшениць, 2013–2015 рр.

Сорт, лінія	Крупність, мм	Вирівняність, %	Фракція, %		
			крупна	середня	дрібна
Подольянка (st)	2,8–3,0	71,4	71,4	27,9	0,7
Вікторія одеська	2,6–2,8	54,3	46,5	49,6	3,9
Вдала	2,6–2,8	61,5	52,4	46,1	1,5
Кохана	2,6–2,8	70,4	57,5	41,1	1,4
Ластівка одеська	2,8–3,0	64,7	64,7	33,7	1,6
Ужинок	2,8–3,0	67,4	67,4	31,3	1,3
Славна	2,6–2,8	62,6	50,5	47,8	1,7
Щедра нива	2,8–3,0	59,9	59,9	39,1	1,0
Мирхад	2,8–3,0	67,5	67,5	32,2	0,3
Емеріно	2,6–2,8	61,7	34,8	63,7	1,5
Лупус	2,6–2,8	70,3	48,5	51,0	0,5
Суасон	2,8–3,0	65,6	65,6	33,5	0,9
Паннонікус	2,8–3,0	73,0	73,0	24,8	2,2
Кулундинка	2,2–2,4	61,4	6,1	82,9	11,0
Уманчанка	2,2–2,4	48,0	8,5	60,7	30,8
Ефіопська 1	2,4–2,6	60,6	21,3	72,7	6,0
Ас Маскіннон	2,6–2,8	65,5	40,8	56,7	2,5
Чорноброва	2,8–3,0	57,9	57,9	38,3	3,8
LPP 3118	2,2–2,4	65,1	3,7	78,8	17,5
LPP 2793	2,4–2,6	64,8	18,0	76,8	5,2
P 7	2,4–2,6	47,7	28,4	61,1	10,5
LPP 1314	2,8–3,0	73,7	73,7	22,9	3,4
NAK46/12	2,4–2,6	61,6	25,5	70,6	3,9
NAK61/12	2,6–2,8	59,0	52,0	45,5	2,5
<i>НІР₀₅</i>	–	3,0	0,9	2,5	0,2

Зерно сортів пшениці Подольянка, Паннонікус, Кохана, Ужинок, Мирхад, Лупус і лінії LPP 1314 мало найвищий вміст крупної фракції – 67,4–73,7 %. Найменший вміст крупної фракції був у зерні сорту Кулундинка та лінії LPP 3118 – 3,7–6,1 %. Вміст крупної фракції також був низьким у зерні пшениці щільноколосої та пшениці ефіопської – відповідно 8,5 і 21,3 %. Проте середньої фракції у цих сортів і ліній було найбільше – 76,8–82,9 %. Найвищий відсоток

дрібною фракцією був у зерні пшениці щільноколосої – 30,8 %. У зерні решти сортів і ліній він коливався від 0,7 до 17,5 % (додаток В.4).

На розмелювальну здатність зерна пшениці впливає його твердість. До твердозерного відносять зерно з індексом розміру часточок 13–26 %, а для м'якозерного типу цей показник становить > 27 %. Відомо, що пшениці з високою твердістю зерна мають індекс розміру часточок 13–17 %, з середньою – 18–21 і низькою – 22–26 % [169].

Встановлено, що залежно від сорту та лінії пшениці індекс розміру часточок знаходився від 20,9 до 63,1 % (рис. 4.2).

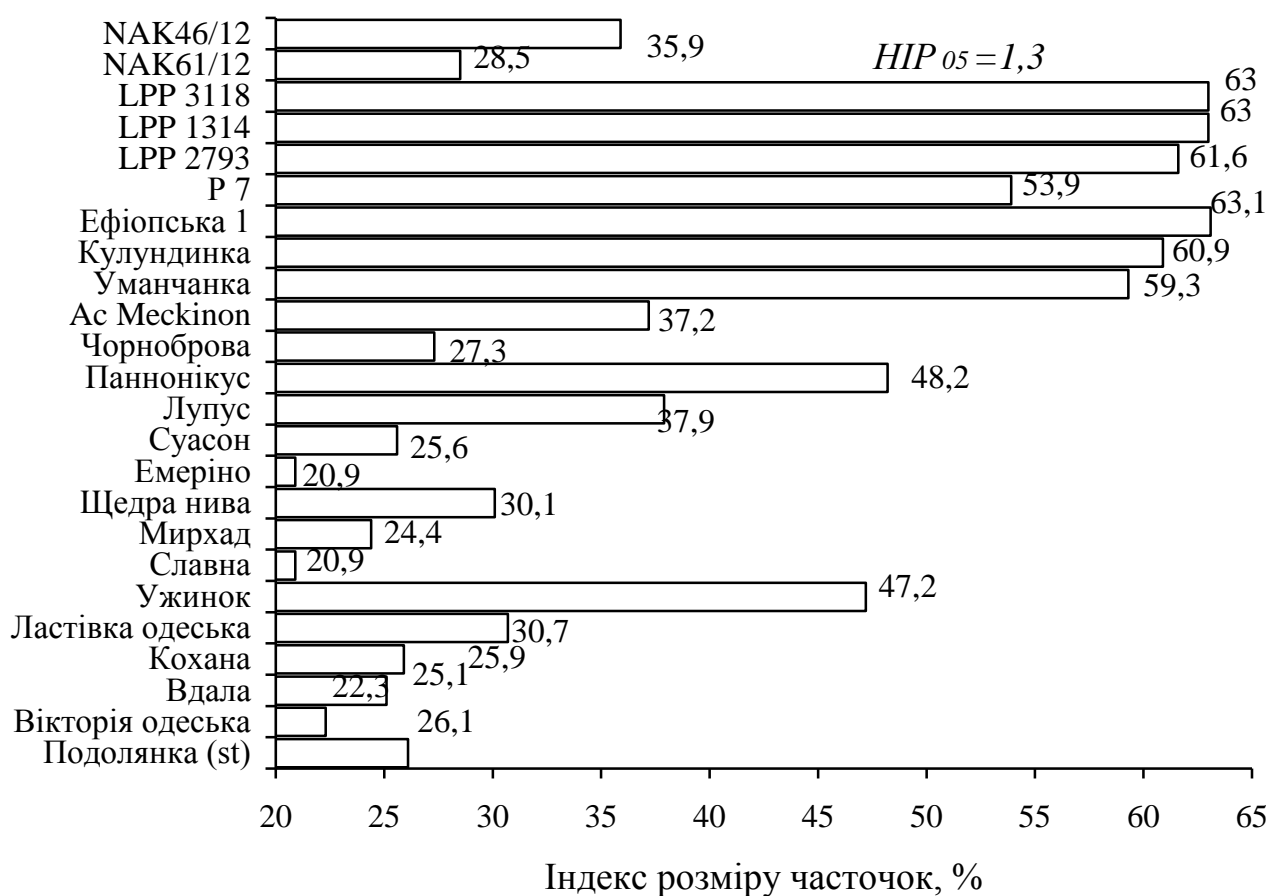


Рис. 4.2 Індекс розміру часточок зерна сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Зерно двох сортів пшениці (Славна, Емеріно) мало середню твердозерність – 20,9 %, а сортів Подольянка, Вікторія одеська, Вдала, Кохана, Мирхад, Суасон – низьку (22,3–25,9 %). Зерно решти сортів і ліній пшениці мало м'якозерний тип з індексом розміру часточок від 27,3 до 61,6 %.

Зусилля, необхідне для руйнування зернівки стисненням і сколюванням,

значно змінювалось залежно від сорту та лінії пшениці (додаток В.5, В.6). Найбільшим було зусилля, необхідне для руйнування зернівок стисненням у сортів пшениці Мирхад, Лупус, Паннонікус, Чорноброва – 139,4–144,2 Н або більше на 32–36 % порівняно з сортом-стандартом Подолянка (106,0 Н). Найменшим воно було в зернівок сортів Ластівка одеська та Кулундинка – 81,9–88,9 Н. Цей показник у зернівок ліній Уманчанка та Ефіопська 1 був на рівні контролю – 100,7–107,7 Н.

Отже, лінійні розміри, характеристика глибини, ширини петлі борозенки, крупність і вирівняність зерна залежали від сорту та лінії пшениць. Для зерна пшениць властивий великий діапазон лінійних розмірів зернівок: довжини – від 5,1 до 7,6 мм, а ширини і товщини від 2,3 до 2,9 мм залежно від сорту та лінії. Найпоширенішою серед сортів і ліній пшениць, що вивчалися, була видовжена та овальна форма зернівок. З'ясовано, що зерно сортів пшениці м'якої Подолянка, Кохана, Емеріно, Кулундинка, Чорноброва і лінії пшениці ефіопської Ефіопська 1 та пшениці щільноколосої Уманчанка мають найменшу глибину та ширину петлі борозенки.

4.1.2 Хлібопекарські, круп'яні, кондитерські властивості зерна та їхній вплив на якість готових продуктів. Основна частка від загального виробництва борошна традиційно належить пшеничному – близько 90 %. Частка житнього борошна становить менше 10 %, а інших видів – менше 1 % [492]. Відомо понад 10 показників, що характеризують борошномельні властивості, проте найважливіші з них – вихід борошна та вміст золи у зерні, оскільки характеризують розмелювальну здатність і зольність борошна [416].

Для пшениці дуже високим вважається вихід борошна ≥ 76 %, 73,0–75,9 – високим, 70,0–72,9 – середнім, 67,0–69,9 – низьким і $\leq 66,8$ % – дуже низьким [169].

Найвищий вихід борошна одностороннього помелу отримано із зерна сортів пшениці Вдала, Кохана, Мирхад, Паннонікус, Лупус, Емеріно, Ас Maskinnon – 80,2–82,7 % або більше на 4,8–7,3 % порівняно зі стандартом (75,4 %) (додаток В.7). Високий вихід борошна забезпечувало перероблення зерна міжвидових та інтрогресивних ліній пшениці – 80,4–83,6 %. Найнижчий вихід отримано із зерна

пшениці ефіопської – 73,0 %.

Високий вихід борошна отримано під час розмелу зерна сортів пшениці Подолянка, Ужинок, Чорноброва, лінії Ефіопська 1 – 73,0–75,6 %, а в решти сортів і ліній – дуже високий.

На вихід борошна впливала кількість ендосперму в зернівці. Між цими показниками встановлено високий кореляційний зв'язок ($r = 0,87 \pm 0,01$), що описується рівнянням регресії $y = 0,7316x + 26,503$, де y – вихід борошна, %; x – вміст ендосперму, % (рис. 4.3).

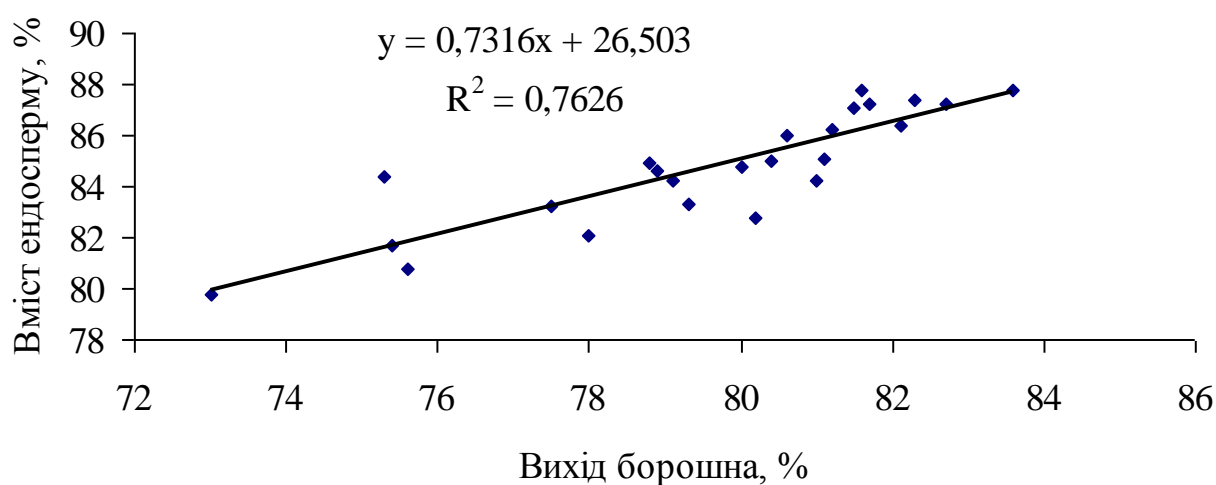


Рис. 4.3 Кореляційна залежність між виходом борошна та вмістом ендосперму

Для пшениці дуже високими борошномельні властивості вважаються за вмісту золи у борошні $\leq 0,55$ %, 0,56–0,65 – високі, 0,66–0,75 – середні, 0,76–0,85 – низькі та $\geq 0,86$ % – дуже низькі.

Встановлено, що вміст золи у борошні після першого розмелювання був меншим порівняно з борошном другого та третього розмелювання (додаток В.8). Найменшим він був у борошні сортів Ластівка одеська, Щедра нива, Славна, Кулундинка, Чорноброва – 0,46–0,57 % або менше на 14–30 % порівняно з сортом-стандартом Подолянка (0,66 %). У борошні решти сортів і ліній вміст золи становив 0,59–0,75 %. Проте за цим показником борошно всіх сортів і ліній відповідало нормам для першого сорту (0,55 %).

За вмістом золи у борошні вищого сорту всі зразки зерна сортів і ліній пшениць мали дуже високі борошномельні властивості.

Між вмістом золи у борошні та вмістом золи у зерні пшениці встановлено дуже високий кореляційний зв'язок ($r = 0,91 \pm 0,01$), тому для визначення борошномельних властивостей необхідно визначати цей показник у зерні.

Для пшениці дуже високими вважаються борошномельні властивості за вмісту золи в зерні $\leq 1,65$ %, $1,66$ – $1,85$ – високими, $1,86$ – $2,05$ – середніми, $2,06$ – $2,25$ – низькими і $\geq 2,25$ % – дуже низькими [169].

Вміст золи у зерні досліджуваних сортів і ліній пшениць знаходився від $1,20$ до $2,21$ % (додаток В, рис. В.1). Найнижчий вміст золи був у зерні сортів пшениці Ластівка одеська, Кохана, Вдала, Вікторія одеська, Щедра нива, Славна, Мирхад, Ас Maskinpon, Чорноброва, Кулундинка, ліній LPP 3118, LPP 1314, NAK46/12 – $1,20$ – $1,67$ %. Борошномельні властивості зерна цих сортів і ліній визначені як дуже високі. Найвищий вміст золи був у зерні сорту пшениці м'якої Паннонікус, пшениці щільноколосої, ліній LPP 2793, NAK 61/12 – $2,01$ – $2,21$ %, борошномельні властивості визначені як низькі. У решти сортів зерно мало високі показники борошномельних властивостей, оскільки вміст золи становив $1,75$ – $1,85$ %.

Білизна борошна залежала від сортів і ліній пшениці (додаток В.9). Так, середньозважений показник білизни борошна сортів пшениці м'якої становив 48 – 51 од. п. і ліній пшениці – 48 – 53 од. п., що відповідає нормам для першого сорту. Найвищу білизну борошна отримано із зерна пшениці щільноколосої та білозерної пшениці – 62 – 65 од. п., а найнижчу в сорту пшениці Чорноброва та пшениці ефіопської з фіолетовим забарвленням зернівок – 33 – 38 од. п.

Отже, вихід борошна залежить від вмісту ендосперму в зернівці, а вміст золи та білизна борошна – від біохімічних особливостей зерна сортів і ліній. Найвищий вихід борошна високої якості забезпечує перероблення зерна сортів Вдала, Кохана, Мирхад, Паннонікус, Лупус, Емеріно, Ас Maskinpon, ліній Уманчанка, LPP 2793, P 7, LPP 3118, LPP 1314, NAK61/12, NAK46/12. Перероблення зерна білозерної пшениці забезпечує отримання борошна з

найвищою білизнаю.

Із 10 сортів пшениці м'якої національної селекції клейковина п'яти була доброю, а чотирьох – задовільно слабкою, оскільки індекс деформації відповідно становив 59–69 і 79–84 од. ВДК (рис. 4.4). Добру клейковину мало зерно сорту Суасон, а в решти сортів – задовільно слабка.

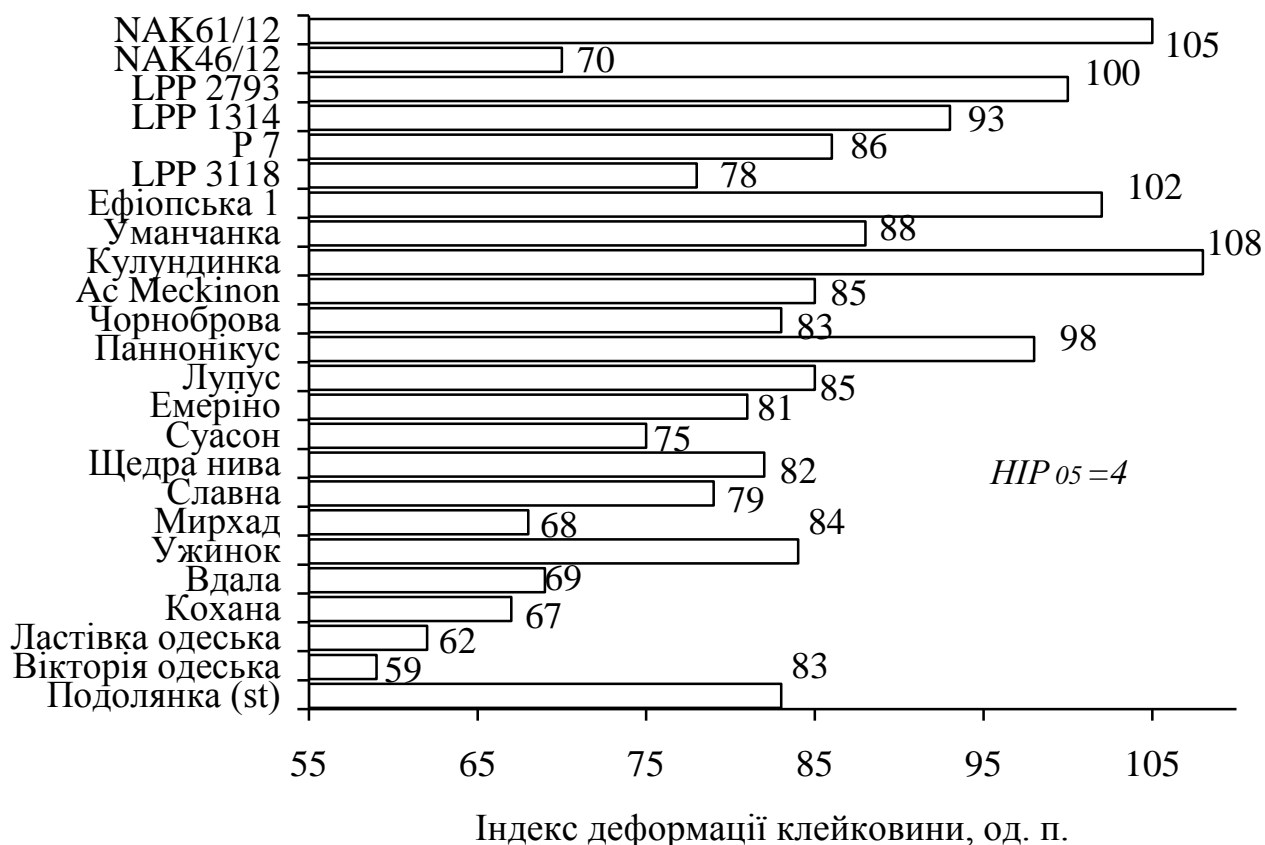


Рис. 4.4 Індекс деформації клейковини сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), од. ВДК

Клейковина білозерної пшениці також може бути доброю або задовільно слабкою, оскільки індекс деформації становив 85–108 од. ВДК. Задовільно слабку клейковину мало зерно пшениці щільноколосої та лінії пшениці м'якої, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. Клейковина пшениці ефіопської та лінії НАК61/12 була незадовільно слабкою, а в НАК46/12 – добра.

Показник числа падання вказує на цілісність крохмалю та активність α -амілази. Для пшениці активність α -амілази вважається високою за числа падання менше 80 с, середньою – 80–150, доброю – 150–250 і низькою – понад 250 с. У

досліджуваних сортів і ліній пшениці цей показник знаходився від 418 до 431 с (додаток В, рис. В.2).

Отже, активність α -амілази у зерні досліджуваних сортів і ліній пшениці була низькою. Тому цей фермент не може погіршувати хлібопекарські властивості зерна.

Об'єм хліба істотно залежав від сорту борошна та сортів і ліній пшениць (додаток В.10). Об'єм хліба з борошна вищого сорту становив від 343 до 481 см³ у сортів, створених в умовах Степу, у сортів селекції Лісостепу – від 303 до 498, а у сортів закордонної селекції – від 330 до 513 см³, проте він був меншим порівняно зі стандартом (сорт Подолянка), крім сорту Емеріно, в якого об'єм хліба був на 5 % більшим.

Об'єм хліба з борошна зерна сортів білозерної пшениці та щільноколосої і сорту Чорноброва з червоним забарвленням зернівок також був меншим порівняно з контролем. У пшениці ефіопської об'єм хліба був майже на рівні сорту Подолянка. Об'єм хліба з борошна лінії пшениці м'якої LPP 1314, отриманої гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., був найбільшим по досліді і становив 520 см³ або на 6 % більше порівняно з контролем, а в лінії Р 7 – на рівні стандарту. У решти ліній він був на 73–116 см³ меншим порівняно з сортом Подолянка.

Оцінка в балах об'єму хліба знаходилась від 1,0 до 7,6. Найвищою оцінкою характеризувалось борошно, отримане з сортів Подолянка, Ужинок, Щедра нива, Емеріно, ліній Ефіопська 1, LPP 1314 і Р 7 – 7,0–7,6 бала.

Тенденція об'єму хліба з обойного борошна була подібною, проте він був на 15–20 % меншим. Найвищу оцінку отримало борошно сортів Подолянка, Щедра нива, Емеріно, Кулундинка, Чорноброва, ліній Ефіопська 1, Уманчанка, LPP 1314 і Р 7 – 5,0–5,6 бала.

Показники якості хліба з борошна вищого сорту істотно змінювались залежно від сорту та лінії пшениці (табл. 4.4). З 24 сортів і ліній пшениці темно-золотистий колір скоринки (9 бала) мав хліб, отриманий з борошна 16 сортів і ліній. У сортів Вдала та Ас Maskinpon він був золотистий (7 бала), а в решти –

світло-золотистий (5 бала).

Таблиця 4.4

**Якість хліба з борошна вищого сорту сортів і ліній різних видів
пшениць, 2013–2015 рр.**

Сорт, лінія	Поверхня хліба, бал			Показники якості м'якуша, бал							Загальна оцінка	
	Колір скоринки	Поверхня скоринки	Величина глянцевої поверхні	Колір м'якуша	Еластичність	Аромат	Смак	Крупність пор	Рівномірність розміщення	Консистенція		
											бал	%
Подільянка (st)	9	7	5	7	7	7	7	7	9	7	7,2	80
Ластівка одеська	5	5	3	9	5	5	5	3	7	5	5,2	58
Вікторія одеська	5	5	3	9	5	5	5	3	7	5	5,2	58
Вдала	7	5	3	9	5	5	5	3	7	5	5,4	60
Ужинок	9	7	5	9	7	7	7	7	9	7	7,4	82
Кохана	9	9	9	9	9	9	9	3	7	9	8,2	91
Мирхад	5	5	3	7	5	5	5	3	7	5	5,0	56
Славна	5	5	3	7	5	5	5	5	7	5	5,2	58
Щедра нива	9	7	5	9	7	7	7	7	9	7	7,4	82
Суасон	9	7	5	7	7	7	7	7	9	7	7,2	80
Емеріно	9	7	7	9	9	7	7	7	9	7	7,8	87
Паннонікус	9	7	9	9	9	9	9	5	7	9	8,2	91
Лупус	9	9	7	7	9	9	9	9	9	9	8,6	96
Ас Maskinnon	7	5	5	9	5	5	5	7	9	5	6,2	69
Чорноброва	–	7	7	–	9	9	9	5	7	9	7,8	86
Ефіопська 1	–	5	9	–	9	9	9	5	7	9	7,8	86
Уманчанка	9	7	7	9	9	9	9	7	9	9	8,4	93
Кулундинка	9	7	9	9	9	9	9	7	9	9	8,6	96
LPP 2793	9	5	9	7	9	9	9	5	7	9	7,8	87
LPP 1314	9	5	9	7	9	9	9	5	7	9	7,8	87
LPP 3118	9	7	9	7	9	9	9	9	9	9	8,6	96
P 7	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	8,8	98
NAK61/12	9	5	7	7	9	9	9	5	7	9	7,6	84
NAK46/12	9	7	9	7	9	9	9	5	7	9	8,0	89
<i>HIP₀₅</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4	–

Бездоганно гладеньку без пухирців, тріщин і підривів мав хліб, отриманий з борошна сортів Кохана і Лупус, що відповідало найвищій оцінці шкали.

Досить гладеньку поверхню мав хліб сортів Подолянка, Ужинок, Щедра нива, Суасон, Емеріно, Паннонікус, Чорноброва і Кулундинка, ліній Уманчанка, LPP 3118, P 7 і NAK46/12 з оцінкою 7 бала, а в решти сортів і ліній вона була ледь шорсткуватою, з короткими тріщинами, що не проходили через усю поверхню та займали до 25 % поверхні скоринки (5 бала).

Величина глянцевої поверхні займала всю поверхню скоринки (9 бала) у хліба із зерна сортів Кохана, Паннонікус і Кулундинка, ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., Ефіопська 1 і NAK46/12, що було істотно більше порівняно з сортом Подолянка. В хлібинах, отриманих із борошна сортів Емеріно, Лупус і Чорноброва, пшениці щільнокосої та лінії NAK61/12 глянець займав до 75 % його скоринки, що відповідало 7 балам. Глянець займав половину поверхні хліба сортів Подолянка, Ужинок, Суасон і Ас Maskinpon – 5 бала. У решти сортів він займав до 25 % поверхні скоринки хліба.

Колір м'якуша хліба мав дуже високу оцінку – від дуже світлого (9 бала) до світлого з жовтим відтінком (7 бала).

Сильно виражений аромат (9 бала) мав хліб, отриманий з борошна сортів Кохана, Паннонікус, Лупус, Чорноброва, Кулундинка, пшениці ефіопської і щільнокосої та всіх ліній пшениці м'якої. Виражений аромат мав хліб з борошна сортів Подолянка, Ужинок, Щедра нива, Суасон та Емеріно – 7 бала, а в решти сортів пшениці м'якої був слабо виражений.

Оцінка крупності пор у м'якуші хліба була від 3 до 9 бала. Дрібними і тонкостінними порами характеризувався хліб, отриманий з борошна сорту Лупус і ліній LPP 3118 і P 7 – 9 бала. Хліб із сортів пшениці Подолянка, Ужинок, Щедра нива, Суасон, Емеріно, Кулундинка та Ас Maskinpon крім дрібних тонкостінних, мав до 25 % середніх товстостінних пор, що відповідало 7 балам. Дуже дрібні недорозвинені пори мав хліб із борошна сортів Ластівка одеська, Вікторія одеська, Вдала, Кохана та Мирхад – 3 бала, а в решти сортів і ліній вони були середніми товстостінними і займали до 50 % м'якуша (5 бала). Рівномірність розміщення пор була дуже високою – від рівномірного (9 бала) до майже рівномірного (7 бала).

Вважається [169], що загальна оцінка якості з показником 8,0–9,0 бала – дуже висока, 6,6–8,0 – висока, 5,4–6,6 – середня, 4,0–5,4 – низька, < 4,0 бала – дуже низька.

У досліді дуже високу загальну оцінку якості мав хліб, отриманий з борошна сортів Кохана, Паннонікус, Лупус і Кулундинка, пшениці щільноколосої, ліній LPP 3118, P 7 і NAK46/12 – 8,2–8,8 бала або 91–98 % від максимального рівня. Загальна оцінка якості хліба з борошна сортів Подолянка, Ужинок, Щедра нива, Суасон, Емеріно, Чорноброва, пшениці ефіопської, ліній LPP 2793, LPP 1314 і NAK61/12 була високою (7,2–7,8 бала або 80–86 % максимального рівня). Середню загальну оцінку якості мав хліб з борошна сортів Вдала та As Maskinpon, а в решти сортів вона була низькою.

Колір скоринки і м'якуша хліба, отриманого з борошна сорту Чорноброва і лінії Ефіопська 1, мали фіолетовий відтінок, що не входило в межі 9-ї шкали. Тому бальну оцінку цих показників якості хліба не наведено.

Загальна оцінка якості хліба з обойного борошна була на 2–10 % нижчою порівняно з хлібом, отриманим з борошна вищого сорту (додаток В.11). Поверхня скоринки хліба, аромат, смак, крупність пор і рівномірність розміщення змінювались подібно показникам хліба, отриманого з борошна вищого сорту.

Найвищу загальну оцінку мав хліб, отриманий з обойного борошна сортів Лупус, Кулундинка, ліній Уманчанка, LPP 3118, P 7 – 8,0–8,7 бала або 89–96 % максимальної оцінки. Найнижчу оцінку мав хліб сортів Ластівка одеська, Вікторія одеська, Вдала, Мирхад, Славна, As Maskinpon – 4,7–5,0 бала або 52–56 % максимального балу. У решти зразків хліба цей показник становив 7,0–7,3 бала.

Кореляційним аналізом з'ясовано, що найбільше на величину глянцевої поверхні хліба, отриманого з борошна вищого сорту, аромат, смак, еластичність, консистенцію під час розжовування та загальну оцінку впливає вміст білка, між якими встановлено високий зв'язок ($r = 0,75 \pm 0,02 - 0,88 \pm 0,01$) (табл. 4.5). Між вмістом білка та крупністю пор і об'ємом хліба встановлено помірний кореляційний зв'язок – $r = 0,34 \pm 0,03 - 0,35 \pm 0,04$.

Істотний кореляційний зв'язок встановлено між вмістом клейковини у зерні та величиною глянцею, ароматом, смаком, консистенцією під час розжовування, загальною оцінкою ($r = 0,50-0,59$), а з еластичністю м'якуша, крупністю пор, об'ємом хліба – помірний кореляційний зв'язок ($r = 0,39-0,48$).

Таблиця 4.5

Кореляція між хлібопекарськими властивостями зерна різних видів пшениць та якістю хліба

Показник	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	Індекс деформації клейковини, од. ВДК
Хліб із борошна вищого сорту			
Об'єм, см ³	0,35	0,39	0,44
Величина глянцею, бал	0,88	0,59	0,14
Еластичність, бал	0,75	0,48	0,79
Аромат, бал	0,82	0,50	0,18
Смак, бал	0,77	0,51	0,20
Крупність пор, бал	0,34	0,40	0,39
Консистенція хліба під час розжовування, бал	0,79	0,51	0,72
Загальна оцінка, бал	0,73	0,52	0,63
Хліб із обойного борошна			
Об'єм, см ³	0,38	0,41	0,42
Еластичність, бал	0,75	0,48	0,61
Аромат, бал	0,78	0,50	0,12
Смак, бал	0,80	0,53	0,13
Крупність пор, бал	0,30	0,39	0,40
Загальна оцінка, бал	0,70	0,46	0,53

Примітка. Коефіцієнт кореляції обраховано між середніми значеннями за всіма сортами та лініями пшениць.

Індекс деформації клейковини найбільше впливав на еластичність м'якуша хліба та його консистенцію під час розжовування ($r = 0,72-0,79$). Між загальною оцінкою хліба та індексом деформації клейковини встановлено істотний кореляційний зв'язок ($r = 0,59$), а з крупністю пор м'якуша та об'ємом хліба – помірний, відповідно $r = 0,39$ і $r = 0,44$. Кореляційний зв'язок з величиною глянцею поверхні хліба, ароматом і смаком був слабкий.

Подібні кореляційні зв'язки встановлено між вмістом білка, клейковини,

індексом її деформації та показниками якості хліба з обойного борошна пшениць.

Узагальнюючи одержані дані, слід зазначити, що загальна оцінка якості хліба з різного борошна пшениці найбільше залежить від вмісту білка, що дає можливість використовувати цей показник для визначення його хлібопекарських властивостей.

Отже, технологічні властивості зерна та показники якості хліба не змінюються залежно від еколого-географічного походження сорту та лінії пшениці. Кулінарна оцінка хліба залежить від сорту та лінії пшениць, оскільки зерно має різні технологічні властивості. На величину глянцю поверхні хліба, аромат, смак, еластичність, консистенцію під час розжовування та загальну оцінку найбільше впливає вміст білка в зерні. Дещо менше на показники якості хліба впливає вміст клейковини. Крім цього еластичність м'якуша хліба та консистенція під час розжовування залежить від індексу деформації клейковини. Найвищу загальну оцінку якості має хліб, отриманий з борошна сортів Кохана, Паннонікус, Лупус і Кулундинка, пшениці щільноколосої, ліній LPP 3118, P 7 і NAK46/12.

Виробництво крупи найдешевше порівняно з іншими продуктами. Проте висока їх якість залежить від вмісту білка в зерні пшениці, а загальна ефективність технологічного процесу – від виходу готового продукту [686, 689].

Встановлено, що найвищим був вихід крупи з пшениці № 1, який істотно залежить від сорту та лінії. Так, найвищий її вихід отримано із зерна сортів Вдала, Кохана, Емеріно та Лупус – 87,4–88,6 % (додаток В.12). Зерно лінії пшениці щільноколосої Уманчанка, ліній P 3, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117, LPP 3373, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. та інтрогресивної лінії NAK 46/12 також характеризувалось високим виходом крупи – від 86,7 до 89,1 %. Цей показник у решти сортів і ліній від 80,7 до 86,2 %. Тенденція виходу плющеної крупи була подібною до виходу цілої крупи, показник якої змінювався від 79,3 до 87,7 %.

Органолептичні властивості крупи оцінюють за якістю каші, визначаючи колір, смак, структуру, тривалість варіння, коефіцієнт розварювання та консистенцію [318]. Набухання часточок крупи під час варіння зумовлено деструкцією геміцелюлози, екстенсину, набуханням крохмалю та меншою

мірою розпаданням протопектину [155].

Вважається, що загальна оцінка якості з показником 8,0–9,0 бала – дуже висока, 6,6–8,0 – висока, 5,4–6,6 – середня, 4,0–5,4 – низька, < 4,0 бала – дуже низька.

Результати досліджень свідчать, що загальна кулінарна оцінка істотно залежала від сорту та лінії пшениці. Дуже високу кулінарну оцінку мала крупа зерна сортів пшениці м'якої: Подолянка, Ужинок, Суасон, Емеріно, Лупус, Паннонікус і Кулундинка, лінії, отриманої гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., пшениці ефіопської та щільноколосої – 91–100 % за комплексним показником Ацці (додаток В.13). Крупа, отримана із зерна семи сортів пшениці м'якої та ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L./амфіплоїд (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.), мала високу оцінку (73–89 %), а решти сортів середню.

Дуже високу кулінарну оцінку мала крупа манна, отримана із зерна сортів Емеріно, Паннонікус і Кулундинка та ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., і пшениці щільноколосої (додаток В.14). Крупа манна, отримана із зерна семи сортів пшениці м'якої та лінії Р 7 мала високу кулінарну оцінку – 7,0–8,0 бала або 78–89 % від максимальної оцінки. Дуже низьку кулінарну оцінку мала крупа із зерна сортів Кохана, Ластівка одеська, Славна, Мирхад і Ас Maskinnon – 4,0–5,5 бала або 44–61 % максимального рівня.

Коефіцієнт розварювання каші, отриманої із зерна сортів пшениці м'якої, був від 4,1 до 6,3 (додаток В.15). Найвищим він був у сортів білозерної пшениці Ас Maskinnon і Кулундинка – 6,1–6,3 або більше на 1,0–1,3 порівняно з контролем.

Високий коефіцієнт розварювання мала каша, отримана з крупи пшениці щільноколосої та пшениці ефіопської – 6,0–6,3. Високим цей показник був у крупи ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – 6,0–6,4. У каші з інтрогресивних ліній коефіцієнт розварювання був 4,7–5,1.

Коефіцієнт розварювання каші з круп подрібненої та плющеної подібно до цілої крупи (№ 1). Проте найвищий рівень цього показника отримано з крупи манної. Так, коефіцієнт розварювання становив 6,1–6,7 у сортів пшениці м'якої, 6,5–6,7 – пшениці щільноколосої та пшениці ефіопської, 6,3–6,8 – у ліній

пшениці м'якої. Очевидно, що дрібніші часточки краще бубнявлюють порівняно з крупнішими.

На коефіцієнт розварювання каші круп'яних продуктів впливав вміст білка в зерні пшениці. Так, між цими показниками встановлено прямий істотний кореляційний зв'язок – $r = 0,64 \pm 0,01 - 0,69 \pm 0,01$. При цьому слід зауважити, що між коефіцієнтом розварювання каші та вмістом фракції білка гліадин + глютенін цей зв'язок був прямим високим – $r = 0,76 \pm 0,02 - 0,80 \pm 0,03$. Для каші, отриманої з крупи подрібненої № 2 цей зв'язок описується рівнянням регресії: $y = 0,2038x + 3,4665$, де y – коефіцієнт розварювання каші з крупи подрібненої № 2; x – вміст фракції білка гліадин + глютенін, %.

Дослідженнями встановлено, що запах і смак екструдованого продукту з лущеного та нелущеного зерна був сильно вираженим (9 бала) і не залежав від сорту та лінії (додаток В.16). Проте колір цього продукту змінювався від коричневого до світло-кремового з жовтим відтінком. При цьому слід відзначити, що колір екструдованого продукту із зерна сортів Паннонікус, Кулундинка, Ас Maskinnon, ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. та *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.), і лінії Уманчанка мав світло-кремовий відтінок, який не залежав від лущення зерна. Екструдований продукт із лущеного та нелущеного зерна цих сортів і ліній мав також дуже ніжну консистенцію.

Найвищу кулінарну оцінку екструдованого продукту забезпечує використання нелущеного та лущеного зерна сорту Паннонікус, ліній Уманчанка, LPP 2793, LPP 3118, LPP 1314, Р 7 і НАК46/12 – 9 бала. Лущення зерна решти сортів і ліній забезпечувало дуже високу та високу його кулінарну оцінку – 7,5–8,5 бала.

Зазвичай гліадин і глютенін білка пшениці визначають якість готового продукту. Якість глютеніну впливає на властивості крупи під час варіння й покращує кулінарну оцінку готового продукту. Проте цей зв'язок існує не завжди, оскільки фракційний склад білка сортів пшениць різний [71].

Обраховано, що між запахом, смаком і консистенцією каші, отриманої з крупи цілої, подрібненої і манної та вмістом білка існує помірний кореляційний

зв'язок ($r=0,41-0,46$). Проте між запахом, смаком і консистенцією каші, отриманої з крупи цілої, подрібненої і манної та вмістом фракції білка гліадин + глютенін існує істотний кореляційний зв'язок ($r=0,59\pm 0,01 - 0,63\pm 0,02$). Отже, з підвищенням вмісту гліадину та глютеніну покращуються кулінарні властивості круп'яних продуктів.

Найвищий коефіцієнт розварювання отримано з екструдованого продукту нелущеного зерна – 4,4–6,6 проти 4,2–6,3 – в екструдованого продукту з лущеного зерна (додаток В.16). Екструдований продукт із зерна сортів пшениці м'якої Ас Mackinnon, Кулундинка, пшениці щільноколсої, пшениці ефіопської та ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., був найвищим – 6,0–6,3 з лущеного і 6,3–6,6 з нелущеного зерна або більше на 15–18 % порівняно з сортом-стандартом Подолянка (5,2–5,6).

Між коефіцієнтом розварювання екструдованого продукту та вмістом білка встановлено істотний кореляційний зв'язок – $r = 0,66\pm 0,01$, а з фракцією білка гліадин + глютенін – високий зв'язок ($r = 0,76\pm 0,01$).

Ця залежність описується таким рівнянням регресії: $y = 0,1975x + 3,4166$, де y – коефіцієнт розварювання екструдованого продукту; x – вміст фракції білка гліадин + глютенін, % (рис. 4.5).

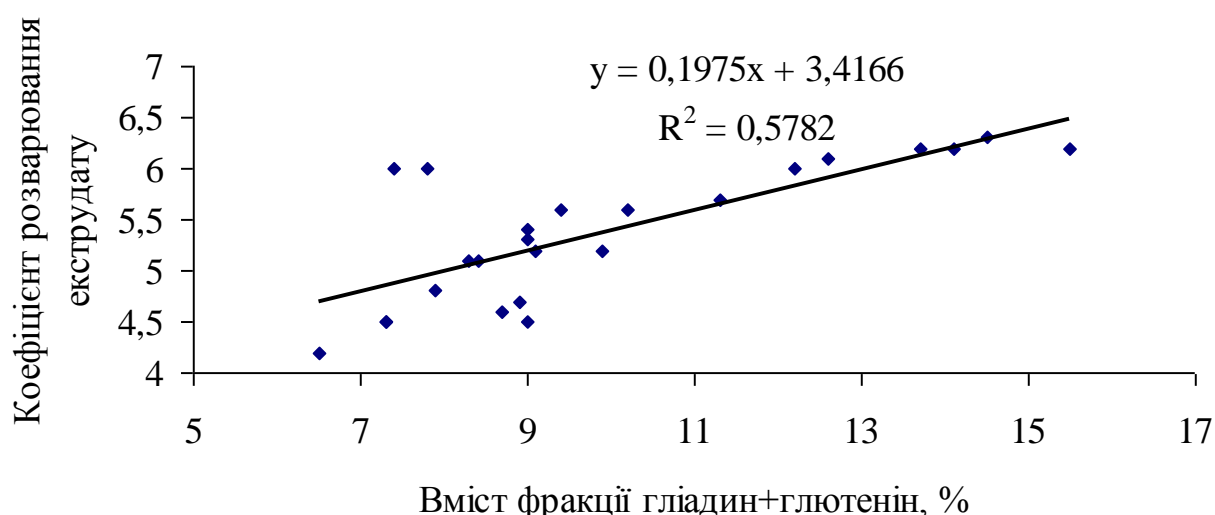


Рис. 4.5 Кореляційна залежність між вмістом фракції білка гліадин + глютенін і коефіцієнтом розварювання екструдованого продукту

Отже, високі вихід крупи (85–89 %) та кулінарну оцінку (7–9 бала) має зерно

сортів пшениці м'якої Ужинок, Вдала, Щедра нива, Паннонікус, Емеріно, Лупус, лінії пшениці щільноколосої Уманчанка та ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. Температурне оброблення пшениць істотно покращує кулінарну оцінку готового продукту з екструдованого зерна пшениць. Зерно сортів Кохана, Вдала, Лупус, Емеріно, Паннонікус, Ас Maskinnon, Кулундинка, лінії Уманчанка та ліній пшениці м'якої можна використовувати для екструдування зерна без лушення.

Якість кондитерських виробів залежить від сорту та лінії пшениці (додаток В.18). Відомо, що чим більший діаметр печива цукрового та менша його товщина, тим вища якість продукту.

Найбільше змінювалось відношення діаметра печива до його товщини. Так, у печива, отриманого з борошна пшениці ефіопської воно було 19,2, сорту білозерної пшениці м'якої Кулундинка – 19,6, ліній NAK61/12 – 19,4 і LPP 2793 – 15,7, що значно більше порівняно сортом Подолянка (12,2). Більше відношення також мало печиво, отримане з борошна сорту Паннонікус – 14,7 і лінії LPP 1314 – 14,3, а в решти зразків печива воно змінювалось від 8,3 до 12,8.

Відношення діаметра печива з борошна сортів і ліній пшениці до його товщини було в межах від 1 до 9 бала (додаток В.19). Оцінка поверхні печива від 3 до 9 бала, вигляд злому – від 5 до 9, проте колір від 7 до 9 бала.

Із досліджуваних сортів і ліній пшениці найвищу кулінарну оцінку (8–9 бала) мало печиво, отримане з борошна сортів Кулундинка, Паннонікус, ліній Ефіопська 1, LPP 1314 і NAK61/12 або 94–100 % за комплексним показником Ацці. Загальна оцінка печива решти сортів і ліній була низькою – від 4,0 до 6,5 бала або 44–72 % від найвищого показника.

Дані додатку В.20 свідчать, що борошно всіх досліджуваних сортів і ліній пшениці придатне для виробництва кексу. Загальна оцінка кексу також була дуже високою – 8,3–9,0 бала. Отже, борошно різних сортів і ліній пшениці придатне для отримання кексу високої якості.

Із показників якості бісквіта (поверхня, пористість за крупністю та рівномірністю) найбільше його поверхня – від 5 (з тріщинами, ширина яких 0,5–1,0 см, що займають

до 25 % поверхні) до 9 бала (без тріщин і здуття) (додаток В.21).

Загальна оцінка якості бісквіта була високою (7,5–9,0 бала), а найвища – з борошна сортів Паннонікус, Кулундинка, ліній Ефіопська 1, LPP 2793, LPP 1314 і NAK61/12 (9 бала).

Об'єм кексу залежно від сорту та лінії пшениці порівняно з сортом Подолянка був не істотним ($HIP_{05}=13$) (додаток В.22).

Об'єм бісквіта від 341 до 393 см³. Найбільший він був з борошна сорту Кулундинка, ліній Ефіопська 1, LPP 2793 і NAK61/12 – 389–393 см³ або на 5–8 % більшим порівняно зі стандартом (372 см³).

З'ясовано, що вміст клейковини у зерні пшениці та індекс її деформації не впливали на об'єм кексу відповідно ($r = 0,21 \pm 0,01$ і $r = 0,13 \pm 0,01$). Проте між вмістом клейковини та об'ємом бісквіта встановлено істотний кореляційний зв'язок ($r = 0,62 \pm 0,01$), а між індексом деформації клейковини та об'ємом – дуже високий кореляційний зв'язок ($r = 0,96 \pm 0,01$), який описується таким рівнянням регресії: $y = 1,2324x + 275,98$, де y – об'єм бісквіта, см³; x – індекс деформації клейковини, од. ВДК (рис. 4.6).

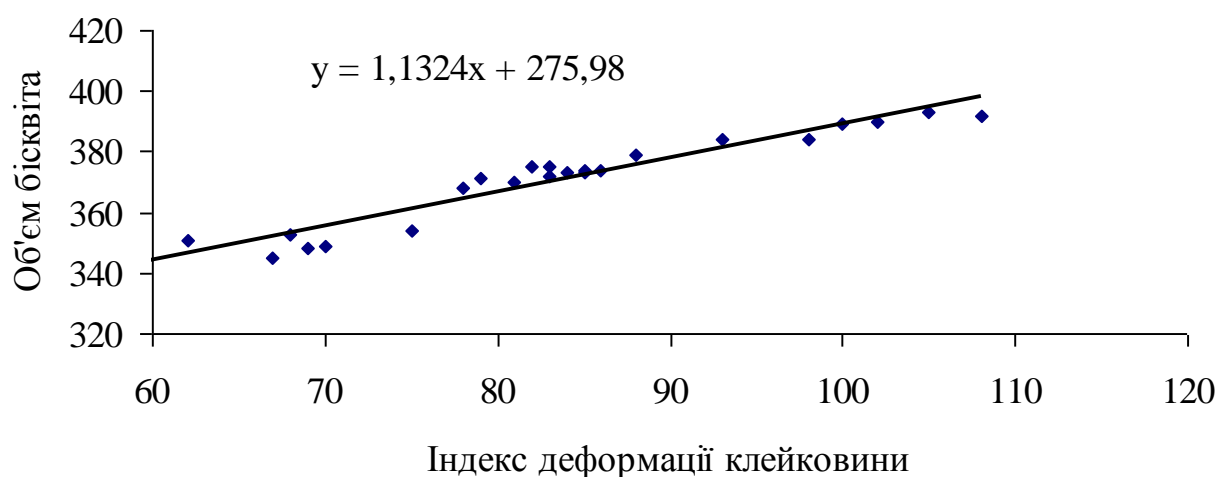


Рис. 4.6 Кореляційна залежність між об'ємом бісквіта (см³) та індексом деформації клейковини зерна пшениці (од. ВДК)

Отже, якість печива цукрового та бісквіта істотно залежать від сорту та лінії пшениці, на якість яких найбільше впливає індекс деформації клейковини. Борошно з клейковиною, індекс деформації якої понад 100 од. ВДК необхідно

використовувати для виробництва печива цукрового та бісквіта. Для отримання кексу борошно всіх досліджуваних сортів і ліній пшениці придатне. Найвищу кулінарну оцінку (8,5–9 бала) має печиво та бісквіт, отримані з борошна зерна сортів Паннонікус і Кулундинка, ліній пшениці ефіопської, LPP 1314, LPP 2793 і NAK61/12.

4.2 Технологічне оцінювання зерна різних сортів і ліній пшениці спельти

4.2.1 Технологічні властивості зерна.

Поряд з цілою низкою позитивних властивостей для пшениці спельти характерні й певні вади. Так, колоскові та квіткові луски складають 20–30 % урожаю. Для їх видалення потрібен додатковий вимолот зерна [359, 609]. Тому для зерна цієї культури необхідно додатково визначати вміст плівок.

Повне вимолочування зерна пшениці спельти було в ліній LPP 1221, P 3, LPP 3117 і сорту Шведська 1 (рис. 4.7).

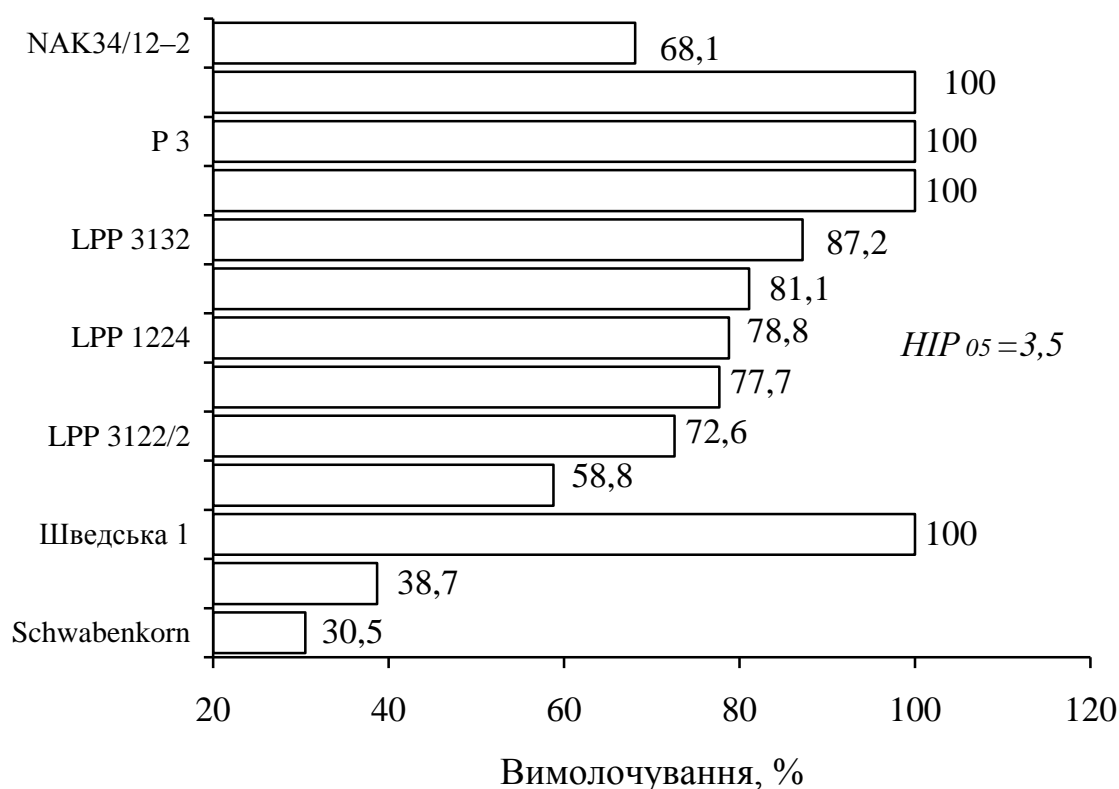


Рис. 4.7 Вимолочування зерна різних сортів і ліній пшениці спельти (2013–2015 рр.), %

Досить високу вимолочувальну здатність мали чотири лінії, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., що знаходилась в межах 77,7–87,2 %. Нижчими показниками характеризувались лінії NAK 34/12–2, LPP 3122/2, LPP 1197, у яких значення показника вимолочування становило 58,8–72,6 %. Найнижчим цей показник зафіксовано в сорту Schwabenkorn і лінії NSS 6/01 – відповідно 30,5 і 38,7 %. Решта ліній і сортів були повністю плівковими.

Вміст плівок у зерні пшениці спельти знаходився в широкому діапазоні – від 30,4 до 64,8 % (рис. 4.8). У більшості досліджуваних ліній він істотно перевищував стандарт (сорт Зоря України) від 49,6 до 64,8 %. Вміст плівок у сорту Schwabenkorn і лінії TV 1100 становив 43,7 %, тобто різниця зі стандартом була не істотною ($HIP_{05} = 2,3$). Цей показник у ліній NAK34/12–2, NAK 22/12 і сорту NSS 6/01 був від 30,4 до 39,8 %, що було істотно нижче показника стандарту.

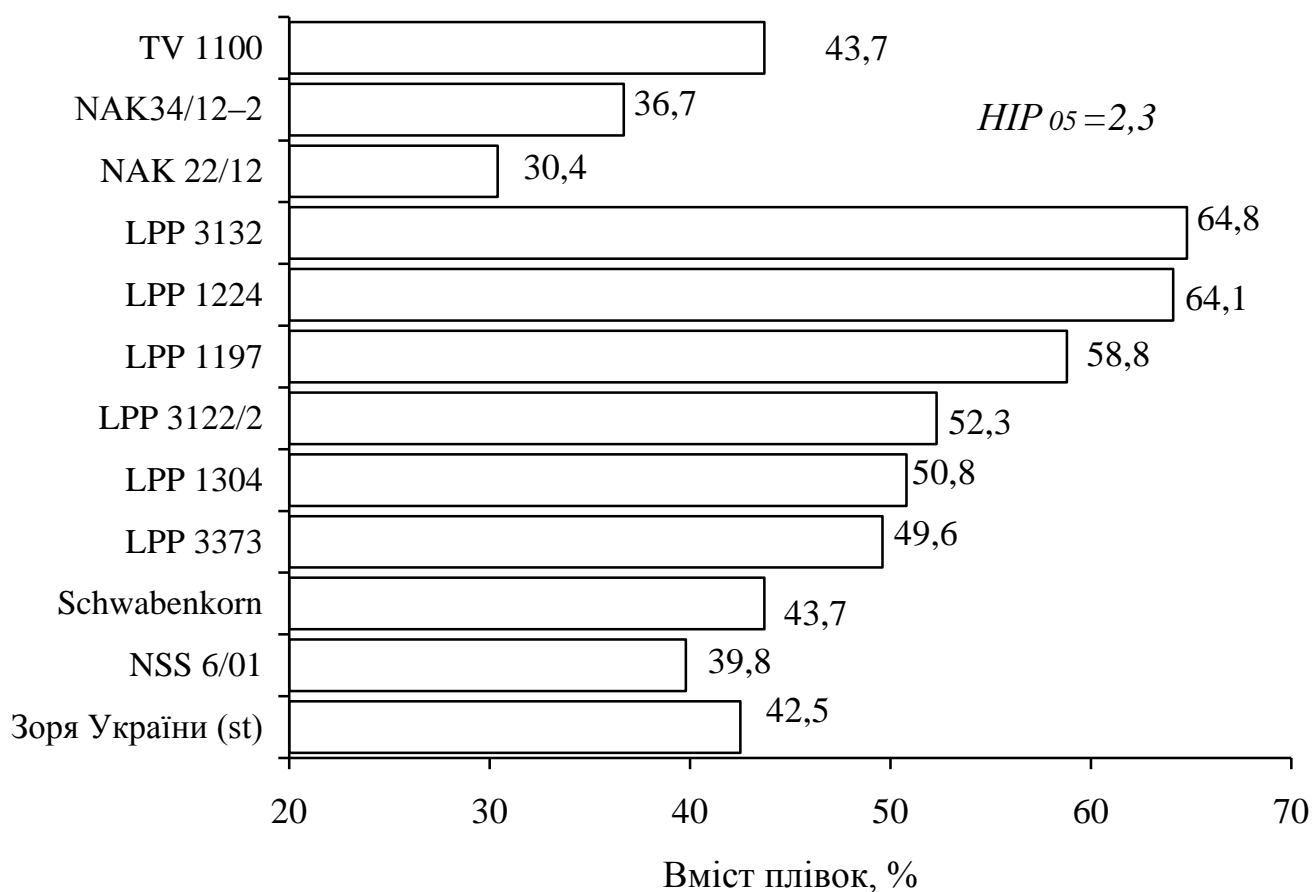


Рис. 4.8 Вміст плівок у зерні різних сортів і ліній пшениці спельти (2013–2015 рр.), %

Від форми зернівок і лінійних розмірів залежить вибір схеми сепарування, характеристика робочих органів сепараторів і подрібнювальних машин. Форма зерна впливає на щільність укладання зернової маси. Об'єм і форма зерна пов'язані з вмістом ендосперму [517]. Для зерна нових сортів пшениці спельти відсутні результати геометричної характеристики.

Геометрична характеристика сортів і ліній зерна пшениці спельти детально не вивчена. За даними проведених досліджень зерно пшениці спельти має більші лінійні розміри (табл. 4.6). Найдовшими були зернівки сорту Зоря України – 8,1 мм із мінливістю від 7,8 до 8,4 мм ($V = 2\%$) і NSS 6/01 – 8,0 мм. Довжина зернівок решти сортів і ліній була істотно меншою. Найкоротшими були зернівки сорту Шведська 1 – 6,0 мм із мінливістю від 5,0 до 7,0 мм ($V = 11\%$). Довжина зернівок ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., була від 5,9 до 7,8 мм. Найдовшими були зернівки ліній LPP 3373 – 7,8 і LPP 1224 – 7,5 мм, проте на 4–7 % менше порівняно з контролем ($HIP_{05} = 0,4$). Найменшу довжину зернівок (на 27 % від контролю) мала лінія P 3 – 5,9 мм із мінливістю від 5,5 до 6,0 мм ($V = 4\%$). Довжина зернівок ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.) і *Triticum kiharae*, знаходилась у межах від 6,8 до 7,2 мм. Коефіцієнт варіювання довжини зернівки сортів і ліній пшениці спельти був незначним ($V = 2\text{--}9\%$), крім сорту Шведська 1.

Зернівки пшениці спельти сорту Зоря України у середньому були завтовшки 2,3 мм з коефіцієнтом варіювання 5 %. У сорту Шведська 1 і досліджуваних ліній ці значення були істотно вищими порівняно зі стандартом і знаходилися в межах 2,4–3,3 мм, з варіюванням від 3 до 20 %. Найменшу ширину зернівок відмічено в сортів Schwabenkorn і NSS 6/01 – 2,2 і 2,1 мм з мінливістю відповідно 2,0–2,4 і 2,0–2,3 мм. У ліній LPP 3373 і TV 1100 досліджуваний показник був на рівні стандарту – 2,3 мм з варіюванням відповідно 4 і 16 %. Необхідно також зазначити, що зернівки сортів і ліній пшениці спельти були дуже широкими.

Лінійні розміри зернівок сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), мм

Сорт, лінія	Довжина (l)			Ширина (a)			Товщина (b)		
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %
Зоря України (st)	$8,1 \pm 0,5$	7,8–8,4	2	$2,3 \pm 0,3$	2,1–2,5	5	$2,7 \pm 0,3$	2,5–2,9	4
Шведська 1	$6,0 \pm 1,9$	5,0–7,0	11	$2,4 \pm 0,5$	2,0–2,5	7	$3,0 \pm 0,1$	3,0–3,1	1
Schwabenkorn	$7,5 \pm 0,5$	7,2–7,8	2	$2,2 \pm 0,4$	2,0–2,4	6	$2,8 \pm 0,4$	2,6–3,0	5
NSS 6/01	$8,0 \pm 0,4$	7,8–8,2	2	$2,1 \pm 0,3$	2,0–2,3	5	$2,5 \pm 0,4$	2,3–2,7	6
LPP 1197	$6,9 \pm 1,0$	6,0–7,3	5	$3,3 \pm 1,4$	3,0–3,6	15	$2,9 \pm 1,3$	2,0–3,3	17
LPP 3117	$7,1 \pm 0,8$	6,6–7,5	4	$2,4 \pm 0,5$	2,2–2,8	7	$2,8 \pm 0,5$	2,6–3,0	6
LPP 1304	$7,3 \pm 0,9$	7,0–7,8	4	$2,6 \pm 0,6$	2,3–3,0	8	$3,0 \pm 0,7$	2,4–3,4	8
LPP 1224	$7,5 \pm 1,9$	6,0–8,0	9	$3,1 \pm 1,3$	2,1–3,9	15	$2,8 \pm 1,2$	2,0–3,1	15
LPP 3122/2	$6,9 \pm 1,2$	6,4–7,7	6	$2,5 \pm 1,0$	2,0–3,0	14	$2,7 \pm 1,0$	2,2–3,0	13
P 3	$5,9 \pm 0,6$	5,5–6,0	4	$2,9 \pm 1,4$	2,6–3,6	17	$3,1 \pm 0,9$	3,0–3,3	10
LPP 3132	$6,8 \pm 0,7$	6,4–7,1	4	$2,5 \pm 0,2$	2,4–2,6	3	$2,9 \pm 0,3$	2,7–3,0	4
LPP 3373	$7,8 \pm 1,8$	7,0–9,0	8	$2,3 \pm 0,3$	2,2–2,4	4	$2,6 \pm 1,5$	2,0–3,0	20
LPP 1221	$6,9 \pm 1,1$	6,0–7,4	6	$3,2 \pm 0,6$	3,0–3,6	7	$3,1 \pm 0,3$	3,0–3,3	4
NAK34/12–2	$6,8 \pm 1,8$	6,0–8,0	9	$2,5 \pm 0,4$	2,2–2,6	5	$3,0 \pm 0,1$	3,0–3,1	1
NAK 22/12	$7,2 \pm 1,8$	6,0–8,0	9	$2,9 \pm 1,6$	2,0–3,1	20	$3,0 \pm 0,1$	3,0–3,1	1
TV 1100	$7,2 \pm 1,1$	6,5–7,8	6	$2,3 \pm 1,0$	2,0–3,0	16	$2,4 \pm 0,8$	2,0–2,8	12
HIP ₀₅	0,4	–	–	0,1	–	–	0,1	–	–


Найбільшу товщину мали зернівки сорту Шведська 1 – 3,0 мм з мінливістю від 3,0 до 3,1 мм ($V = 1\%$), а найменшу – в сорту NSS 6/01 – 2,5 мм з мінливістю від 2,3 до 2,7 мм ($V = 6\%$). Товщина зернівок ліній пшениці спельти знаходилась у межах від 2,4 до 3,1 мм. Із 12 ліній товщина зернівок у шести – у ширшому діапазоні ($V = 10\text{--}20\%$). Найменшою товщина зернівок була в сорту Шведська 1 і ліній NAK 34/12–2 і NAK 22/12 – $V = 1\%$.

Розраховано, що ширина зернівок сортів пшениці спельти в 0,27–0,40 раза менша порівняно з довжиною, а товщина – в 0,33–0,50 раза. Зернівки ліній пшениці спельти, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. і *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд, в 0,29–0,49 раза мали меншу ширину та в 0,33–0,53 раза – товщину.

Зернівки досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти мали різну форму, проте найпоширенішою була видовжена (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Форма зернівок сортів і ліній пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Формула	Форма зернівки		Сорт, лінія
$a < l < 2a$ $b < l < 2b$		напіввидовжена	Р3
$l = 2a = 2b$		овальна	Шведська 1
$2a \leq l \leq 2b$ $2a < l < 3a$ $2b < l < 3b$		видовжена	Schwabekorn, LPP 3132, LPP 1224, LPP 3117, LPP 1197, LPP 1304, LPP1221, NAK34/12–2, NAK 22/12
$3a \leq l \leq 3b$		дуже видовжена	Зоря України, NSS 6/01, LPP 3373, TV 1100

Так, напіввидовженої форми були зернівки лінії Р 3, овальної – зернівки сорту Шведської 1, дуже видовжену зернівку мали сорти Зоря України та NSS

6/01, лінії LPP 3373 і TV 1100. Зернівки одного сорту (Schwabenkorn) та восьми ліній мали видовжену зернівку.

Особливості борозенки зерна впливають на ведення сортового помелу. Для відокремлення оболонок, що формують внутрішню петлю борозенки, драний процес проводять у м'якому режимі. Тому, чим менша глибина борозенки та ширина її петлі, тим кращі борошномельні властивості зерна. У досліді глибина борозенки зернівок пшениці спельти мала від 1,2 до 1,8 мм (додаток В.23).

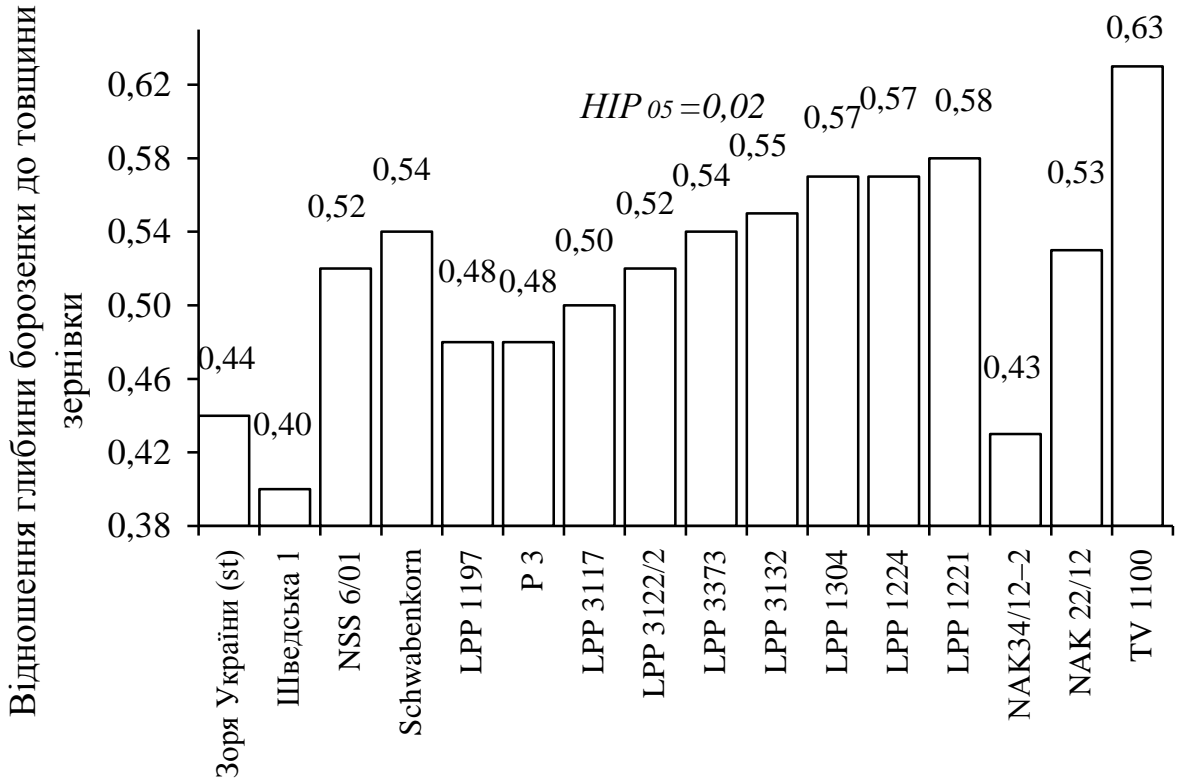
Найбільшу глибину борозенки мали зернівки сорту Schwabenkorn – 1,5 мм з мінливістю від 1,4 до 1,6 мм ($V = 5\%$), а найменшу в сортів Зоря України і Шведська 1 – 1,2 мм з мінливістю від 1,1 до 1,3 мм ($V = 5-6\%$). Глибина борозенки зернівок ліній пшениці спельти від 1,3 до 1,8 мм. Із 12 ліній глибина борозенки у чотирьох знаходилась у ширшому діапазоні ($V = 11-15\%$). Найменшою вона була в зернівок сорту Шведська 1 і ліній LPP 1197, LPP 3122/2, LPP 1304 – $V = 4-5\%$.

Ширина петлі борозенки сортів пшениці спельти від 0,3 до 0,4 мм або була меншою на 20–40 % порівняно з контролем. Із 12 ліній у шести ширина петлі борозенки становила 0,4–0,5 мм за $V = 8-18\%$, а в решти – 0,6–0,7 мм за $V = 13-24\%$. Найменшу мінливість цього показника мали зернівки ліній LPP 1197, TV 1100 і сортів Зоря України, Шведська 1, оскільки коефіцієнт варіювання становив 8–11 %.

З'ясовано, що відношення глибини до товщини зернівки пшениці спельти істотно змінювалось залежно від сорту та лінії (рис. 4.9). Так, у зернівок сорту Шведська 1 воно було 0,40, що істотно менше порівняно зі стандартом Зоря України (0,44) ($HIP_{05} = 0,02$). У зернівок решти сортів це відношення змінювалось від 0,52 до 0,54. За цим показником заслуговують уваги лінії NAK 34/12–2 – 0,43, LPP 1197 і P 3 – відношення 0,48. Відношення глибини борозенки до товщини зернівки решти ліній змінювалось від 0,50 до 0,63.

Найменше відношення ширини петлі борозенки до ширини було в зернівок сорту Шведська 1 – 0,13, ліній NAK 22/12 – 0,14 і LPP 1304 – 0,15, що свідчить про менш розвинену петлю борозенки. У зернівок решти досліджуваних сортів і ліній петля борозенки була більшою. Так, для зернівок сортів пшениці спельти відношення ширини петлі борозенки до ширини змінювалось від 0,18 до 0,20, а для зернівок ліній – від 0,16 до 0,27.

Відношення глибини борозенки до товщини зернівки



Відношення ширини петлі борозенки до ширини зернівки

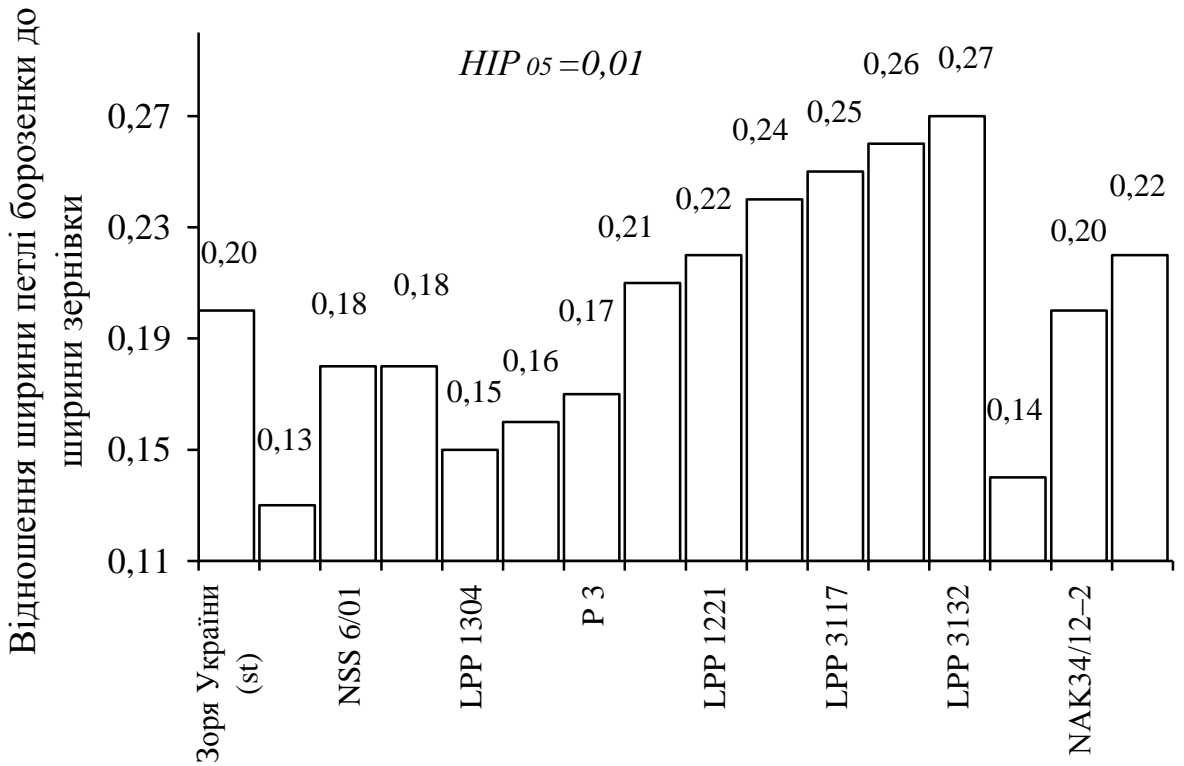


Рис. 4.9 Відношення глибини борозенки до товщини та ширини петлі борозенки до ширини зернівки різних сортів і ліній пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Об'єм зернівки у сорту Зоря України становив $32,4 \text{ мм}^3$, а в лінії LPP 1221 – $35,6 \text{ мм}^3$, що більше на $3,2 \text{ мм}^3$ (додаток В.24). Ще одна лінія NAK 22/12 за цим значенням була близькою до стандарту. У решти сортів і ліній об'єм зернівки був у межах $20,7\text{--}29,6 \text{ мм}^3$ і мав істотно нижчі показники.

Площа зовнішньої поверхні зернівки у стандарту Зоря України була $91,5 \text{ мм}^2$. Значення цього показника в досліджуваних сортів і ліній були істотно меншими порівняно із плівчастою пшеницею. Порівнюючи показники між собою, можна відмітити, що сорт Шведська 1 та п'ять ліній (LPP 3122/2, LPP3117, LPP 1224, P 3, TV 1100) мали площу зовнішньої поверхні зернівки $62,0\text{--}69,3 \text{ мм}^2$. Значення, що знаходились в межах $70,9\text{--}83,5 \text{ мм}^2$ відповідали решті досліджуваних сортів і ліній.

Питома поверхня зернівки у сорту плівчастої пшениці становила $2,83 \text{ мм}^2/\text{мм}^3$. Істотно вищі показники (на 8–15 %) були у сорту Schwabenkorn і ліній NSS 6/01, LPP 3373, LPP 3117, TV 1100 – $3,06\text{--}3,26 \text{ мм}^2/\text{мм}^3$. П'ять досліджуваних зразків (Шведська 1, LPP 3122/2, LPP 3117, LPP 1224, NAK34/12–2) мали показники на рівні значень стандарту – $2,70\text{--}2,82 \text{ мм}^2/\text{мм}^3$. У решти ліній цей показник був суттєво менший за показник стандарту і знаходився в межах $2,23\text{--}2,64 \text{ мм}^2/\text{мм}^3$.

Відношення об'єму зернівки до площі її зовнішньої поверхні в сорту Schwabenkorn, ліній NSS 6/01, LPP 3373 та TV 1100 були невисокими – $0,31\text{--}0,33$ од. У сорту Шведська 1 та решти досліджуваних ліній цей показник був істотно вищим, порівняно з показником стандарту ($0,35$ од.) і від $0,36$ до $0,45$ од. Лінія LPP 3117 мала значення показника плівчастої пшениці.

Сферичність зерна в сорту Зоря України становила $0,54$ од. У сорту Schwabenkorn і ліній NSS 6/01, LPP 3373 цей показник був відповідно $0,53$, $0,50$ та $0,54$ од. У решти досліджуваних зразків сферичність була в межах $0,58\text{--}0,67$ од., що істотно вище за показник стандарту.

Вміст ендосперму в зерні стандарту (сорт Зоря України) становив $86,8 \%$ (табл. 4.8). Лише в зернівок сорту Шведська 1 відмічено тенденцію вищого вмісту ендосперму ($87,6 \%$). Вміст ендосперму в зернівках решти сортів від $82,9$ до $85,0 \%$. У зернівках ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., вміст

ендосперму знаходився в широкому діапазоні – від 81,5 до 88,5 %. Високий вміст ендосперму виявлено також у зернівках інтрогресивних ліній TV 1100 і NAK 22/12 – відповідно 87,1 і 87,4 %.

Таблиця 4.8

**Анатомічні складові в зернівці різних сортів і ліній пшениці спельти
(2014–2016 рр.), %**

Сорт, лінія	Вміст					
	ендосперму		оболонок		зародка	
		± до st		± до st		± до st
Зоря України (st)	86,8	–	10,4	–	2,8	–
NSS 6/01	82,9	-3,9	15,9	5,5	1,2	-1,6
Schwabekorn	85,0	-1,8	14,1	3,7	0,9	-1,9
Шведська 1	87,6	0,8	10,7	0,3	1,7	-1,1
LPP 1197	81,5	-5,3	17,3	6,9	1,2	-1,6
LPP 3132	82,7	-4,1	16,2	5,8	1,1	-1,7
LPP 1224	83,1	-3,7	15,2	4,8	1,7	-1,1
LPP 1221	83,8	-3,0	14,6	4,2	1,6	-1,2
P 3	84,0	-2,8	14,8	4,4	1,2	-1,6
LPP 1304	86,0	-0,8	12,6	2,2	1,4	-1,4
LPP 3122/2	86,5	-0,3	12,6	2,2	0,9	-1,9
LPP 3117	87,2	0,4	10,8	0,4	2,0	-0,8
LPP 3373	88,5	1,7	10,7	0,3	0,8	-2,0
NAK34/12–2	82,4	-4,4	15,5	5,1	2,1	-0,7
TV 1100	87,1	0,3	11,9	1,5	1,0	-1,8
NAK 22/12	87,4	0,6	11,7	1,3	0,9	-1,9
<i>HIP₀₅</i>	<i>4,1</i>	–	<i>0,7</i>	–	<i>0,1</i>	–

Частка вмісту оболонки у півчастій пшениці спельти Зоря України – 10,4 %. Вищі показники півчастості відмічено у сорту Шведська 1 і ліній LPP 3117, LPP 3373 – 10,7–10,8 %. Вміст оболонки у решти досліджуваних сортів і ліній істотно перевищували стандарт і були в межах 11,7–17,3 %.

Вміст зародка в зернівці сорту Зоря України становив 2,8 %. У сорту Шведська 1 та ліній LPP 1224, LPP 1221, LPP 3117 і NAK 22/12 частка зародка становила від 1,6 до 2,1 %, а у зернівок решти досліджуваних сортів і ліній – 0,8–1,4 %. Отже, вміст анатомічних складових істотно не змінюється залежно від походження сорту та ліній пшениці спельти.

Крупність зерна пшениці спельти Зоря України знаходилася в межах 2,6–2,8 мм. Такі ж значення були в зерна сорту Schwabekorn і ліній LPP 3117 і LPP 1224 (табл. 4.9). Вищі показники крупності зерна мали три лінії, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., значення яких змінювались у межах 2,8–3,0 мм. Найдрібніше зерно було в сорту Шведська 1 і ліній LPP 3373 і TV 1100, показники яких знаходились у межах 2,2–2,4 мм. У решти ліній крупність зерна становила 2,4–2,6 мм.

Таблиця 4.9

**Крупність і вирівняність зерна різних сортів і ліній пшениці спельти,
2014–2016 рр.**

Сорт, лінія	Крупність, мм	Вирівняність, %	Фракція, %		
			крупна	середня	дрібна
Зоря України (st)	2,6–2,8	65,5	42,6	53,6	3,8
Шведська 1	2,2–2,4	58,5	8,9	77,0	14,1
NSS 6/01	2,4–2,6	62,5	9,6	78,4	12,0
Schwabekorn	2,6–2,8	60,1	37,5	57,4	5,1
LPP 3373	2,2–2,4	63,3	15,0	69,8	15,2
LPP 1304	2,4–2,6	65,6	21,6	74,3	4,1
LPP 3122/2	2,4–2,6	58,6	10,5	78,0	11,5
P 3	2,4–2,6	57,0	35,7	63,0	1,3
LPP 3117	2,6–2,8	60,6	31,3	52,3	16,4
LPP 1224	2,6–2,8	66,9	35,9	61,8	2,3
LPP 1197	2,8–3,0	61,2	61,2	33,1	5,7
LPP 3132	2,8–3,0	65,6	65,6	31,6	2,8
LPP 1221	2,8–3,0	75,2	75,2	23,3	1,5
TV 1100	2,2–2,4	67,5	7,5	74,0	18,5
NAK34/12–2	2,4–2,6	69,9	19,2	77,9	2,9
NAK 22/12	2,4–2,6	61,8	33,2	65,4	1,4
<i>HIP</i> ₀₅	–	3,2	1,6	3,0	0,3

Вирівняність зерна в сорту Зоря України становила 65,5 %. Істотно більші показники були у ліній LPP 1221 і NAK 34/12–2, значення яких перевищували стандарт відповідно на 11,5 і 10,7 %. Вирівняність зерна сортів Шведська 1 і Schwabekorn та п'яти ліній (LPP 3122/2, P 3, LPP 3117, LPP 1197, NAK 22/12) була істотно нижчою порівняно з сортом Зоря України (st) – від 58,5 до 61,8 % (*HIP*₀₅ = 3,2). У решти ліній цей показник був на рівні 62,5–67,5 %, тобто різниця зі стандартом не істотна.

Відомо [169], що високою вважають вирівняність за показника $> 80\%$, середньою – $70\text{--}80\%$, низькою – $< 70\%$. Визначено, що середню вирівняність зерна мала лінія LPP 1221 – $75,2\%$, а зерно решти сортів і ліній пшениці спельти мало низьку вирівняність.

Для пшениці фракцію зерна сходом сита з отворами розміром $2,8\times 20$ вважають крупною, $2,2\text{--}2,8\times 20$ – середньою, $1,7\text{--}2,2\times 20$ – дрібною. Вміст крупної фракції зерна в сорту Зоря України становив $42,6\%$ (додаток В.25). У ліній LPP 1197, LPP 3132 і LPP 1221 він був найвищим й істотно перевищував стандарт – на $44\text{--}77\%$. Вміст крупної фракції зерна у решти сортів і ліній від $7,5$ до $35,9\%$, що істотно менше показника стандарту.

Вміст середньої фракції зерна сорту Зоря України становив $53,6\%$. У трьох сортів і восьми ліній значення середньої фракції істотно перевищували стандарт ($HIP_{05} = 3,0$) та знаходились у межах $57,4\text{--}78,4\%$. Значення вмісту в ліній LPP 1197, LPP 3132 і LPP 1221 змінювалось від $23,3\text{--}33,1\%$, що істотно нижче показника стандарту.

Вміст дрібної фракції зерна був найменшим порівняно з крупною та середньою, проте залежно від сорту та лінії. У зерна сорту Зоря України вміст дрібної фракції становив лише $3,8\%$. Шість ліній (Р 3, LPP 1224, LPP 3132, LPP 1221, NAK 34/12–2, NAK 22/12) мали істотно нижчі показники – від $1,3$ до $2,9\%$. Лінії LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 3117 і TV 1100, сорти NSS 6/01 і Шведська 1 мали вищий вміст дрібної фракції зерна – $11,5\text{--}18,5\%$.

Основними продуктами переробки зерна пшениці є борошно, круп'яні та макаронні вироби. Технологічні режими борошномельного та круп'яного виробництва залежать від типу твердості зерна пшениці [576, 577]. Твердість зерна злакових культур – комплексний показник, що характеризує міцність зв'язку анатомічних складових зернівки [36]. Технології переробки твердозерного та м'якозерного зерна відрізняються.

Показниками якості зерна пшениці визначається діапазон його використання. Нині якість зерна в першу чергу розглядається з погляду харчової цінності, що залежить від вмісту та якості білка й інших складових зернівки і його технологічних

властивостей. Вона також складається із багатьох ознак, що визначаються видовими та сортовими особливостями, фізичними характеристиками і хімічними показниками [180]. Твердість зерна пшениці залежить від вологості, а міцність – товщини і ширини зернівки, значення яких, крім вмісту води, змінюються від сорту. Роль цих показників різна: зерно з високою твердістю формує більше крупок, а м'якозерне не потребує водотеплового оброблення під час луцення [145].

Дослідженнями встановлено, що зерно всіх сортів і ліній пшениці спельти було м'якозерним і мало низький індекс розміру часточок – 30,0–52,1 % (рис. 4.10).

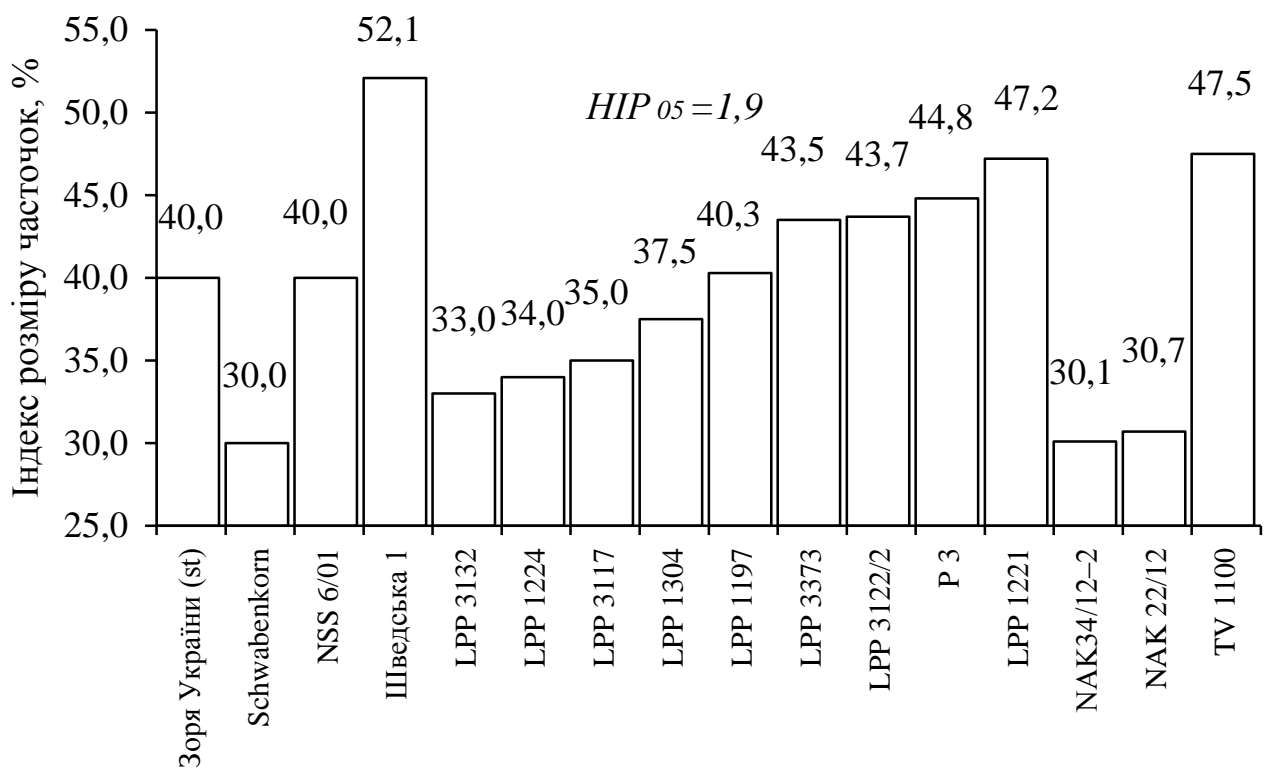


Рис. 4.10 Індекс розміру часточок різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Так, для зерна сорту Зоря України індекс розміру часточок становив 40 %. У досліджуваних зразків – сорту Шведська 1 та п'яти ліній ці значення були істотно вищими і знаходились в межах 43,5–52,1 %. Зерно сорту NSS 6/01 і лінії LPP 1191 мало індекс розміру часточок на рівні стандарту відповідно 40,0 і 40,3 %. У решти зразків цей показник був від 30,0 до 40,3 %.

Зусилля, необхідне для руйнування зернівки стисненням, для пшениці

спельти сортів Schwabekorn і Шведська 1, NSS 6/01 змінювалось від 90,5 до 94,2 Н, що істотно менше порівняно з контролем (додаток В.26).

Досліджуваний показник «зусилля стисненням» для зерна ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., був у межах від 78,1 до 100,8 Н з коефіцієнтом варіювання 6–21 %. У зерна інтрогресивної лінії TV 1100 показник стиснення становив 80,3 Н з мінливістю від 65,7 до 94,1 Н ($V = 11\%$). Найбільший показник зусилля стисненням відмічено в зерні ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.) і *Triticum kiharae* – NAK34/12–2, NAK 22/12 – 104,2–119,7 Н ($V = 13–17\%$).

Зусилля, необхідне для руйнування зернівки сколюванням, було нижче порівняно зі стисненням, проте також змінювалось залежно від сорту та лінії. Так, у зернівці пшениці спельти сорту Зоря України (st) цей показник становив 31,5 Н із мінливістю від 26,5 до 38,2 Н ($V = 13\%$) (додаток В.26).

Показник «зусилля» більшості сортів і ліній був істотно меншим порівняно з контролем ($HIP_{05} = 1,5$). Найменшими були значення в зернівок сорту Schwabekorn – 27,3 Н з мінливістю від 22,5 до 31,4 ($V = 13\%$). Цей показник у зерні ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., ліній TV 1100 і NSS 6/01 від 27,8 до 29,2 Н. Найбільший показник зусилля, необхідного для руйнування зернівки сколюванням, встановлено для зерна сорту Шведська 1, лінії Р 3 та інтрогресивних ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.) і *Triticum kiharae*, що від 31,2 до 37,3 Н, з коефіцієнтом варіювання 12–18 %.

Зерно сортів і ліній пшениці спельти характеризувалось високою склоподібністю. Так, вона в зерні сорту Зоря України (st) становила 96 % (рис. 4.11). У ліній NAK 22/12 і NAK34/12–2 цей показник був на рівні стандарту.

Склоподібність зерна решти досліджуваних сортів і ліній була істотно нижчою порівняно зі стандартом. Так, у зерні сортів цей показник від 73 до 75 % або був на 22–24 % меншим порівняно з контролем. Зерно ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., було склоподібним на 55–

88 % або на 8–43 % менше стандарту. Низьку склоподібність мало зерно інтрогресивної лінії TV 1100 – 58 %.

Склоподібним вважають зерно, якщо цей показник становить > 70 %, напівсклоподібним – 50–70, напівборошнистим – 20–50, борошнистим – < 20 %. Із 16 сортів і ліній пшениці спельти, що вивчалися, дев'ять мали склоподібне зерно (79–96 %), а зерно решти сортів і ліній мало напівсклоподібну консистенцію (55–70 %).

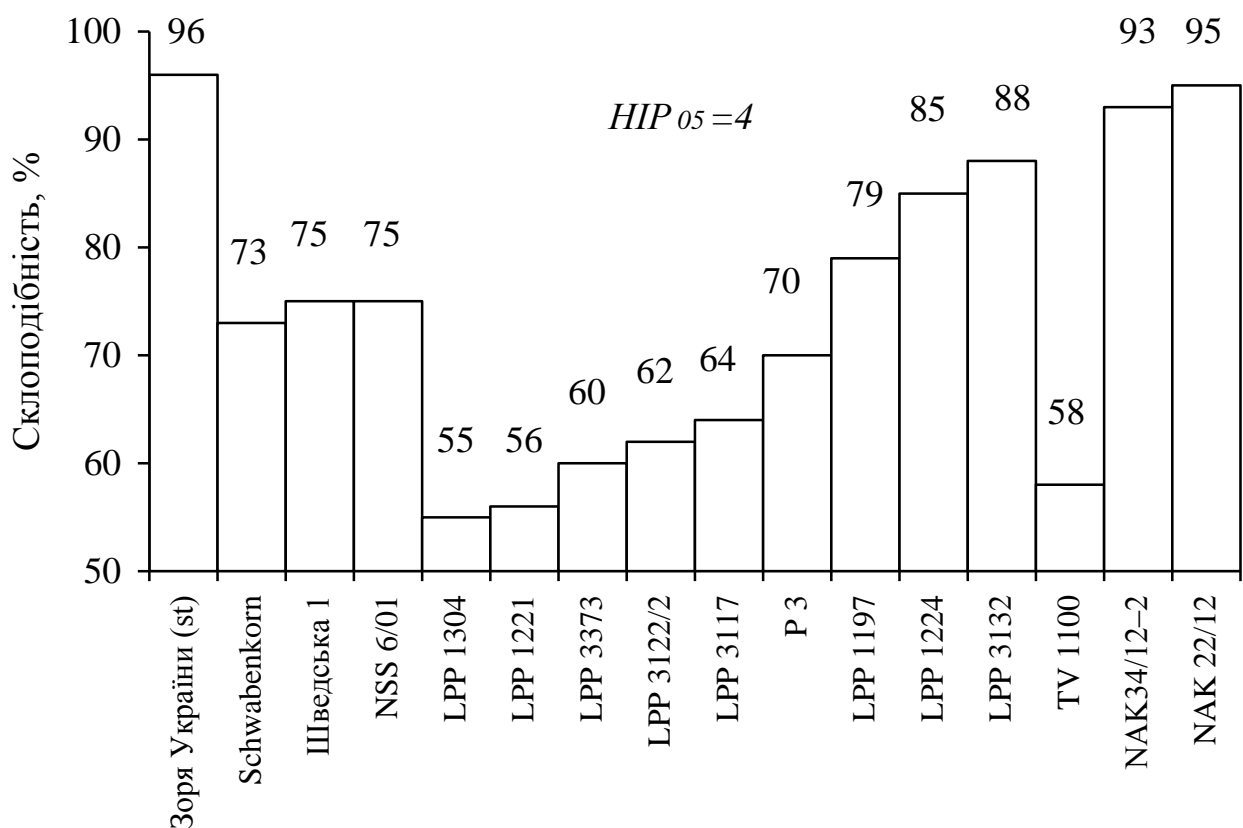


Рис. 4.11 Склоподібність зерна сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Обраховано, що на зусилля, необхідне для руйнування зернівки стисненням, впливала консистенція ендосперму, оскільки між ними встановлено дуже високу кореляційну залежність ($r = 0,96 \pm 0,01$), яка описується таким рівнянням регресії: $y = 0,7691x + 36,154$, де y – зусилля, необхідне для руйнування зернівки стисненням, Н; x – склоподібність зерна, % (рис. 4.12).

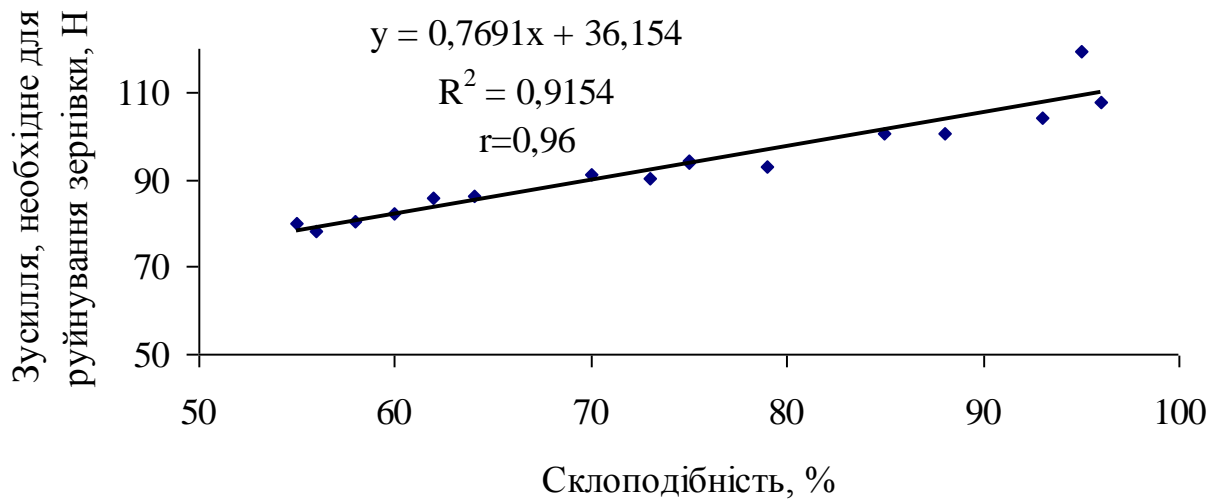


Рис. 4.12 Кореляційна залежність між зусиллям, що необхідне для руйнування зернівки стисненням і склоподібністю

Отже, лінійні розміри, характеристика глибини і ширини петлі борозенки, крупність і вирівняність зерна залежать від сорту та лінії пшениці спельти. Для зерна пшениці спельти властивий великий діапазон лінійних розмірів зернівок: довжина – від 6,8 до 8,1 мм, ширина – від 2,3 до 3,3, товщина – від 2,4 до 3,1 мм. Найпоширеніша видовжена форма зернівок. З'ясовано, що зерно сорту Шведська 1 і лінії Р 3 мають найменшу глибину та ширину петлі борозенки. Вирівняність зерна сортів і ліній була низькою (58,5–69,9 %), крім зерна лінії LPP 1221 (75,2 %). За вмістом крупної фракції зерна найкращі ліній LPP 1197 (62,1 %), LPP 3132 (65,6 %) і LPP 1221 (75,2 %).

4.2.2 Вихід і якість борошна із зерна пшениці спельти. Якість борошна залежить від технологічних властивостей зерна. Вихід і показники якості борошна змінюються залежно від погодних і агротехнічних умов вирощування. Перероблення зерна пшениці спельти у борошно сприятиме розширенню асортименту цього продукту. Крім цього, воно має високу біологічну цінність [46].

Зерно сортів і ліній пшениці спельти характеризувалось дуже високим виходом борошна односортного помелу, який перевищував 76 % від 78,7 до 87,3 % (рис. 4.13). Зерно сортів Зоря України та Шведська 1 мало найвищий вихід борошна, відповідно 85,7 і 85,2 %. Зерно ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., мало вихід борошна від 84,1 до 87,3 %. Із зерна пшениці спельти інтрогресивних ліній

НАК 22/12 і TV 1100 вихід борошна був відповідно 86,1 і 86,2 %.

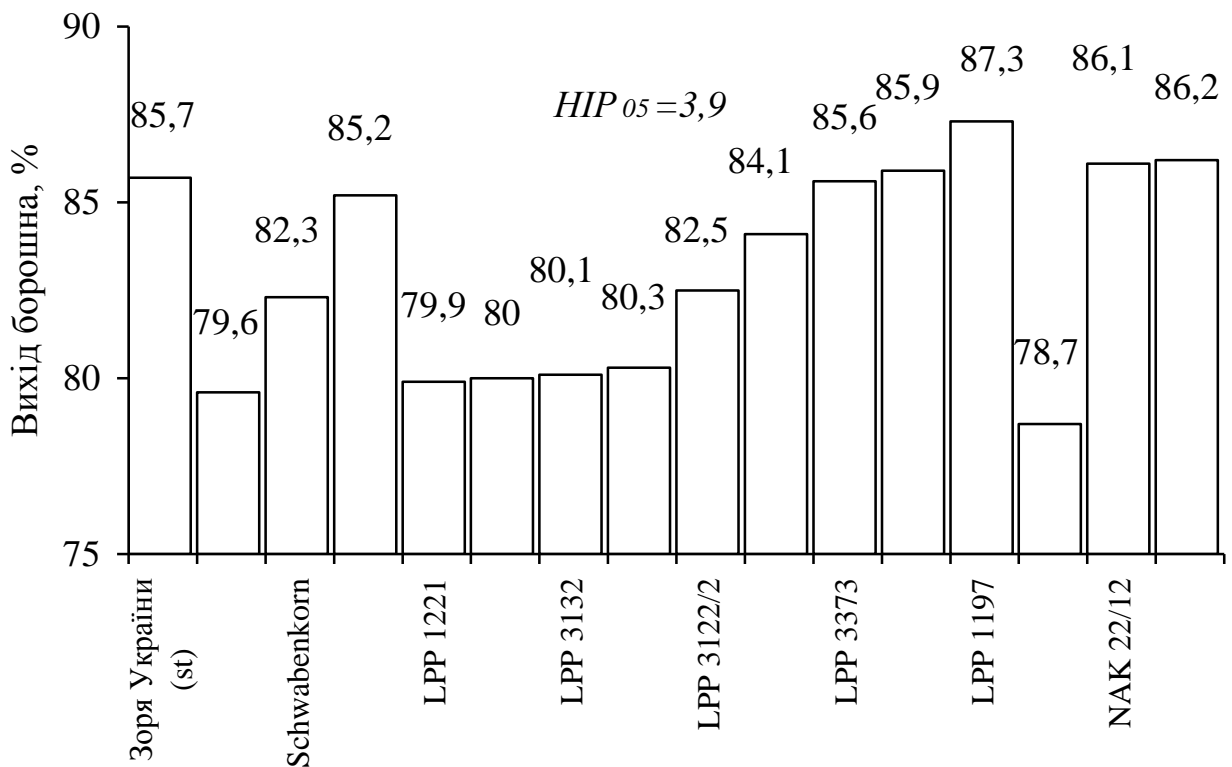


Рис. 4.13 Вихід борошна із зерна різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Між виходом борошна та вмістом ендосперму в зернівці пшениці спельти встановлено дуже високу ($r = 0,96 \pm 0,01$) кореляційну залежність, яка описується таким рівнянням регресії: $y = 1,2419x - 23,096$, де y – вихід борошна, %; x – вміст ендосперму в зернівці, % (рис. 4.14).

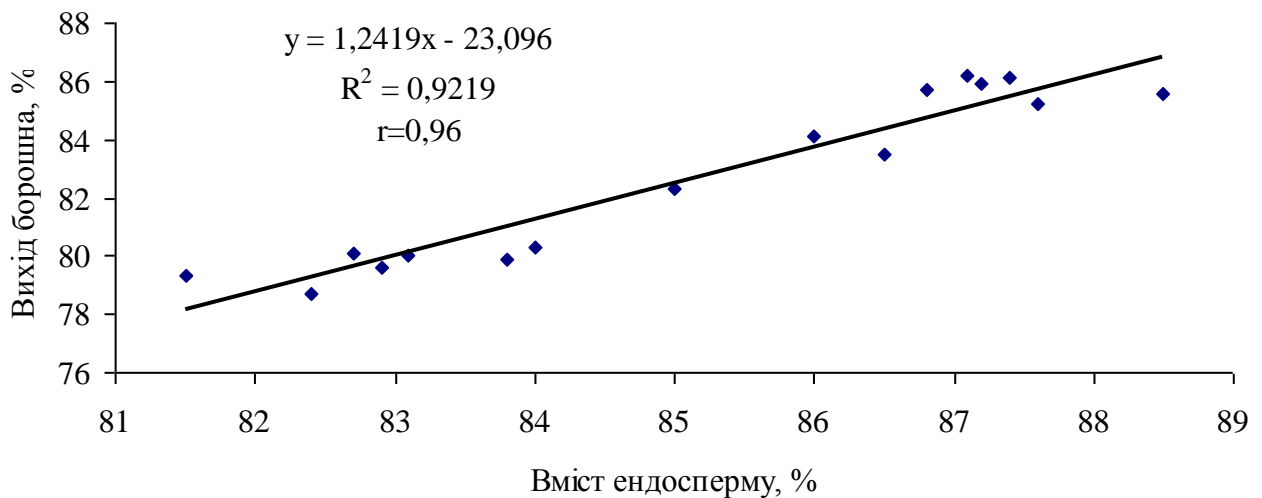


Рис. 4.14 Кореляційна залежність між виходом борошна та вмістом ендосперму

Вміст заліза, цинку, міді та нікелю, крім кобальту і хрому, в зерні пшениці спельти був у 1,7–2,8 раза вищий порівняно з пшеницею м'якою (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Вміст мікроелементів у зерні та борошні пшениць (2014–2016 рр.), мг/кг сухої речовини

Хімічний елемент	Пшениця м'яка (сорт Подолянка)			Пшениця спельта (сорт Зоря України)		
	Зерно	Борошно	до зерна, ±	Зерно	Борошно	до зерна, ±
Fe	24,2	8,5	-15,7	53,5	48,7	-4,8
Zn	19,4	8,9	-10,5	55,6	50,1	-5,5
Cu	2,15	1,13	-1,02	3,29	2,54	-0,75
Co	0,90	0,22	-0,68	0,63	0,58	-0,05
Cr	0,82	0,45	-0,37	0,21	0,15	-0,06
Ni	0,91	0,52	-0,39	1,59	1,33	-0,26

У борошні з пшениці спельти їхній вміст зменшувався на 0,05–5,5 мг/кг або в 1,1–1,4 раза, що свідчить про рівномірніший розподіл хімічних елементів в оболонках та ендоспермі.

Вміст золи у зерні пшениці спельти знаходився від 1,54 до 1,92 % залежно від сорту і лінії (рис. 4.15).

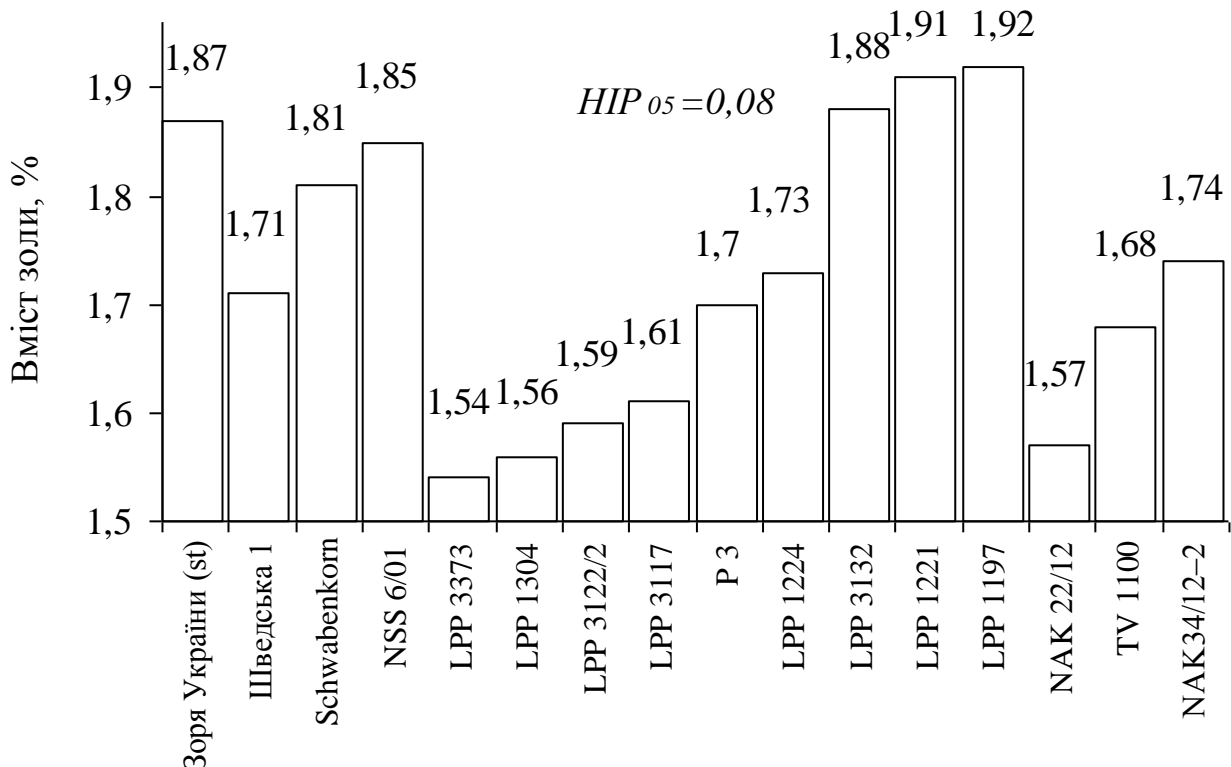


Рис. 4.15 Вміст золи у зерні різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), % у перерахунку на суху речовину

Найвищий показник її вмісту був у зерні сорту Зоря України – 1,87 %, NSS 6/01 – 1,85 і Schwabenkorn – 1,81 %. Найнижчий вміст золи у зерні сорту Шведська 1 – 1,71 % або на 9 % менше порівняно з контролем ($HIP_{05} = 0,08$).

Вміст золи у зерні ліній LPP 3373, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117, LPP 1224 і P 3 був на 8–18 % нижчий порівняно з контролем, а в зерні ліній LPP 3132, LPP 1221 і LPP 1197 був майже на його рівні – 1,88–1,92 %.

Зерно ліній пшениці спельти, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / амфіплоїд (*Triticum durum* Desf./*Aegilops tauschii* Coss.) і *Triticum kiharae*, за вмістом золи не відрізнялося від решти досліджуваних форм.

За вмістом золи зерно сортів пшениці спельти має високі борошномельні властивості. Зерно ліній LPP 3373, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117, NAK 22/12 має дуже високі борошномельні властивості, ліній P 3, LPP 1224, TV 1100, NAK 34/12–2 – високі, а зерно ліній LPP 1197, LPP 1221, LPP 3132 – середні.

Середньозважений вміст золи у борошні пшениці спельти знаходився в межах від 0,62 до 0,84 % на суху речовину залежно від сорту та лінії (рис. 4.16).

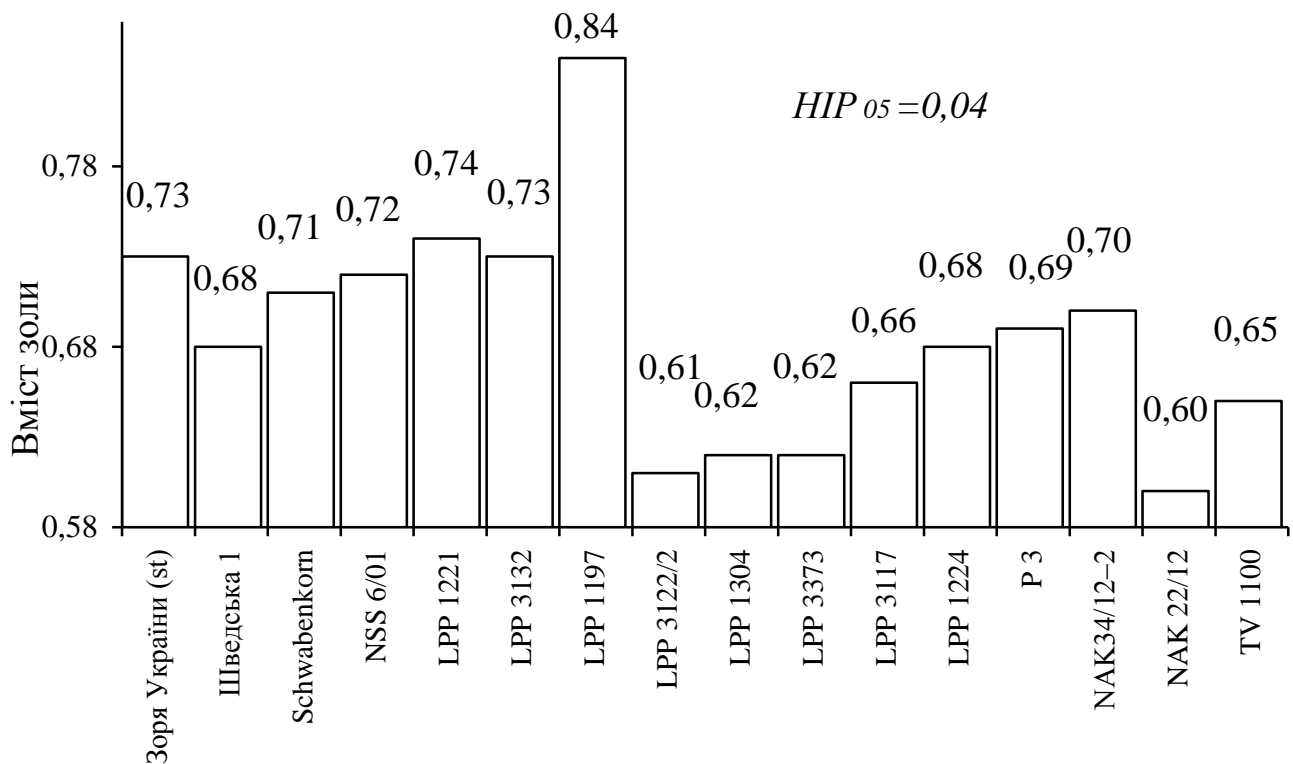


Рис. 4.16 Середньозважений вміст золи у борошні різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), % у перерахунку на суху речовину

Вміст золи у борошні півчастої пшениці Зоря України становив 0,73 % на суху речовину. У борошні зерна сортів NSS 6/01, Schwabekorn і ліній LPP 1221 і LPP 3132 вміст золи був на рівні стандарту, а в лінії LPP 1197 істотно вищий – 0,84 %. Борошно із зерна ліній LPP 3117, LPP 1304, LPP 1224, LPP 3122/2, P 3, LPP 3373, TV 1100, NAK 22/12 і сорту Шведська 1 характеризувалось найнижчими показниками – 0,60–0,69 % ($HIP_{05} = 0,04$).

Показник білизни борошна зерна сорту пшениці спельти Зоря України (st) становив 45 од. п. (рис. 4.17). У борошні зерна ліній P 3, LPP 3132, LPP 3373, LPP 1197, TV 1100 білизна борошна була істотно вищою ($HIP_{05} = 2$) за значення стандарту на 7–14 %. Решта досліджуваних номерів мали значення в межах 43–45 од. п., тобто різниця була не істотною.

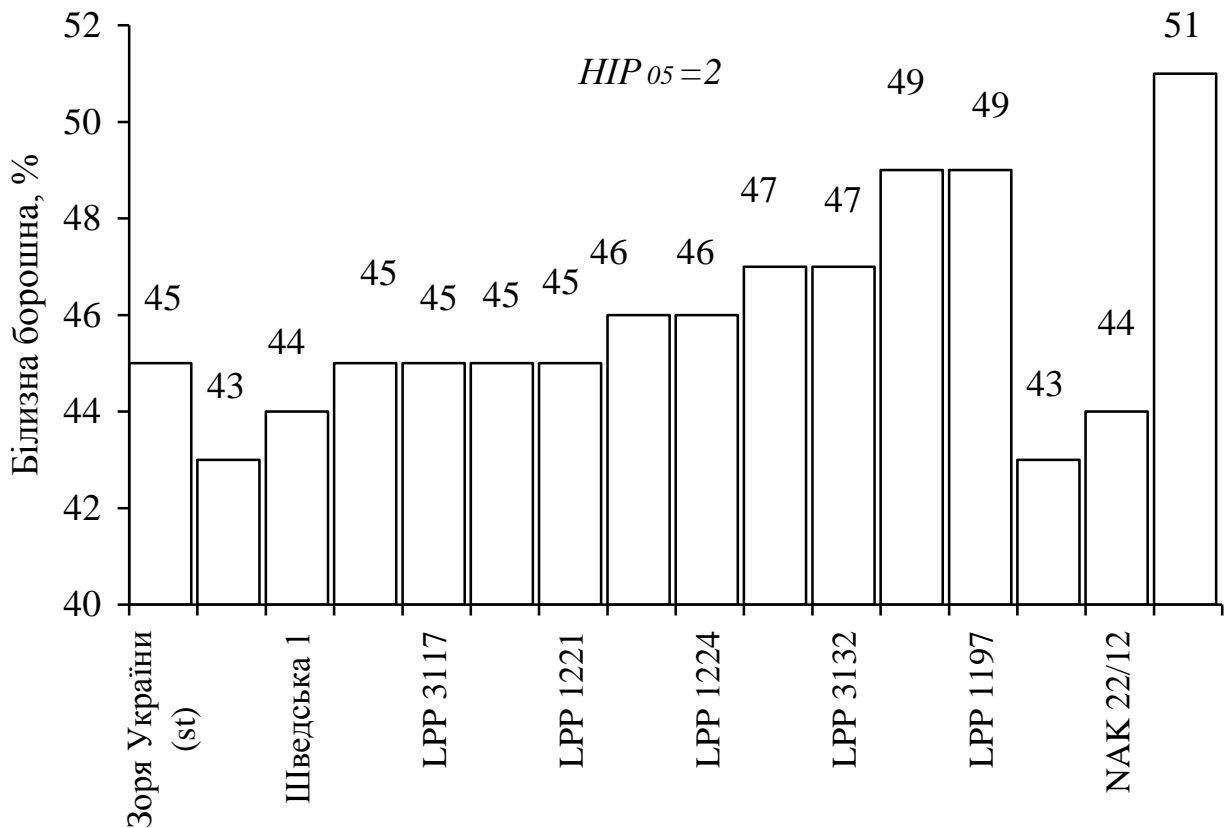


Рис. 4.17 Середньозважений показник білизни борошна різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), од. п.

Встановлено, що вміст ендосперму в зернівці пшениці спельти істотно ($r = -0,69 \pm 0,01$) впливав на вміст золи у зерні, що описується рівнянням регресії $y = -0,041x + 5,2212$, де y – вміст золи у зерні, %; x – вміст ендосперму в зернівці, %.

Отже, зерно всіх досліджуваних сортів і ліній дає високий вихід борошна односортного помелу. Найвищі показники забезпечує перероблення зерна сортів Зоря України, Шведська 1 і ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., NAK 22/12, TV 1100, отриманих інтрогресією з амфіплоїдом (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.) та *Triticum kiharae*. За вмістом золи у зерні сортів і ліній пшениці спельти борошномельні його властивості змінюються від середнього до дуже високого рівня.

4.2.3 Хлібопекарські властивості зерна та якість хліба. Із 16 досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти чотири мали задовільно слабку клейковину, а в решти вона була незадовільно слабкою (рис. 4.18). Слід зазначити, що зерно пшениці спельти лінії NAK 34/12–2 мало вміст клейковини 29,2 % за індексу деформації 86 од. п., що не типово для пшениці спельти. Це є результатом рекомбінегенезу в геномі пшениці при її гібридизації з амфіплоїдом (*Triticum durum* Desf. / *Aegilops tauschii* Coss.). Близькими до показника задовільно слабкої клейковини було зерно сорту Шведська 1 (101 од. п.) і лінії LPP 3132 (101 од. п.).

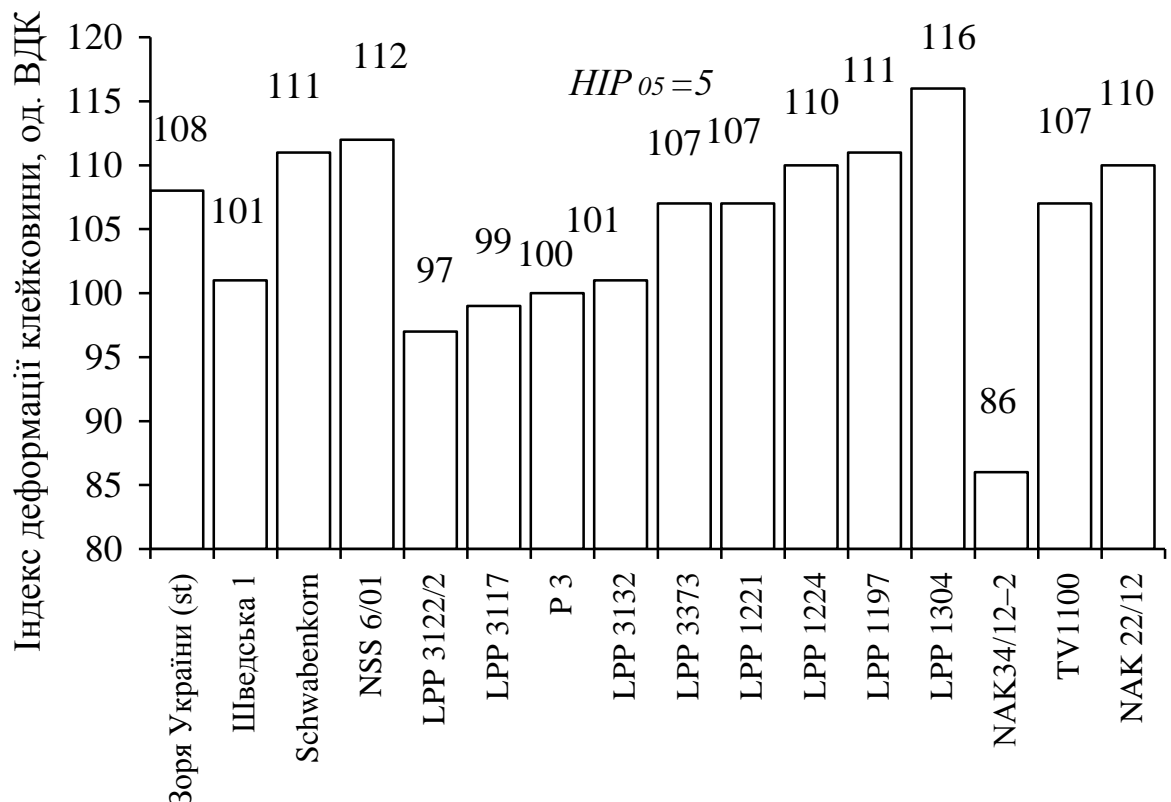


Рис. 4.18 Індекс деформації клейковини різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), од. ВДК

Сила борошна досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти знаходилась у межах 97–248 хв (рис. 4.19). Найвищу силу борошна мало зерно сорту Schwabekorn, ліній LPP 3117, P 3, NAK 34/12–2 – 129–248 хв, а найнижчу – сортів Шведська 1, NSS 6/01, ліній LPP 1221, NAK 22/12 – 40–45 хв.

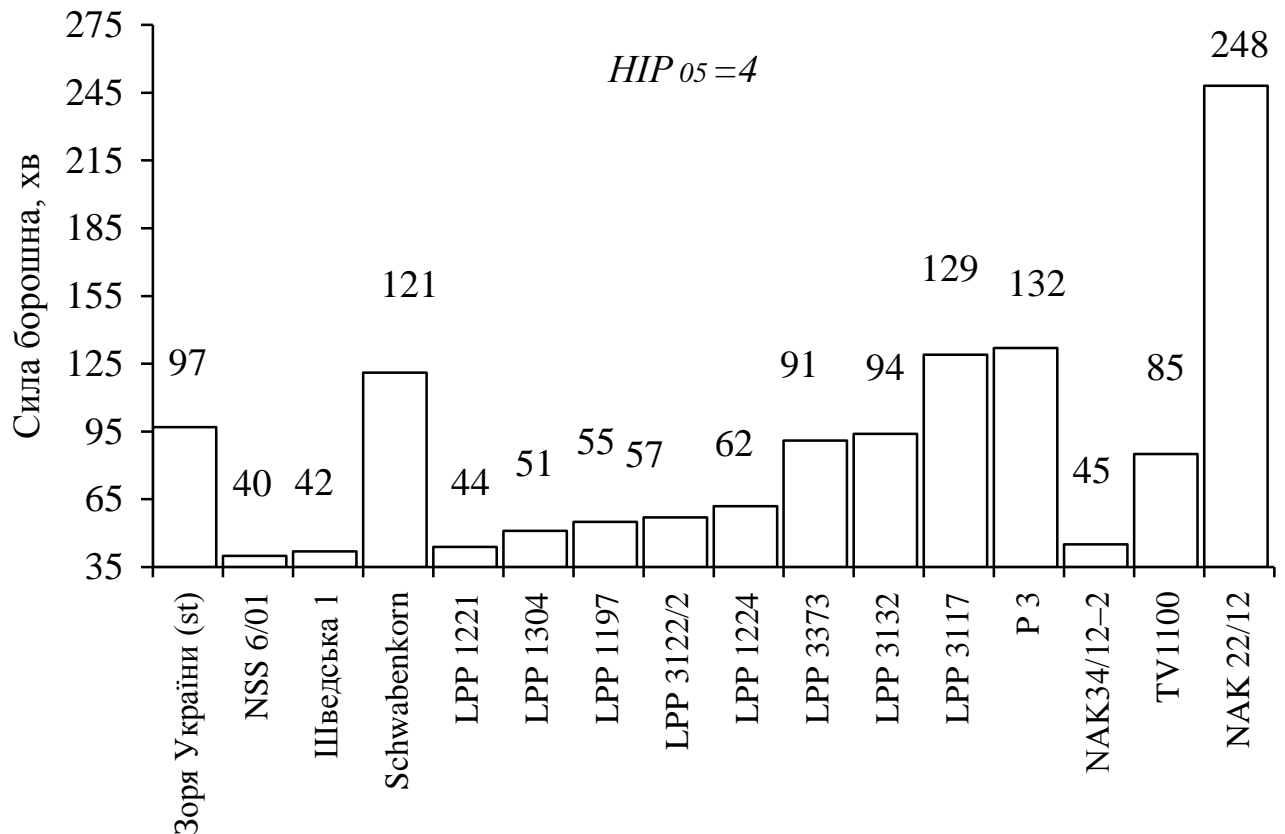


Рис. 4.19 Сила борошна різних сортів і ліній пшениці спельти за стійкістю кульки тіста у воді (2014–2016 рр.), хв

Дуже високої сили борошно з пшениці вважається за стійкості кульки тіста у воді понад 150 хв, 100–150 – високої, 60–100 – середньої, 30–60 – низької і ≤ 30 хв – дуже низької.

Дуже високу силу борошна мала лінія NAK34/12–2, з показником 248 хв. Показники 121, 129 і 132 хв відмічено відповідно в сорту Schwabekorn і ліній LPP 3117, P 3, що характеризувались високою силою борошна. Середні значення мали лінії – LPP 1224, LPP 3373, LPP 3132 та сорт спельти Зоря України – показники яких змінювалися від 62 до 97 хв. Низька сила борошна була в решти досліджуваних номерів (40–57 хв), що менше стандарту на 41–59 %.

Між індексом деформації клейковини і силою борошна пшениці спельти встановлено обернений високий кореляційний зв'язок ($r = -0,82 \pm 0,01$), що

описується рівнянням регресії $y = -5,8803x + 705,59$, де y – сила борошна (хв), x – індекс деформації клейковини, од. ВДК (рис. 4.20).

Показник числа падання тіста з борошна пшениці спельти сорту Зоря України становив 412 с (рис. 4.21).

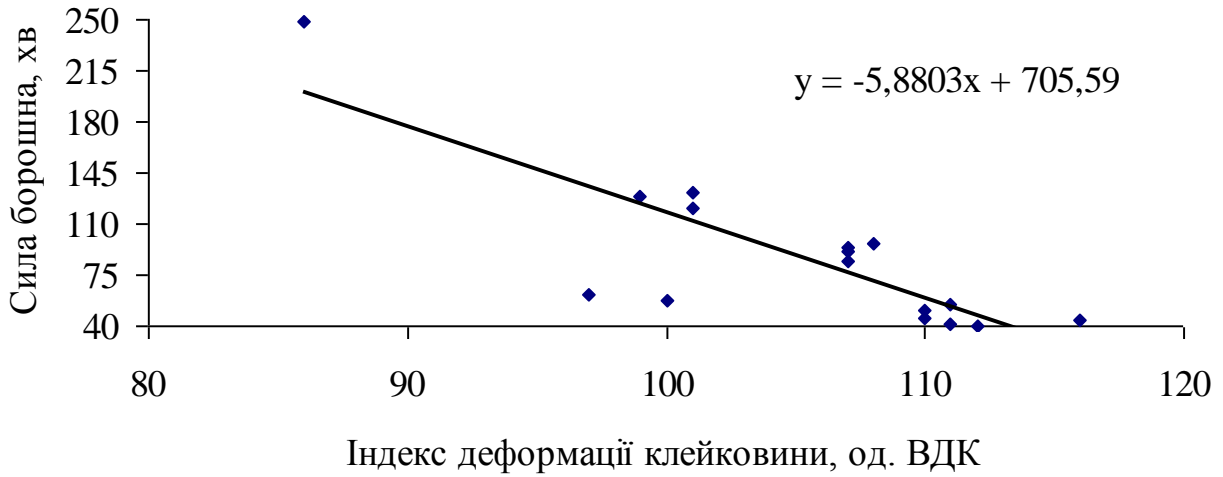


Рис. 4.20 Кореляційна залежність між індексом деформації клейковини та силою борошна

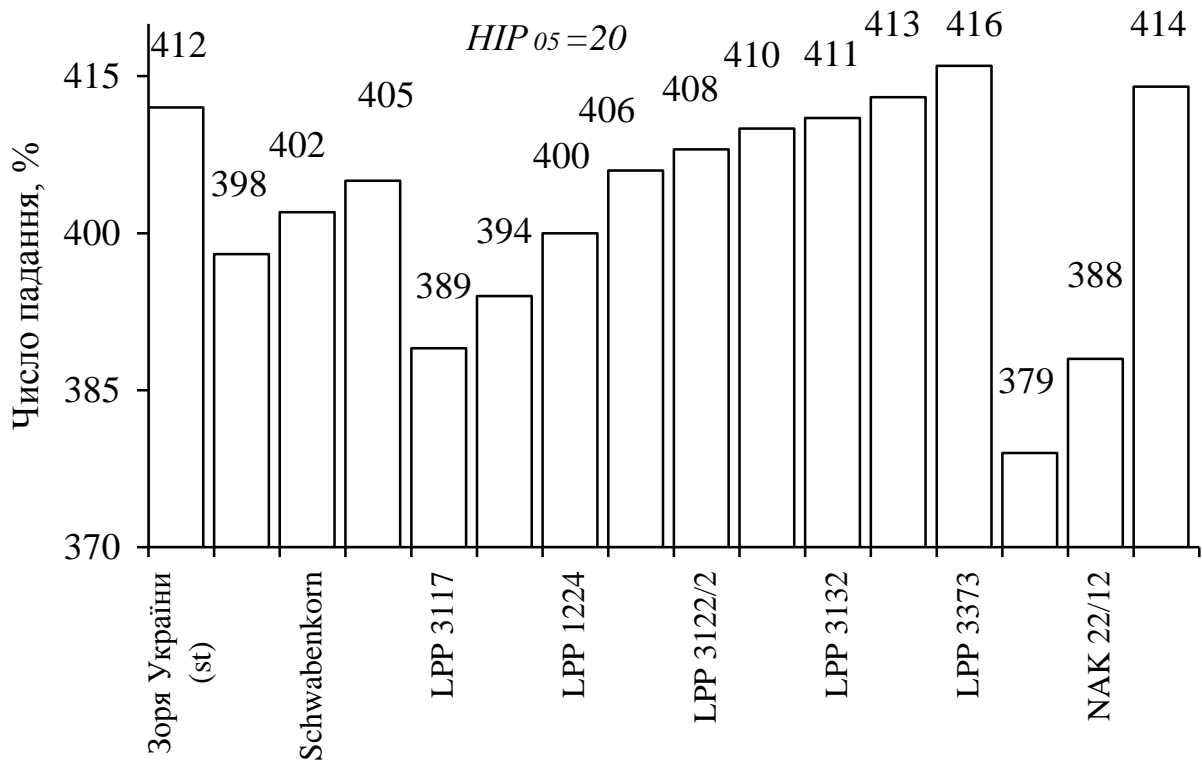


Рис. 4.21 Число падання зерна різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), с

Переважна більшість сортів і ліній пшениці спельти мали нижчі значення від 394 до 416 с, проте різниця між ними була не істотною. Показники трьох ліній – LPP 3117, NAK34/12–2, NAK 22/12 становили відповідно 389, 379 і 388 с, що було нижче показника стандарту на 6–8 %.

Отже, активність α -амілази у зерні досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти була низькою. Тому цей фермент не погіршував хлібопекарських властивостей зерна.

Газоутримувальну здатність вважають дуже високою, якщо цей показник $\geq 475 \text{ см}^3$, високою – 425–474, середньою – 375–424, низькою – 325–374, дуже низькою – $\leq 323 \text{ см}^3$.

Газоутримувальна здатність тіста, отриманого з борошна пшениці спельти, за тривалості бродіння 30 хв у всіх досліджуваних сортів і ліній була дуже низькою та знаходилась в межах 95–230 $\text{см}^3/100 \text{ г}$ (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Газоутримувальна здатність тіста з борошна різних сортів і ліній пшениці спельти залежно від тривалості бродіння (2014–2016 рр.), $\text{см}^3/100 \text{ г}$

Сорт, лінія	Тривалість бродіння, хв					
	30	60	90	120	150	180
Зоря України (st)	215	450	555	420	390	185
Шведська 1	95	487	369	325	270	105
Schwabekorn	118	400	417	386	342	234
NSS 6/01	110	425	450	408	255	207
LPP 1304	189	356	287	174	150	113
LPP 1221	174	405	321	214	163	120
LPP 3373	187	418	342	213	174	116
P 3	142	297	408	374	302	243
LPP 1197	115	396	410	378	210	117
LPP 3122/2	138	289	413	387	203	176
LPP 3117	110	485	415	367	300	180
LPP 1224	110	389	420	375	296	115
LPP 3132	115	395	487	390	241	141
TV 1100	208	416	348	285	197	123
NAK 22/12	230	434	404	327	201	104
NAK34/12–2	138	364	498	513	402	341
<i>HIP₀₅</i>	6	18	21	13	11	8

За тривалості бродіння 60 хв дуже висока газоутворювальна здатність відмічена у сорту Шведська 1 та лінії LPP 3117, що становила відповідно 487 і 485 $\text{см}^3/100$ г. У сорту пшениці спельти Зоря України та ліній NSS 6/01 і NAK 22/12 досліджуваний показник відповідав значенням відповідно 450, 425 і 434 $\text{см}^3/100$ г, тобто газотримувальна здатність була високою. Середній показник 395–418 $\text{см}^3/100$ г відмічений у сорту Schwabekorn і ліній LPP 1197, LPP 1224, LPP 3132, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100. Дві лінії мали низьку газотримувальну здатність з показником 356–364 $\text{см}^3/100$ г, а решта характеризувались дуже низьким показником.

Максимального значення газотримувальна здатність тіста була після 90-хвилинного бродіння. Так, дуже висока газоутворювальна здатність виявлена в сорту Зоря України та ліній LPP 3132, NAK34/12–2. Високий показник – 450 $\text{см}^3/100$ г у лінії NSS 6/01. Середні показники (404–420 $\text{см}^3/100$ г) були відмічені у семи ліній. У сорту Шведська 1 та ліній LPP 3373 і TV 1100 газотримувальна здатність була відповідно 369 і 348 $\text{см}^3/100$ г. Найменший показник тривалості бродіння (287 і 321 $\text{см}^3/100$ г) був у ліній LPP 1304 та LPP 1221. Проте після бродіння тіста впродовж 120 хв у лінії NAK34/12–2 газотримувальна здатність була найвищою і становила 513 $\text{см}^3/100$ г.

Серед досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти високий об'єм хліба з борошна вищого сорту був у сорту Зоря України та лінії NAK34/12–2, що становив відповідно 523 і 484 см^3 або 4,0–4,6 балам (табл. 4.12). Середні показники відмічено в сорту Шведська 1 і ліній LPP 3132, LPP 3117, значення яких знаходились в межах 454–462 см^3 .

Низький об'єм хліба мав сорт NSS 6/01, лінії LPP 1197, LPP 3373 і TV 1100, показники яких становили 380–384 см^3 . У решти сортів і ліній пшениці спельти об'єм хліба з борошна вищого сорту був у межах від 303 до 374 см^3 , що відповідало дуже низькому показнику – 1,0–2,6 бала.

Об'єм хліба з обойного борошна був на 10–20 % меншим порівняно з об'ємом хліба, отриманого з борошна вищого сорту. Середній об'єм хліба отримано з обойного борошна сорту Зоря України – 470 см^3 , низький – з борошна сорту Шведська 1 і ліній LPP 3132, LPP 3117, TV 1100, що відповідало 2,8–3,2 балам. У

решти сортів і ліній ці показники були дуже низькими і знаходились на рівні 270–328 см³ або менше на 142–200 см³ порівняно зі стандартом.

Таблиця 4.12

Об'єм хліба з борошна різних сортів і ліній пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Об'єм хліба з борошна							
	вищого сорту				обойного			
	см ³	до st, ±	бал	до st, ±	см ³	до st, ±	бал	до st, ±
Зоря України (st)	523	–	7,6	–	470	–	5,8	–
Schwabenkorn	372	-151	3,6	-4,0	302	-168	1,0	-4,8
NSS 6/01	384	-139	3,6	-4,0	311	-159	1,0	-4,8
Шведська 1	454	-69	5,6	-2,0	417	-53	5,2	-0,6
LPP 1304	303	-220	1,0	-6,6	283	-187	1,0	-4,8
LPP 1224	318	-205	1,0	-6,6	282	-188	1,0	-4,8
LPP 1221	347	-176	3,2	-4,4	294	-176	1,0	-4,8
P 3	364	-159	3,4	-4,2	300	-170	1,0	-4,8
LPP 3122/2	374	-149	3,6	-4,0	270	-200	1,0	-4,8
LPP 1197	380	-143	3,6	-4,0	305	-165	1,0	-4,8
LPP 3373	380	-143	3,6	-4,0	328	-142	3,0	-2,8
LPP 3132	460	-63	5,8	-1,8	399	-71	3,8	-2,0
LPP 3117	462	-61	5,8	-1,8	401	-69	3,0	-2,8
NAK 22/12	330	-193	3,0	-4,6	281	-189	1,0	-4,8
TV 1100	382	-141	3,6	-4,0	302	-168	1,0	-4,8
NAK34/12–2	484	-39	7,0	-0,6	392	-78	3,8	-2,0
<i>HIP₀₅</i>	<i>21</i>	–	<i>0,2</i>	–	<i>17</i>	–	<i>0,1</i>	–

Найбільший вплив на об'єм хліба, отриманого з обойного борошна мала сила борошна, оскільки між цими показниками встановлено прямий істотний кореляційний зв'язок ($r = 0,67 \pm 0,01$), а з борошна вищого сорту – високий зв'язок ($r = 0,71 \pm 0,01$), який описується такими рівняннями регресії: $y = 0,84432x + 321,4$ – для хліба з борошна вищого сорту; $y = 0,84432x + 321,4$ – для хліба з обойного борошна, де y – об'єм хліба, см³; x – сила борошна, хв.

Випуклість формового хліба з борошна вищого сорту була найвищою в сорту пшениці спельти Зоря України та лінії NAK 34/12–2 – відповідно 0,49 і 0,54, що відповідало 5,0 балам (додаток В.28). Показники сорту Шведська 1 і п'яти ліній знаходились в межах 0,30–0,43 або 4,0–5,0 бала. У решти досліджуваних сортів і ліній показник випуклості формового хліба був істотно меншим порівняно з

контролем і становив 0,08–0,29, що відповідало 2,0–4,0 балам.

Проте на випуклість формового хліба найбільший вплив мав індекс деформації клейковини, оскільки між цими показниками встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок ($r = -0,90 \pm 0,01 \dots -0,91 \pm 0,01$), який описується такими рівняннями регресії: $y = -0,0167x + 2,0281$ для хліба з борошна вищого сорту; $y = -0,016x + 1,935$ для хліба з обойного борошна, де y – випуклість хліба; x – індекс деформації клейковини, од. ВДК (рис. 4.22).

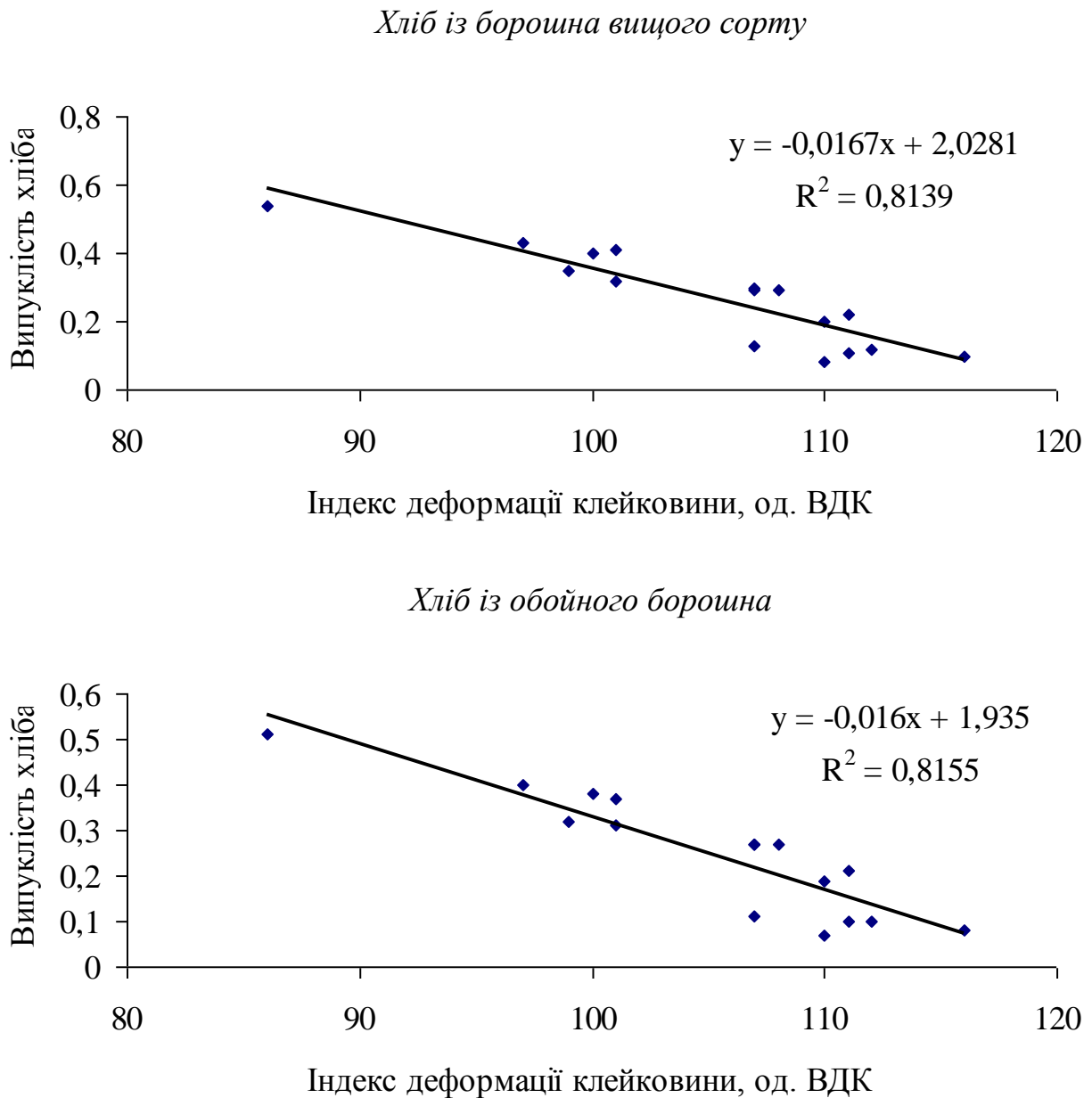


Рис. 4.22 Кореляційна залежність між випуклістю хліба та індексом деформації клейковини пшениці спельти, 2014–2016 рр.

За показником кольору скоринки хліба всі досліджувані сорти і лінії пшениці спельти мали оцінку 9 бала (табл. 4.13). Поверхня скоринки хліба в сорту Шведська 1 і ліній LPP 3117, LPP 3122/2, P 3, LPP 3132, NAK34/12–2 оцінювалась у 9 бала. Сорт пшениці спельти, взятий за стандарт і решта сортів та ліній мали по 7 бала. Глянець займав усю поверхню хліба з борошна сортів Зоря України, Schwabenkorn, ліній LPP 3373, LPP 1221, NAK 22/12, TV 1100 мав оцінку 9 бала. У хліба, отриманого з ліній LPP 1304, LPP 1224, P 3, LPP 3132, глянець займав лише 50 %, а в решти сортів і ліній – 25 % поверхні скоринки, що відповідало відповідно 5 і 3 балам.

Таблиця 4.13

Якість хліба з борошна вищого сорту різних сортів і ліній пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Поверхня хліба, бал			Показники якості м'якуша, бал							Загальна оцінка	
	Колір скоринки	Поверхня скоринки	Величина глянцевої поверхні	Колір м'якуша	Еластичність	Аромат	Смак	Крупність пор	Рівномірність розміщення	Консистенція		
											бал	%
Зоря України (st)	9	7	9	5	9	9	9	5	9	9	8,0	89
Шведська 1	9	9	3	5	9	9	9	3	9	9	7,2	80
Schwabenkorn	9	7	9	9	9	9	9	7	9	9	8,2	91
NSS 6/01	9	7	3	7	9	9	9	5	9	9	8,2	91
LPP 1197	9	7	3	5	9	9	9	3	9	9	7,4	82
LPP 3117	9	9	3	9	9	9	9	3	9	9	7,6	84
LPP 1304	9	7	5	5	9	9	9	7	9	9	7,8	87
LPP 1224	9	7	5	5	9	9	9	7	9	9	7,8	87
LPP 3122/2	9	9	3	9	9	9	9	5	9	9	8,0	89
P 3	9	9	5	5	9	9	9	7	9	9	8,0	89
LPP 3132	9	9	5	5	9	9	9	5	9	9	8,0	89
LPP 3373	9	7	9	5	9	9	9	5	9	9	8,0	89
LPP 1221	9	7	9	7	9	9	9	7	9	9	8,2	91
NAK34/12–2	9	9	3	9	9	9	9	7	9	9	8,2	91
NAK 22/12	9	7	9	9	9	9	9	3	9	9	8,2	91
TV 1100	9	7	9	9	9	9	9	5	9	9	8,4	93
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	–

Еластичність, аромат, смак, крупність пор, рівномірність їх розміщення, консистенція під час розжовування м'якуша була дуже високою і становила 9 бала незалежно від сорту та лінії, проте решта показників істотно змінювались. Так, за кольором м'якуша 9-ти бальну оцінку мав хліб, отриманий з борошна ліній LPP 1197, LPP 1224, NAK34/12–2, NAK 22/12 і сорту Schwabenkorn. М'якуш хліба, отриманий з борошна сорту NSS 6/01 і лінії LPP 3132 був світлий з жовтим відтінком – 7 бала. У решти досліджуваних сортів і ліній він був світло-жовтим, що відповідало 5 балам.

За показником крупності пор м'якуша форми пшениці спельти різнилися. Так, у хліба, отриманого з борошна сорту Шведська 1 і ліній LPP 3117, LPP 3122/2, P 3, LPP 3132, NAK34/12–2 пори були дрібними тонкостінними, в яких середніх товстостінних було 25 %, що відповідало 7 балам. Показник, що відповідав 5 балам (кількість середніх товстостінних пор 50 %) був відмічений у сортів Зоря України і Schwabenkorn та ліній LPP 1224, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100. У решти номерів оцінка крупності пор м'якуша хліба була найгіршою і становила 3 бала.

Загальна оцінка якості хліба, отриманого з борошна вищого сорту, була дуже високою в трьох сортів і восьми ліній пшениці спельти – 8,0–8,4 бала або 89–93 % від максимального значення. Менші значення відмічено в ліній LPP 1197, LPP 3117, LPP 3122/2 – 7,6–7,8. Оцінка хліба з борошна сорту NSS 6/01 і лінії LPP 1304 становила 7,2–7,4 бала, що було істотно нижче показника стандарту, проте залишалась високою.

Показник поверхні скоринки хліба, отриманого з борошна сорту Шведська 1 і ліній LPP 3117, LPP 3122/2, P 3, LPP 3132, NAK34/12–2 був найвищим і становив 9 бала (табл. 5.13). Поверхня хліба з борошна решти сортів і ліній була досить гладенькою, з одинокими пухирцями й тріщинами, що не проходили через усю поверхню (оцінка 7 бала).

Такі показники як еластичність, запах, смак, рівномірність розміщення пор у хлібі, випеченому з обойного борошна досліджуваних сортів і ліній були найвищими і становили 9 бала (додаток В.29).

Крупність пор хліба, випеченого з обойного борошна пшениці спельти сорту

Шведська 1 і ще п'яти ліній (LPP 3117, LPP 3122/2, P 3, LPP 3132, NAK34/12–2) становила 9 бала. У решти зразків хліба цей показник становив 7 бала.

Загальна оцінка якості хліба з обойного борошна була дуже високою – від 8,3 до 9,0 бала. Найвищої якості був хліб з борошна сорту Шведська 1 і ліній LPP 3117, LPP 3122/2, P 3, LPP 3132, NAK34/12–2 – 9,0 бала, а в решти сортів і ліній загальна оцінка була меншою на 8 %.

На величину глянцю та загальну оцінку якості хліба, отриманого з борошна вищого сорту найбільший вплив мав вміст білка, оскільки між цими показниками встановлено пряму високу кореляційну залежність – $r = 0,83 \pm 0,01 - 0,84 \pm 0,01$ (табл. 4.15). Вміст клейковини на ці показники впливав дещо менше – $r = 0,63 \pm 0,01 - 0,64 \pm 0,01$. Між поверхнею скоринки і вмістом білка та клейковини встановлено обернений істотний кореляційний зв'язок – $r = -0,53 \pm 0,01 \dots -0,54 \pm 0,01$.

Таблиця 4.15

**Кореляційна залежність між хлібопекарськими властивостями
зерна пшениць та якістю хліба**

Показник	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	Індекс деформації клейковини, од. ВДК	Сила борошна, хв
Хліб із борошна вищого сорту				
Об'єм, см ³	0,17	0,11	-0,57	0,71
Величина глянцю, бал	0,84	0,64	0,41	-0,25
Поверхня скоринки, бал	-0,53	-0,54	-0,87	0,57
Крупність пор, бал	-0,21	-0,30	-0,84	0,61
Загальна оцінка, бал	0,83	0,63	-0,82	0,69
Хліб із обойного борошна				
Об'єм, см ³	0,24	0,12	-0,41	0,64
Поверхня скоринки, бал	-0,51	-0,54	-0,85	0,55
Крупність пор, бал	-0,51	-0,54	-0,85	0,57
Загальна оцінка, бал	-0,50	-0,52	-0,83	0,60

Примітка. Коефіцієнт кореляції обраховано між середніми значеннями за всіма сортами та лініями пшениці спельти.

На всі показники якості хліба впливав індекс деформації клейковини. Так, між цим показником і поверхнею скоринки, крупністю пор, загальною оцінкою

встановлено обернений сильний кореляційний зв'язок – $r = -0,82 \pm 0,01 \dots -0,87 \pm 0,01$. Обернений істотний кореляційний зв'язок встановлено з об'ємом хліба ($r = -0,57 \pm 0,01$) та прямий помірний з величиною глянцю хліба ($r = 0,41 \pm 0,01$). На об'єм хліба найбільше впливала сила борошна, оскільки встановлено прямий сильний кореляційний зв'язок ($r = 0,71 \pm 0,01$), а з поверхнею скоринки хліба, крупністю пор і загальною оцінкою – істотний зв'язок.

Індекс деформації клейковини та сила борошна впливали на показники якості хліба, отриманого з обойного борошна подібно. Проте між поверхнею скоринки, крупністю пор, загальною оцінкою якості хліба і вмістом білка та клейковини встановлено обернений істотний кореляційний зв'язок – $r = -0,50 \pm 0,01 \dots -0,54 \pm 0,01$.

Отже, на величину глянцю поверхні хліба та загальну його оцінку впливає вміст білка в зерні пшениці спельти. Дещо менше на показники якості хліба впливає вміст клейковини. Крім цього на поверхню скоринки, крупність пор, загальну оцінку якості хліба також впливає індекс деформації клейковини. Найвищу загальну кулінарну оцінку має хліб, отриманий з борошна сорту Зоря України, ліній LPP 3132, NAK34/12–2 і TV 1100.

4.2.4 Оцінювання якості макаронів із крупки пшениці спельти. Вміст каротиноподібних пігментів у зерні пшениці спельти сорту Зоря України становив 0,35 мг/кг (додаток В, рис. В.3). Значення на рівні цього показника відмічено в ліній LPP 3373 і NAK 34/12–2. У зерні сорту Шведська 1 і чотирьох ліній (LPP 1221, P 3, NAK 34/12–2, TV 1100) вміст каротиноподібних пігментів перевищив значення стандарту на 6–11 %. Показники решти сортів і ліній були істотно нижчими значення стандарту та знаходились в межах 0,16–0,31 мг/кг.

Отже, вміст жовтих пігментів у зерні сортів і ліній пшениці спельти недостатній для отримання макаронів з жовтим забарвленням, тому в рецептуру слід добавляти меланж.

Кулінарне оцінювання макаронів, отриманих з крупки пшениці спельти проведено за показниками коефіцієнта розварювання, кольором і втратою сухої маси (додаток В.30). Коефіцієнт розварювання за масою в інтрогресивної лінії спельти NAK34/12–2 був найвищим і становив 9 бала. Макарони сорту NSS 6/01

чотирьох ліній LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, NAK 22/12 мали показник 7 бала. У решти сортів та ліній спельти коефіцієнт розварювання був найгіршим і відповідав 5 балам.

Під час кулінарного оцінювання макаронів з борошна пшениці спельти, коефіцієнт розварювання за об'ємом був найвищим у ліній LPP 3117, LPP 3132, LPP 3122/2, P 3, NAK34/12–2 – 7 бала. У решти сортів і ліній цей показник був істотно меншим і становив 5 бала. Кремовий колір макаронів, отримано з крупки сортів Шведська 1, NSS 6/01, ліній LPP 1224, LPP 1221, P 3, LPP 3373, TV 1100, NAK 22/12, NAK34/12–2, що відповідало 7 балам. У решти ліній і сортів пшениці спельти макарони були з світло-кремовим відтінком – 5 бала. За показником втрати сухої маси макаронів усі сорти та лінії пшениці спельти мали оцінку 5 бала (6,6–7,0 %).

Загальна оцінка макаронів, отриманих з крупки ліній LPP 3122/2, P 3, LPP 3373, NAK 22/12, NAK34/12–2 була істотно вища за значення стандарту та становила 6,0–7,0 бала або 67–78 % від максимального значення. У сорту Schwabenkorn і лінії LPP 1197 цей показник мав істотно нижчі значення – 5,0 бала, а в решти сортів і ліній на рівні стандарту – 5,5 бала. Найбільше на цей показник впливав індекс деформації клейковини, оскільки зв'язок був високий – $r = -0,81 \pm 0,01$, який описується таким рівнянням регресії: $y = -0,1034x + 16,502$, де y – коефіцієнт розварювання макаронів за масою, бал; x – індекс деформації клейковини, од. ВДК (рис. 5.19).

Вміст білка, клейковини та індекс деформації клейковини слабо впливав на коефіцієнт розварювання макаронів за масою, оскільки між цими показниками встановлено обернений слабкий кореляційний зв'язок – $r = -0,21 \pm 0,01 \dots -0,30 \pm 0,01$.

Обернений помірний кореляційний зв'язок встановлено між коефіцієнтом розварювання макаронів за об'ємом і вмістом білка та клейковини – $r = -0,44 \pm 0,01 \dots -0,47 \pm 0,01$.

Виявлено, що на колір макаронів найбільше впливала кількість каротиноподібних пігментів, оскільки між цими показниками встановлено прямий дуже високий кореляційний зв'язок ($r = 0,97 \pm 0,01$), який описується таким рівнянням регресії: $y = 10,676x + 3,0824$, де y – колір макаронів, бал; x – вміст

каротиноподібних пігментів, мг/кг зерна (рис. 4.23).

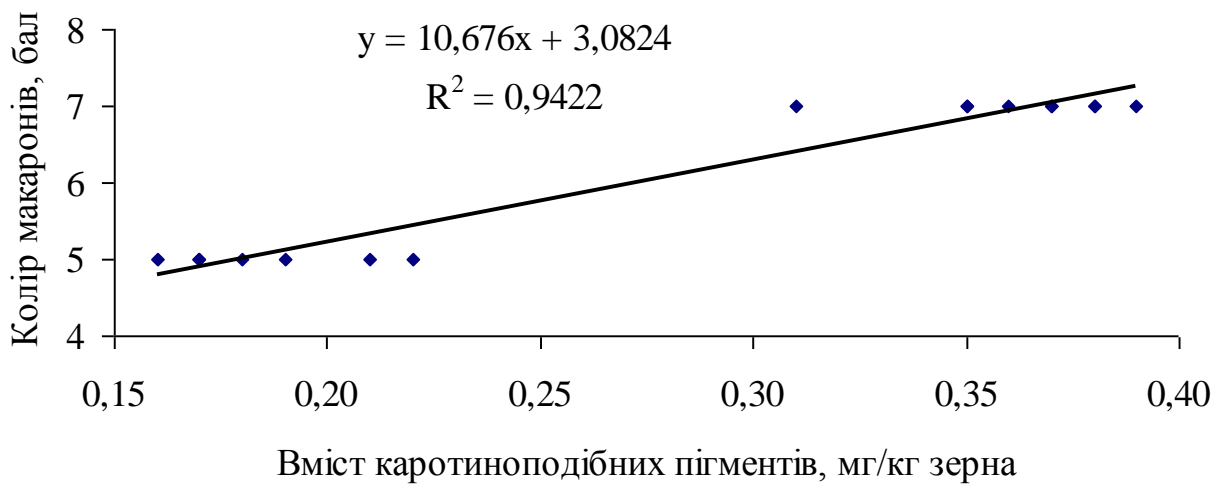


Рис. 4.23 Кореляційна залежність між кольором макаронів і вмістом каротиноподібних пігментів у зерні пшениці спельти, 2014–2016 рр.

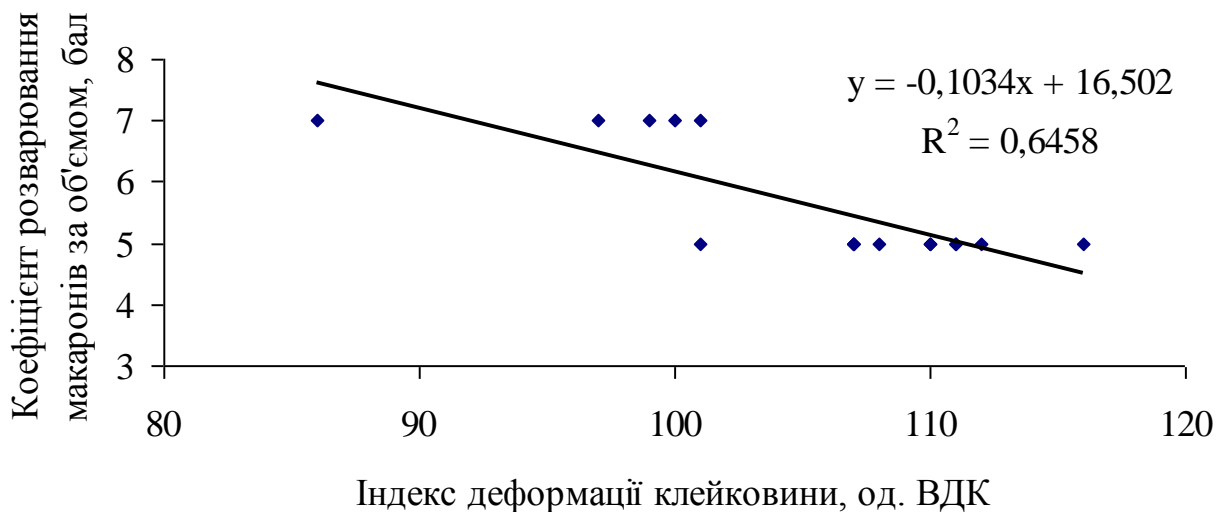


Рис. 4.24 Кореляційна залежність між коефіцієнтом розварювання макаронів за масою та індексом деформації клейковини зерна пшениці спельти

Отже, крупка пшениці спельти має середні макаронні показники якості, оскільки індекс деформації клейковини незадовільно слабкий. Високі макаронні властивості має крупка, отримана із зерна пшениці спельти інтрогресивної лінії NAK34/12–2.

4.2.5 Вихід і якість круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти.

Найпоширенішими круп'яними культурами в Україні є просо та гречка. Проте площі їх вирощування постійно зменшуються внаслідок низької продуктивності. Проблему підвищення якості крупи можна вирішити впровадженням у виробництво продуктивніших малопоширених видів пшениць [318].

Встановлено, що найвищим був вихід крупи з пшениці спельти № 1, який істотно залежав від сорту та лінії. Так, найвищий вихід цієї крупи отримано із зерна сортів Шведська 1, Зоря України і Schwabekorn – 88,3–89,8 % (додаток В.31).

Зерно ліній Р 3, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117, LPP 3373, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., характеризувалось найвищим виходом крупи з пшениці № 1 – від 87,3 до 90,4 %. Цей показник решти ліній був на рівні від 83,7 до 86,2 %. Інтрогресивні лінії НАК 22/12 і TV 1100 мали вихід 89,7 і 90,2 % цілої крупи, тоді як зерно лінії НАК34/12–2 мало істотно нижчий її вихід – 84,5 %. Тенденція виходу плющеної крупи була подібною до виходу цілої крупи з показником від 81,0 до 87,3 %.

Між виходом крупи з пшениці спельти №1 і вмістом ендосперму в зернівці встановлено пряму дуже високу ($r = 0,98 \pm 0,00$) кореляційну залежність, яка описується таким рівнянням регресії: $y = 0,9728x + 4,7073$, де y – вихід борошна, %; x – вміст ендосперму в зернівці, % (рис. 4.25).

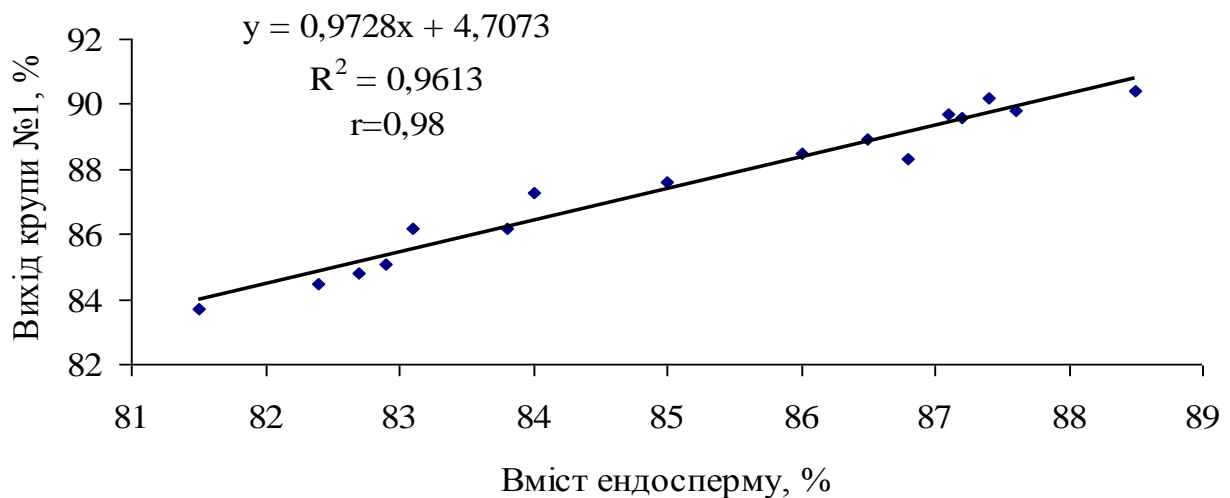


Рис. 4.25 Кореляційна залежність між виходом крупи з пшениці спельти №1 і вмістом ендосперму

Кулінарне оцінювання крупи цілої, подрібненої №1, 2, 3 і плющеної зроблено за показниками: запах, колір, смак, консистенція, консистенція під час розжовування. Всі перераховані показники кулінарного оцінювання каші в досліджуваних сортах і ліній пшениці спельти мали дуже високий рівень та становили 9 бала (додаток В.32).

Запах і смак каші з круп'яних продуктів був сильно виражений, колір – світло-кремовий, консистенція – розсипчаста. Каша під час розжовування дуже ніжна, добре розжовувалась, без хрусту.

Отже, зерно пшениці спельти всіх досліджуваних сортів і ліній найкраще підходить для виробництва круп, оскільки кулінарна оцінка її дуже висока.

Кулінарне оцінювання крупи манної із зерна пшениці спельти проводили за показниками запаху, кольору, смаку, консистенції каші. Так, за показниками запаху, смаку, консистенції крупа манна не залежно від сорту та лінії була оцінена в 9 бала, що відповідало дуже високому рівню (додаток В.33). Запах і смак каші, отриманої з крупи манної були сильно вираженими. Консистенція в'язка, однорідна з набухлими часточками ендосперму.

Колір каші з крупи манної сорту пшениці спельти Schwabekorn і ліній NSS 6/01, LPP 1197, LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3132 був кремовий, що відповідало 7 балам. У решти досліджуваних зразків колір був світло-кремовий з жовтим відтінком (9 балам).

Загальна оцінка каші з крупи манної сортів Зоря України, Шведська 1 і семи ліній була дуже високою – 9,0 бала. У решти зразків цей показник становив 8,5 бала або 94 % від максимального значення.

Коефіцієнт розварювання каші крупи №1, отриманої із зерна пшениці спельти сорту Зоря України становив 6,0 (додаток В.34). Лінія LPP 1221 мала найбільше його значення – 6,1, проте різниця була не істотною. Показник лінії TV 1100 відповідав значенню стандарту. Всі інші досліджувані зразки мали значення істотно менші, ніж у сорту Зоря України (st), і знаходилися в межах 5,0–5,7.

Коефіцієнт розварювання каші з крупи подрібненої №1 був найвищим у сорту Зоря України і лінії LPP 1221 – 6,1. Тенденція до зниження показника (6,0)

відмічена у лінії TV 1100. У решти сортів і ліній коефіцієнт розварювання каші був на рівні 4,9–5,7, що істотно менше показника стандарту.

У сорту Зоря України та ліній LPP 1221, TV 1100 коефіцієнт розварювання каші з крупи подрібненої №2 також був найвищим і становив відповідно 6,1–6,2. Усі інші зразки каші з крупи пшениці спельти мали показник від 5,0 до 5,7, тобто істотно менший значення стандарту.

Коефіцієнт розварювання каші з крупи пшениці подрібненої №3 і плющеної були подібні.

Коефіцієнт розварювання каші з крупи манної був найвищим порівняно з цим показником інших круп'яних продуктів від 5,9 до 7,5. Найвищий коефіцієнт розварювання був у каші з крупи манної сорту пшениці спельти Зоря України і лінії LPP 1221 – 7,5. Решта досліджуваних зразків мала показники істотно нижчі значення стандарту – 5,9–7,2.

При кулінарному оцінюванні екструдованого продукту з нелущеного зерна пшениці спельти визначали запах, колір, смак, консистенцію під час розжовування за температури екструдювання 100–110 °C і 180–200 °C (додаток В.34). Так, після екструдювання за температури 100–110 °C показники запаху і смаку екструдованого продукту становили 9 бала у всіх досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти. Колір відповідав 7 балам, за виключенням екструдованого продукту лінії TV 1100, значення показника якого відповідало 9 балам. Найвищу оцінку консистенції мав екструдований продукт, отриманий із зерна сортів Зоря України, Шведська 1 і семи ліній – досить ніжний добре розжовувався, без хрусту, що відповідало 7 балам. Показник консистенції, що відповідав 5 балам був в екструдованого продукту сортів Schwabenkorn, NSS 6/01 і ліній LPP 1197, LPP 1224, P 3, LPP 3132, NAK 34/12–2.

Найвищою кулінарна оцінка була в екструдованого продукту лінії TV 1100 – 8,5 бала. Загальна його оцінка із зерна сортів Schwabenkorn, NSS 6/01 і ліній LPP 1197, LPP 1224, P 3, LPP 3132, NAK 34/12–2 була високою і становила 7,5 бала, а в решти сортів і ліній – дуже високою.

Після екструдювання за температури 180–200 °C показники запаху, смаку і

консистенції не змінювались порівняно з екструдованням за нижчої температури і становили 9 бала. Проте консистенція його підвищувалась до 9 бала або на 6–20 %. Тому кулінарна оцінка такого екструдованого продукту зростала до дуже високого рівня – 8,5–9,0 бала або на 6–13 %. Найвищу оцінку мав екструдований продукт лінії TV 1100 – 9,0 бала. Решта досліджуваних зразків пшениці спельти мали показник 8,5 бала.

Отже, для екструдовання нелущеного зерна пшениці спельти за температури 100–110 °C необхідно використовувати сорти Зоря України, Шведська 1, лінії LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100, NAK 22/12. Для високотемпературного екструдовання придатні всі досліджувані форми пшениці спельти.

Видалення оболонки лушенням зерна підвищувало кулінарну оцінку екструдованого продукту до 9 бала за всіма показниками незалежно від температури екструдовання (додаток В.36).

Екструдований продукт із лущеного зерна пшениці спельти характеризувався світло-кремовим кольором, а з лінії TV 1100 – з жовтим відтінком, запах і смак був сильно виражений, консистенція під час розжовування – дуже ніжна, добре розжовувалась, без хрусту.

Між коефіцієнтом розварювання плющеної крупи, цілої, подрібненої, екструдованого продукту та вмістом клейковини у зерні пшениці спельти встановлено прямий високий кореляційний зв'язок – $r = 0,77 \pm 0,01 - 0,87 \pm 0,01$, а в крупи манної зв'язок був істотним – $r = 0,63 \pm 0,01$.

Коефіцієнт розварювання екструдованого продукту з лущеного та нелущеного зерна пшениці спельти визначали екструдованням за температури 100–110 °C і 180–200 °C (додаток В.37). За температури екструдовання лущеного зерна 100–110 °C коефіцієнт розварювання був найвищим у сортів Зоря України, Schwabenkorn і ліній LPP 1221, TV 1100 – 6,0–6,6. У решти досліджуваних сортів і ліній цей показник знаходився від 5,2 до 5,9 або був меншим на 11–21 % порівняно зі стандартом.

Коефіцієнт розварювання екструдованого продукту з нелущеного зерна сорту Зоря України був найбільшим – 6,7. У сорту Schwabenkorn і лінії TV 1100 цей

коефіцієнт становив відповідно 6,1 і 6,2. У решти досліджуваних ліній та сортів пшениці спельти, коефіцієнт розварювання екструдованого продукту знаходився в межах 5,3–5,9 або менше на 12–21 % порівняно з сортом Зоря України (st).

Коефіцієнт розварювання екструдованого продукту, отриманого високотемпературним екструдуванням був подібним. Так, із лущеного зерна він був найвищим у сорту Зоря України та ліній LPP 1221, TV 1100 – 6,4–6,5, а в решти сортів і ліній – 5,2–5,9 або меншим на 10–20 % порівняно зі стандартом.

Коефіцієнт розварювання екструдованого продукту з нелущеного зерна також був найвищим у сорту пшениці спельти Зоря України – 6,8. Тенденцію до його зниження відмічено в ліній TV 1100 і LPP 1221, показники яких відповідно становили 6,5 і 6,6. У решти досліджуваних сортів і ліній коефіцієнт розварювання екструдованого продукту знаходився від 5,3 до 6,1, що було істотно менше показника стандарту.

На коефіцієнт розварювання круп'яних продуктів найбільший вплив мав вміст білка в зерні пшениці спельти. Між цими показниками для крупи цілої, подрібненої та манної встановлено прямий високий кореляційний зв'язок – $r = 0,87 \pm 0,01 - 0,89 \pm 0,01$, для плющеної крупи та екструдованого продукту з лущеного зерна – дуже високий зв'язок ($r = 0,91 \pm 0,01 - 0,94 \pm 0,01$). Проте найбільший він був для екструдованого продукту з нелущеного зерна – $r = 0,96 \pm 0,00$, який описується таким рівнянням регресії: $y = 0,1665x + 3,0386$, де y – коефіцієнт розварювання; x – вміст білка в зерні, % (рис. 4.26).

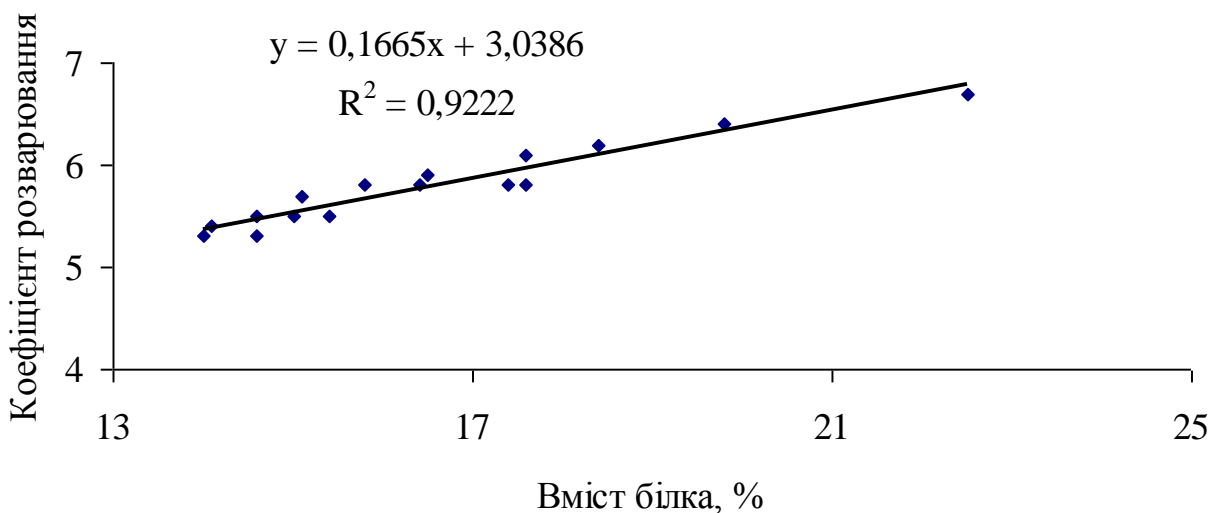


Рис. 4.26 Кореляційна залежність між коефіцієнтом розварювання екструдованого продукту з нелущеного зерна пшениці спельти та вмістом білка

Отже, круп'яні властивості зерна пшениці спельти змінюються залежно від сорту та лінії. Зерно пшениці спельти може бути плівковим (сорт Зоря України, лінія NAK 22/12), безплівковим (сорт Шведська 1, лінії LPP 3117, P 3, LPP 1221), а зерно решти сортів і ліній напівплівкове. Вміст плівок змінюється в широкому діапазоні – від 30,4 до 64,8 % залежно від сорту та лінії. Встановлено, що на вихід круп'яних продуктів впливає вміст ендосперму в зернівках. З'ясовано, що за виходом круп'яних продуктів найкращі круп'яні властивості має зерно сортів Шведська 1, Зоря України і Schwabenkorn, ліній P 3, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117 і LPP 3373.

4.2.6 Кондитерські властивості зерна пшениці спельти. Найнижча лугоутримувальна здатність була в борошна сорту NSS 6/01, ліній LPP 1197, LPP 1304, LPP 1224 і NAK 22/12 – 73,7–74,7 %, що істотно нижче порівняно зі стандартом (сорт Зоря України) (рис. 5.23). Найвищим цей показник був у борошна ліній LPP 3117 і NAK34/12–2 – 84,6–86,2 %.

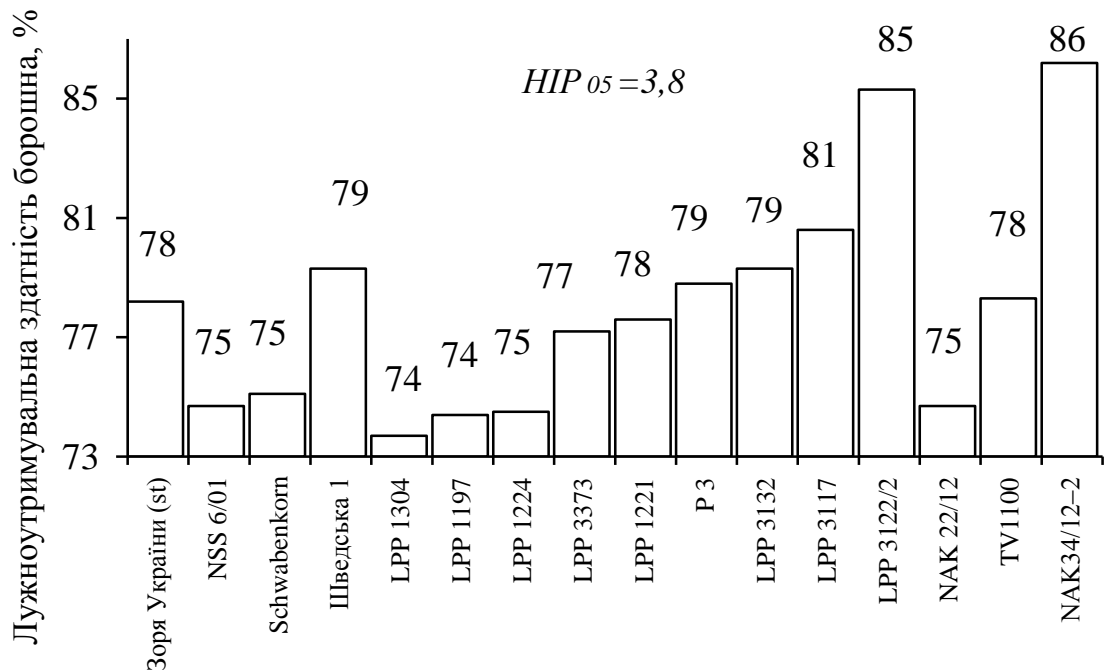


Рис. 4.27 Лугоутримувальна здатність борошна різних сортів і ліній пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Індекс деформації клейковини істотно впливає на лугоутримувальну здатність борошна пшениці спельти. За більшого показника індексу деформації клейковини лугоутримувальна здатність борошна зростала.

Дослідження свідчать, що якість печива істотно залежали від сорту та лінії пшениці спельти. Відношення діаметра печива до діаметра тіста найменшим було в печива із ліній LPP 3122/2 і NAK 34/12–2 – 1,2 (додаток В.38).

Відношення діаметра печива зі спельти до його товщини було в межах від 3 до 9 бала (табл. 4.16). Оцінка поверхні печива від 7 до 9 бала, проте колір і вигляд злому становив 9 бала. Із досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти найвищу кулінарну оцінку (9 бала) мало печиво сортів Зоря України (st), Schwabekorn, NSS 6/01 і ліній LPP 1221, LPP 3373, LPP 1224, LPP 1197, LPP 1304, NAK 22/12, TV 1100. Найнижче (7,0 бала) оцінювалось печиво ліній LPP 3122/2 і NAK 34/12–2, печиво решти досліджуваного матеріалу пшениці спельти мало кулінарну оцінку на рівні 7,5–8,0 бала.

Таблиця 4.16

Кулінарне оцінювання печива з борошна зерна сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), бал

Сорт, лінія	Показник				
	D/T	Поверхня	Колір	Вигляд злому	Загальна оцінка
Шведська 1	5	7	9	9	7,5
Зоря України (st)	9	9	9	9	9,0
Schwabekorn	9	9	9	9	9,0
NSS 6/01	9	9	9	9	9,0
LPP 3122/2	3	7	9	9	7,0
P 3	5	7	9	9	7,5
LPP 3132	5	7	9	9	7,5
LPP 3117	7	7	9	9	8,0
LPP 1221	9	9	9	9	9,0
LPP 3373	9	9	9	9	9,0
LPP 1224	9	9	9	9	9,0
LPP 1197	9	9	9	9	9,0
LPP 1304	9	9	9	9	9,0
NAK34/12–2	3	7	9	9	7,0
NAK 22/12	9	9	9	9	9,0
TV 1100	9	9	9	9	9,0
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,3</i>

Розраховано, що між вмістом клейковини у зерні пшениці спельти та

індексом деформації, лугоутримувальною здатністю, відношенням діаметра і товщини печива до діаметра і товщини тіста та відношенням діаметра до товщини печива коефіцієнт кореляції становив від $-0,28 \pm 0,01$ до $0,49 \pm 0,01$, що відповідало слабкому зв'язку (табл. 4.17). Помірний зв'язок встановлено між вмістом клейковини та поверхнею і загальною оцінкою печива – $0,51 \pm 0,01$ – $0,54 \pm 0,01$.

Таблиця 4.17

Кореляція між кондитерськими властивостями зерна та якістю печива з пшениці спельти

Показник	Індекс деформації клейковини, од. п.	Лугоутримувальна здатність борошна, %	Відношення діаметра (D) печива до діаметра тіста	Відношення товщини (T) печива до товщини тіста	D/T	Поверхня	Загальна оцінка
Вміст клейковини, %	0,41	-0,28	0,33	-0,46	0,49	0,54	0,51
Індекс деформації клейковини, од. п.	–	-0,94	0,87	-0,78	0,88	0,84	0,89
Лугоутримувальна здатність борошна, %	–	–	-0,86	0,79	-0,84	-0,77	-0,85
Відношення діаметра (D) печива до діаметра тіста	–	–	–	-0,81	0,91	0,74	0,81
Відношення товщини (T) печива до товщини тіста	–	–	–	–	-0,96	-0,88	-0,93
D/T	–	–	–	–	–	0,87	0,92
Поверхня	–	–	–	–	–	–	0,96

Індекс деформації клейковини найбільше впливає на лугоутримувальну здатність, про що свідчить коефіцієнт кореляції ($0,94 \pm 0,01$ – дуже високий зв'язок), а зв'язок з рештою показників був високим ($r = 0,78 \pm 0,01$ – $0,89 \pm 0,01$). Між лугоутримувальною здатністю борошна та відношенням діаметра печива до діаметра тіста та відношенням діаметра печива до товщини печива, його поверхнею і загальною оцінкою встановлено високий від'ємний зв'язок – $-0,77 \pm 0,01$... $-0,86 \pm 0,01$. Між відношенням діаметра печива до діаметра тіста та

відношенням діаметра до товщини печива та між поверхнею і загальною оцінкою встановлено дуже високий зв'язок – $0,91 \pm 0,01$, а між поверхнею печива та загальною оцінкою – високий ($r = 0,74 \pm 0,01 - 0,81 \pm 0,01$).

Отже, на кулінарну оцінку печива з борошна пшениці спельти найбільше впливає індекс деформації клейковини та лугоутримувальна здатність, що дає можливість використовувати ці показники під час визначення придатності його для виробництва кондитерських продуктів.

Враховавши результати вивчення якості печива та кондитерські властивості, запропоновано рівні-параметри визначення придатності зерна пшениці спельти для його виробництва за індексом деформації клейковини та лугоутримувальною здатністю борошна (табл. 4.18).

Таблиця 4.18

Рівні-параметри придатності зерна пшениці спельти для виробництва печива

Напрямок використання борошна	Індекс деформації клейковини, од. п. ВДК	Лугоутримувальна здатність, %
Кондитерський	105–120	$\leq 78,0$
Універсальний	95–104	78–81
Хлібопекарський	≤ 94	≥ 81

Кулінарне оцінювання кексу показало дуже високу його якість. Так, поверхня кексу, пористість за крупністю та рівномірністю оцінено в 9 бала (додаток В.38).

Поверхня кексу біла без тріщин, м'якуш мав дрібні тонкостінні рівномірно розміщені пори. Лише у кексу, отриманого з борошна інтрогресивної лінії НАК34/12–2 поверхня була з одинокими тріщинами, завширшки $\leq 1,0$ см, а м'якуш, крім дрібних, містив до 25 % середніх товстостінних пор, що відповідало 7 балам. Тому загальна оцінка кексу з борошна цієї лінії становила 7,7 бала, а з борошна решти сортів і ліній – 9,0 бала.

Кулінарна оцінка бісквіта з борошна досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти зроблена за такими показниками: поверхня бісквіта, пористість за крупністю, пористість за рівномірністю, консистенція під час розжовування (додаток В.39).

Усі зразки бісквіта, що оцінювались за комплексом вищезазначених показників отримали дуже високу оцінку – 9 бала. Поверхня бісквіта була без тріщин і здуття, м'якуш представлено дрібними тонкостінними рівномірно розміщеними порами, консистенція під час розжовування була дуже ніжною та соковитою. Виключенням був бісквіт з борошна інтрогресивної лінії NAK 34/12–2, кулінарна оцінка якої за показниками поверхні бісквіта та консистенції під час розжовування становила 5 бала, за показниками пористості за крупністю і пористістю за рівномірністю – 7 бала, консистенція під час розжовування та загальна оцінка становили відповідно 5 і 6 бала.

Об'єм кексу, отриманого з борошна пшениці спельти сорту Зоря України (st) становив 269 см^3 (додаток В.41). Істотно менші значення мав кекс, отриманий з борошна сорту NSS 6/01, ліній LPP 3122/2, LPP 3132, LPP 1221, об'єм якого становив $249\text{--}254 \text{ см}^3$ або менше на $5,6\text{--}7,4$ пункта порівняно з контролем. У решти сортів і ліній цей показник знаходився в межах $256\text{--}274 \text{ см}^3$, що було на рівні стандарту.

Питомий об'єм кексу з борошна сортів Зоря України, Schwabekorn і ліній LPP 1224, NAK 22/12, TV 1100 був найвищий і становив $2,59\text{--}2,63 \text{ см}^3/\text{г}$. У решти зразків кексу він був меншим і від $2,39$ до $2,50 \text{ см}^3/\text{г}$.

Об'єм кексу з борошна пшениці спельти слабко залежав від вмісту білка та індексу деформації клейковини, оскільки між цими показниками встановлено помірний кореляційний зв'язок – $r = 0,35 \pm 0,01\text{--}0,39 \pm 0,01$, а з вмістом білка – слабкий зв'язок ($r = 0,19 \pm 0,00$).

Показник об'єму бісквіта, отриманого з борошна сорту пшениці спельти Зоря України становив 384 см^3 . Об'єм решти зразків бісквіта був на рівні стандарту.

Питомий об'єм бісквіта, отриманого з борошна сортів пшениці спельти і ліній змінювався від $2,88$ до $3,09 \text{ см}^3/\text{г}$. Об'єм бісквіту з борошна сорту Зоря України,

ліній LPP 3117, LPP 1304, LPP 1224, TV 1100 зростав найбільше – майже втричі.

З'ясовано, що на формування якості бісквіта з борошна пшениці спельти найбільше впливає індекс деформації клейковини, оскільки між ними встановлено прямий істотний кореляційний зв'язок ($r = 0,68 \pm 0,01 - 0,69 \pm 0,01$). Між показниками кулінарного оцінювання та вмістом білка і клейковини встановлено слабкий кореляційний зв'язок – відповідно $r = 0,22 \pm 0,01 - 0,23 \pm 0,01$ і $r = 0,28 \pm 0,01 - 0,29 \pm 0,01$.

Між загальною оцінкою якості бісквіта з борошна пшениці спельти та індексом деформації клейковини встановлено прямий істотний кореляційний зв'язок, який описується таким рівнянням регресії: $y = 0,0018x + 0,0927$, де y – загальна оцінка якості бісквіта; x – індекс деформації клейковини, од. ВДК (рис. 4.28).

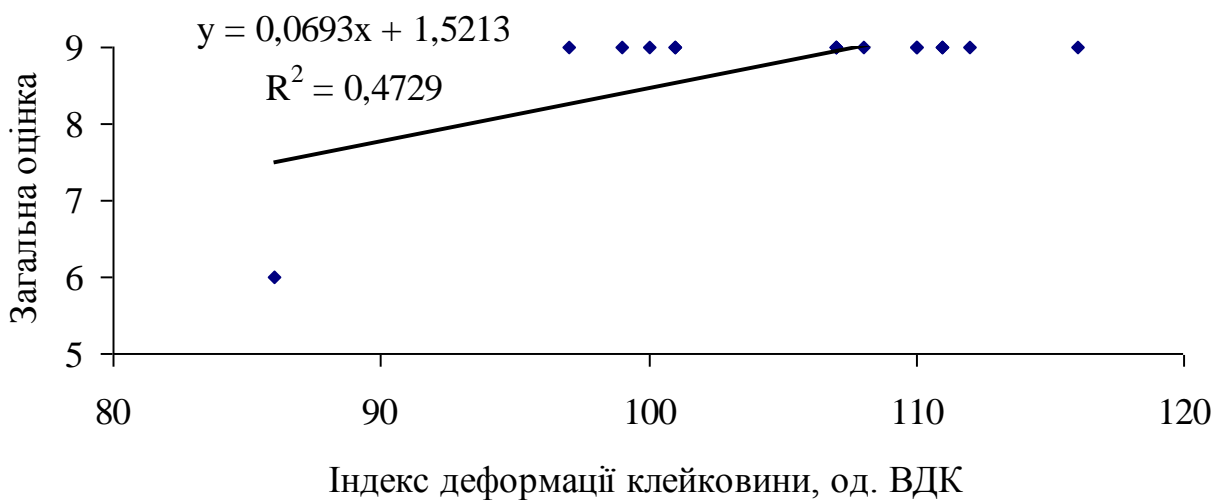


Рис. 4.28 Кореляційна залежність між загальною оцінкою якості бісквіта та індексом деформації клейковини пшениці спельти

За результатами вивчення якості продуктів перероблення зерна та його технологічних властивостей, запропоновано моделі сорту пшениці м'якої та пшениці спельти для визначення напряму їх використання за вмістом білка, клейковини та індексу її деформації (табл. 4.19).

Як показали дослідження, борошно пшениці спельти найкраще використовувати для отримання кексу та бісквіта. Якість печива із пшениці спельти істотно залежали від сорту. Найбільше на якість печива впливає індекс деформації клейковини. Найвищу загальну оцінку (9 бала) має печиво, отримане з

борошна зерна сортів Зоря України (st), Schwabekorn, NSS 6/01 і ліній LPP 1221, LPP 3373, LPP 1224, LPP 1197, LPP 1304, NAK 22/12, TV 1100. Розроблені рівні-параметри рекомендується використовувати для визначення придатності борошна пшениці спельти для виробництва печива.

Таблиця 4.19

Модель сорту видів пшениць (м'яка, спельта)

Напрямок використання	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	Індекс деформації клейковини, од. п. ВДК
Пшениця м'яка			
Хлібопекарський	≥ 13,0	≥ 25,0	≤ 94
Кондитерський	не регламентується	не регламентується	105–120
Універсальний	≥ 13,0	≥ 25,0	95–104
Круп'яний	≥ 14,0	не регламентується	не регламентується
Пшениця спельта			
Хлібопекарський	≥ 18,0	≥ 35,0	95–110
Кондитерський	не регламентується	не регламентується	105–120
Універсальний	≥ 18,0	≥ 35,0	95–110
Круп'яний	≥ 18,0	не регламентується	не регламентується

Висновки до розділу

1. Встановлено, що геометричні параметри зернівок пшениць озимих істотно залежать від сорту та лінії. Для зернівок сортів пшениці м'якої довжина від 5,1 до 6,6 мм, ширина – від 2,6 до 2,9, товщина – від 2,8 до 2,9 мм. Зернівки мають овальну або видовжену форму. Відношення глибини борозенки до товщини зернівки – від 0,40 до 0,59, а ширини петлі борозенки до ширини зернівки – від 0,07 до 0,25. Об'єм зернівок від 17,8 до 27,9 мм³, площа зовнішньої поверхні – від 48,8 до 68,7 мм², питома поверхня – від 2,39 до 2,76, сферичність – від 0,65 до

0,68, вміст ендосперму – від 81,7 до 87,8 %. Найвищу вирівняність та вміст крупної фракції має зерно сортів Подолянка, Кохана, Лупус, Паннонікус – відповідно 70,3–73,0 і 67,4–73,7 %.

2. Зерно ліній пшениці м'якої має більшу довжину, проте меншу ширину та товщину. Зернівки ліній LPP 2793 і NAK 61/12 м'якозерні, мають найбільший вміст ендосперму (84,2–87,8 %) та найбільше відношення глибини борозенки до товщини.

3. Вихід борошна односортного помелу із зерна сортів пшениці м'якої від 75,3 до 81,7 %, середньозважений показник вмісту золи – від 0,59 до 0,62 %, а білизни – від 48 до 65 од. п. Найвищу білизну має борошно, отримане із зерна білозерних сортів пшениці. Вихід борошна із зерна ліній пшениці м'якої також високий – 80,4–83,6 %, вміст золи – 0,54–0,65 %, білизна – 46–54 од. п. Найбільше на вихід борошна впливає вміст ендосперму в зерні.

4. Якість продуктів із борошна зерна пшениці м'якої найбільше залежить від її сорту та лінії. При цьому об'єм хліба з борошна вищого сорту від 303 до 520 см³, що відповідає 1,0–7,6 балам. З обойного борошна цей показник на 15–20 % нижчий порівняно з борошном вищого сорту. Загальна оцінка якості хліба з борошна вищого сорту становить 5,0–8,8 бала, а з обойного – 4,7–8,3 бала. Найвищу кулінарну оцінку хліба отримано з борошна зерна сортів Подолянка, Ужинок, Кохана, Щедра нива, Суасон, Емеріно, Паннонікус, Лупус, Чорноброва, Кулундинка та ліній пшениці м'якої. Встановлено, що вміст білка найбільше впливає на величину глянцю, еластичність, смак, консистенцію хліба під час розжовування і загальну оцінку, а індекс деформації клейковини – на еластичність, консистенцію хліба під час розжовування.

5. Вихід крупи із зерна пшениці істотно залежить від вмісту ендосперму та виду крупи. Найвищий вихід крупи № 1 – 82,3–89,1 % залежно від сорту та лінії. Вихід круп подрібненої становить 79,0–85,5 %, плющеної – 79,4–87,7 %. Високу загальну кулінарну оцінку та коефіцієнт розварювання має крупа, отримана із зерна сортів Подолянка, Вікторія одеська, Вдала, Ужинок, Щедра нива, Суасон, Емеріно, Лупус, Паннонікус, Чорноброва, Кулундинка та ліній пшениці м'якої –

7,5–9,0 бала. Екструдовання крупи № 1 підвищує кулінарну оцінку на 10–30 %. Кулінарна оцінка екструдованого продукту висока – 7,5–9,0 бала. Найвищу оцінку за кольором каші має екструдований продукт з нелущеного зерна сортів білозерної пшениці м'якої.

6. Відношення діаметра печива до його товщини від 8,3 у сорту Вікторія одеська до 19,6 у сорту Кулундинка. Встановлено, що найбільше на якість кондитерських виробів впливає індекс деформації клейковини зерна пшениці. Найкращі показники формуються, якщо клейковина з індексом деформації понад 100 од. п. ВДК. При цьому печиво та бісквіт із борошна зерна сортів Паннонікус, Кулундинка і ліній LPP 1314, LPP 2793, NAK 61/12 має найвищу якість – 8,5–9,0 бала. Борошно зерна всіх досліджуваних сортів і ліній пшениці придатне для виготовлення кексу.

7. Зерно пшениці щільноколосої має найменшу крупність (2,2–2,4 мм), вирівняність (48,0 %) і вміст крупної фракції (8,5 %), проте вміст ендосперму досить високий – 86,0 %. Зерно відноситься до м'якозерного типу. Борошно має високу білизну – 61 од. п., яке характеризується високими хлібопекарськими і круп'яними властивостями, оскільки якість готового продукту дуже висока – 8,0–9,0 бала. Проте якість макаронів і печива низька – 5,5–6,0 бала.

8. Фізико-механічні властивості зерна пшениці ефіопської подібні пшениці м'якій, проте має найнижчий вміст ендосперму – 79,8 %, тому вихід зерно продуктів найменший. Борошно має гіршу якість: вміст золи 0,62 %, білизна 30 од. п. Його найкраще використовувати для виготовлення хліба, крупи цілої, подрібненої, плющеної та кондитерських виробів, оскільки вони мають найвищу якість – 7,0–9,0 бала. Якість манної крупи низька – 4,3–5,7 бала.

9. Встановлено, що зерно пшениці спелти може повністю або частково вимолочуватись чи бути плівковим. Вміст плівок у зерні пшениці спелти в широкому діапазоні – від 30,4 до 64,8 %. Довжина зернівок від 6,0 до 8,1 мм, ширина – від 2,1 до 3,1, а товщина – від 2,5 до 3,1 мм залежно від сорту та лінії. Форма зернівок – напіввидовжена, овальна, дуже видовжена, проте найпоширеніша видовжена. Відношення глибини борозенки до товщини зернівки

– від 0,40 до 0,63, а ширини петлі борозенки до ширини зернівки – від 0,13 до 0,27, вміст ендосперму – від 81,5 до 88,5 %. Геометричні параметри зернівок пшениці спельти змінюються в більшому діапазоні порівняно з пшеницею м'якою. Найвищу вирівняність та вміст крупної фракції має зерно сорту Зоря України, ліній LPP 1197, LPP 3132, LPP 1221 – відповідно 61,2–75,2 і 42,6–75,2 %. Вміст крупної фракції зерна в решти сортів і ліній від 7,5 до 35,9 %. Зерно всіх сортів і ліній пшениці спельти м'язозерне, оскільки індекс розміру часточок становить 30,0–52,1 %.

10. Найвищий вихід борошна отримано із зерна сортів Зоря України, Шведська 1 – 85,7–85,2 %, ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – 84,1–87,3 % та інтрогресивних ліній NAK 22/12 і TV 1100 – 86,1–86,2 %. Борошно пшениці спельти сорту Зоря України містить в 2,6–5,7 раза більше мікроелементів порівняно з борошном пшениці м'якої. Середньозважений вміст золи у борошні від 0,61 до 0,84 %, показник білизни – від 43 до 51 од. п. Найвищу білизну має борошно, отримане із зерна ліній LPP 3373 і TV 1100.

11. Індекс деформації клейковини зерна сортів і ліній пшениці спельти від 97 до 116 од. п., число падання – від 389 до 416 с. Хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти відрізняються від пшениці м'якої, оскільки максимальна газотримувальна здатність тіста з борошна пшениці спельти настає після 60–90 хв бродіння, після чого швидко знижується. Найвищу стійкість під час бродіння має тісто з борошна сортів Зоря України, NSS 6/01 і NAK34/12–2.

12. Об'єм хліба з борошна вищого сорту від 303 до 523 см³, що відповідає 1,0–7,6 балам, а з обойного – від 270 до 470 см³ залежно від сорту та лінії пшениці спельти. Якість його висока в усіх зразків – 7,2–8,4 бала або 80–93 % від максимального значення. Найвищу якість має хліб, отриманий з борошна сорту Зоря України, ліній LPP 3132, NAK34/12–2 і TV 1100. Загальна оцінка якості хліба з обойного борошна дуже висока (8,3–9,0 бала), при цьому хліб з борошна сорту Шведська 1 і ліній LPP 3117, LPP 3122/2, P 3, LPP 3132, NAK34/12–2 має найвищу якість – 9,0 бала.

13. Крупка пшениці спельти характеризується середніми макаронними

показниками якості з оцінкою 6,0–7,0 бала, оскільки індекс деформації клейковини незадовільно слабкий. Встановлено, що на колір макаронів найбільший впливав має кількість каротиноподібних пігментів. Високі макаронні показники якості має крупка, отримана із зерна інтрогресивної лінії NAK34/12–2.

14. Найвищий вихід крупи з пшениці спельти № 1 отримано із зерна сортів Шведська 1, Зоря України і Schwabenkorn – 88,3–89,8 %, ліній Р 3, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117, LPP 3373, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. – 87,3–90,4 %, інтрогресивних ліній NAK 22/12 і TV 1100 – 89,7–90,2 %. Вихід плющеної крупи подібно до виходу цілої крупи і становить 81,0–87,3 %. Вихід подрібненої крупи найнижчий і від 77,6 до 79,5 %. У складі подрібненої крупи найвищий вихід крупи подрібненої № 2 (50,4–51,3 %), найнижчий – крупи подрібненої №1 (9,2–10,4 %). Зерно пшениці спельти всіх досліджуваних сортів і ліній найбільш придатне для виробництва круп, оскільки кулінарна якість її дуже висока. Запах і смак каші з круп'яних продуктів сильно виражений, колір – світло-кремовий, консистенція – розсипчаста. Каша під час розжовування дуже ніжна, добре розжовується, без хрусту.

15. Кулінарна якість екструдованого продукту залежить від температури екструдування. Підвищення температури екструдування до 180–200 °С покращує консистенцію готового продукту. Для екструдування нелущеного зерна пшениці спельти за температури 100–110 °С необхідно використовувати зерно сортів Зоря України, Шведська 1, лінії LPP 3117, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 1221, TV 1100, NAK 22/12, оскільки отриманий продукт має дуже високу кулінарну якість. Для високотемпературного екструдування придатні всі досліджувані форми пшениці спельти. екструдований продукт із лущеного зерна пшениці спельти характеризується світло-кремовим кольором, а з лінії TV 1100 – з жовтим відтінком, запах і смак – сильно виражений, консистенція під час розжовування – дуже ніжна, добре розжовувалась, без хрусту.

16. Найвищу кулінарну оцінку (9 бала) має печиво, отримане з борошна зерна сортів Зоря України, Schwabenkorn, NSS 6/01 і ліній LPP 1221, LPP 3373, LPP 1224, LPP 1197, LPP 1304, NAK 22/12, TV 1100. Для визначення придатності борошна

пшениці спельти у виробництві печива рекомендується використовувати розроблені рівні-параметри. Борошно, отримане із зерна всіх сортів і ліній пшениці спельти, крім інтрогресивної лінії NAK34/12–2, найкраще придатне для виготовлення кексу та бісквіта високої кулінарної якості.

Результати досліджень розділу 4 було апробовано на 15 конференціях [94, 190, 271, 272, 275, 276, 278, 281, 290, 292, 298, 656, 657, 663, 683], висвітлено в десяти статтях [89, 92, 93, 95, 277, 302, 308, 381, 496], монографії [655], 13 патентах [468, 470, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 485, 486].

1. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Капрій М. М. Оцінювання борошномельних властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2017. № 2. С. 140–145.
2. Любич В. В. Кондитерські властивості зерна пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2017. Вип. 91. С. 46–54.
3. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Воробйова Н. В., Улянич І. Ф., Капрій М. М. Характеристика твердості та міцності зернівок пшениці спельти залежно від сорту та лінії // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. 2017. Вип. 93. С. 86–94.
4. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В. Геометричні параметри зернівок пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2017. №1. С. 105–111.
5. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Любич В. В., Полянецька І. О. Круп'яні властивості зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпро. 2017. №1. С. 12–16.
6. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2013. Вип. 17. С. 309–311.
7. Любич В. В., Полянецька І. О. Оцінка сортів пшениці озимої за

- хлібопекарськими властивостями та врожайністю зерна // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2013. Вип. 11. С. 118–121.
8. Осокіна Н. М., Полянецька І. О., Любич В. В., Возіян В. В. Оцінка сортів пшениці озимої за виходом борошна з урожаєм зерна пшениці озимої // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 22. С. 142–145.
 9. Martyniuk A. T., Rudenko L. D., Sukhomud O. G., Lubich V. V., Voziyan V. V. The assessment of technological properties of grain depending on winter wheat variety // Вестник Прикаспия. Астрахань. 2014. № 4. С. 24–28.
 10. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хімічний склад зерна пшениці спельти залежно від сорту. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. Nitra. 2015. Vol. 1. P. 450–454.
 11. Liubych V. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi S. P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 108 p.
 12. 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.
 13. Любич В. В. Лінійні розміри зернівки сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Інноваційний шлях розвитку суспільства: проблеми, досягнення та перспективи: зб. наук. пр. Міжн. наук.-прак. інтернет-конференції. Кам'янець-Подільський. 2013. С. 16–18.
 14. Любич В. В. Вихід борошна з урожаю зерна пшениці озимої залежно від сорту // Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах: зб. тез Міжн. наук.-прак. конф. присвяченої 50-й річниці від початку розвитку рисівництва в Україні. Скадовськ. 2013. С. 194.
 15. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Оцінка хлібопекарських властивостей пшениці озимої залежно від сорту // Фитосанитарная безопасность и контроль сельскохозяйственной продукции: материалы Международной научно-практической конференции. Бояны. 2013. С. 267–277.

16. Любич В. В. Выход муки из сортов пшеницы озимой разного эколого-географического происхождения // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, по священной 85-летию со дня рождения Л. Г. Боброва. Алматы. 2013. С. 364–365.
17. Любич В. В., Возіян В. В. Плівчастість спельти залежно від сорту // Матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених, присвяченій 170-й річниці від дня заснування Уманського НУС. Умань. 2014. С. 48–49.
18. Любич В. В. Вміст анатомічних частин в зерні спельти озимої залежно від сорту // Інновації в сучасній селекції та генетиці сільськогосподарських культур: тези доповідей Всеукр. наук. конф. молодих учених. Одеса. 2014. С. 22–23.
19. Lubyeh V. V. The estimated output of flour grain yield of winter wheat depending on varieties // Проблемы и перспективы развития современной аграрной науки: материалы Межд. науч.-прак. интернет-конференции. Николаев. 2014. С. 7.
20. Любич В. В. Количество и качество клейковины пшеницы озимой в зависимости от сорта // Сучасні технології вирощування зернових, бобових та технічних культур: матеріали Міжн. наук.-прак. інтернет-конференції. Херсон. 2014. С. 212–215.
21. Osokina N. M., Lubyeh V. V., Polyanetska I. A., Voziyan V. V. The effect of gluten content on the gas-holding ability of spelt flour // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали III Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2015. С. 175–177.
22. Карпенко В. П., Любич В. В., Возіян В. В. Вплив вмісту білка на кулінарну оцінку плющеної крупи, отриманої із зерна спельти залежно від сорту // Збереження біорізноманіття в контексті сталого розвитку: матеріали Всеукр. наук. конф. Черкаси. 2015. С. 75–77.
23. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возіян В. В. Хлебопекарные свойства зерна спельты в зависимости от сорта // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Междун. науч.-практ. интернет-конференции. Солёное Займище. 2016. С. 1908–1914.

24. Любич В. В. Оцінювання круп'яних властивостей зерна спельти за якістю каші з плющеної крупи // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2016. С. 59–62.
25. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Воробйова Н. В., Улянич І. Ф., Капрій М. М. Характеристика хлібопекарських властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V Міжн. наук.-практ. конференції молодих вчених і спеціалістів. Центральне. 2017. С. 34–35.
26. Liubych V. V., Vorobiova N. V., Polynetska I. O. Formation of baking properties of spelt wheat grain depending on the variety and strains. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: Матеріали III Міжнародної наук.-прак. конф. Київ. 2017. С. 170–171.
27. Liubych V. V., Polianetska I. O., Florenko M.P. Evaluation of milling grain characteristics of different varieties and strains spelt wheat // Проблеми і сучасність аграрної науки та продовольства: матеріали V наук.-практ. інтернет-конф. Полтава. 2017. С. 97–98.
28. 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.
29. 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.
30. Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти: пат. 109225 Україна МПК МПК А21D 8/00 / Господаренко Г. М., Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № у 2015 11532; заявл. 23.11.2015; чинний з 10.08.2016, Бюл. № 15.

31. Спосіб оцінки якості хліба зі спельти: пат. 110269 Україна МПК А21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2015 12030; заявл. 04.12.2015; чинний з 10.10.2016, Бюл. № 19.
32. Спосіб кулінарної оцінки крупи манної із зерна тритикале та пшениці: пат. 112842 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 08016; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24.
33. Спосіб оцінювання хліба з обойного борошна тритикале і пшениці: пат. 115922 Україна, МПК А21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13218; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.
34. Спосіб лабораторного виготовлення та кулінарної оцінки печива цукрового з борошна тритикале і пшениці: пат. 118361 Україна, МПК А 21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13200; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.08.2017, Бюл. № 15.
35. Спосіб лабораторного виготовлення та оцінки кексу з борошна тритикале і пшениці: пат. 118060 Україна, МПК А 21D 8/02 / Любич В. В.; заявник та власник УНУС. – № u 2016 13216; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.
36. Спосіб лабораторного виготовлення бісквіта з борошна тритикале ті пшениці та його оцінка: пат. 118362 Україна, МПК А 21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. – № u 2016 13202; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.08.2017, Бюл. № 15.
37. Спосіб кулінарної оцінки екструдату із зерна тритикале та пшениці або круп'яних продуктів: пат. 112841 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС– № u 2016 08014; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24.
38. Спосіб лабораторного розмелювання зерна пшениці та тритикале: пат. 116324 Україна, МПК В02С 4/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. – № u 2016 13207; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.05.2017, Бюл. № 9.

39. Спосіб визначення кондитерських властивостей зерна тритикале і пшениці: пшениці: пат. 118968 Україна, МПК А 21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В., Кротик А. С.; заявник і власник УНУС. – № у 2016 13205; заявл. 23.12.2016., чинний з 11.09.2017, Бюл. № 17.
40. Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале: пат. 118058 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № у 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.

РОЗДІЛ 5

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ І ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

5.1 Продуктивність пшениці м'якої за тривалого (з 1965 р.) застосування добрив у польовій сівозміні

5.1.1 Урожайність. Дослідження впливу тривалого (з 1965 р.) застосування добрив проводили у польовій 10-пільній сівозміні, що реалізується на 10 фонах: без застосування добрив та з органічною, мінеральною і органо-мінеральною системами удобрення трьох рівнів застосування добрив.

Національна безпека країни тісно пов'язана зі збереженням та раціональним використанням ґрунтів, а відсутність об'єктивної інформації про їхню родючість, у тому числі поживний стан, призводить до неправильних управлінських рішень у сфері землекористування та сільського господарства, помилок у меліорації земель, нерационального застосування добрив, тощо. У зв'язку з новими соціальними, економічними та екологічними викликами функції агрохімічної складової в аграрному секторі нині є більш широкими, а її значення у вирішенні продовольчої проблеми зростає [96].

Оцінюючи рівень врожайності сільськогосподарських культур у динаміці за ротаціями сівозміни, важко встановити чітку залежність. Це пов'язано з погодними умовами, сортовими особливостями та рівнем агротехнології вирощування культур [98].

Оптимізація агрохімічних властивостей ґрунту забезпечує підвищення врожаю зерна пшениці в 2,5–4,0 рази порівняно з варіантом без добрив [205]. Крім цього ефективність тривалого застосування мінеральних добрив знижується, оскільки зменшується рН ґрунтового розчину. Так, за рН = 4,3 урожайність зерна пшениці м'якої становить 2,83 т/га, а за рН = 6,1 – 3,01 т/га [539].

Дослідження Л. С. Квасніцького [195], В. В. Лапи [247] свідчать, що найбільше на врожайність пшениці озимої впливає органо-мінеральна система удобрення. Проте на чорноземі звичайному система удобрення впливала менше порівняно з попередником. Так, після чистого пару врожайність була 4,67 т/га, а після стерньового попередника –

2,97 т/га. Тривале застосування мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{120}K_{120}$ підвищувало врожайність відповідно до 5,84 і 4,90 т/га після першої ротації сівозміни, а після третьої вона зменшувалась до 5,26 і 4,05 т/га [548]. Подібні результати отримано й іншими ученими [7].

Роль попередника послаблюється за внесення добрив. Так, залежно від попередника врожайність пшениці озимої змінювалась від 4,21 до 4,63 т/га на тлі застосування $N_{70}P_{50}K_{60}$ [195].

Дослідження з вивчення впливу різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні проводили у тривалому стаціонарному досліді (додаток Д.1). Зміна параметрів показників родючості ґрунту за тривалого застосування добрив (з 1965 р.) у польовій сівозміні істотно впливала на врожайність зерна пшениці м'якої (табл. 5.1). Найменшою вона була впродовж першої ротації сівозміни за вирощування після конюшини, оскільки вирощували сорти, рослини яких вилягали. Так, у варіанті досліді без застосування добрив за вирощування після конюшини врожайність пшениці м'якої становила 3,54 т/га зі зміною від 2,46 до 4,68 т/га (додаток Д.2). У варіанті з насиченням сівозміни мінеральними добривами дозою $N_{45}P_{45}K_{45}$ цей показник збільшувався до 3,99 т/га зі зміною від 2,79 до 5,40 т/га або більше як на 13 % порівняно з контролем. За середнього та високого насичення сівозміни добривами врожайність істотно не змінювалась. Після гороху та кукурудзи на силос врожайність пшениці м'якої була дещо більшою, проте тенденція впливу добрив залишалась подібною.

Тривале застосування добрив упродовж II і III ротацій сівозміни підвищувало врожайність зерна на 7–34 % порівняно з I ротацією. У IV ротації отримано меншу на 6–11 % врожайність порівняно з III ротацією, оскільки упродовж двох років посіви пшениці м'якої вимерзали.

Дотримання сівозміни та заміна екстенсивних сортів інтенсивними сприяло формуванню найбільшої врожайності пшениці м'якої у V ротації сівозміни. Так, на неудобрених ділянках після конюшини вона становила 4,02 т/га. За насичення 1 га площі сівозміни $N_{45}P_{45}K_{45}$ врожайність підвищувалась до 5,07 т/га, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 5,78, $N_{135}P_{135}K_{135}$ – до 6,03 т/га або більше на 26–50 % порівняно з варіантом без добрив.

**Динаміка врожайності пшениці м'якої за різних доз добрив і систем удобрення
в польовій сівозміні, т/га**

Варіант досліджу (насиченість 1 га площі сівозміни – чинник А)	Ротація сівозміни				
	I (1965– 1974 рр.)	II (1975– 1984 рр.)	III (1985– 1994 рр.)	IV (1995– 2004 рр.)	V (2005– 2014 рр.)
Попередник – конюшина (фактор В)					
Без добрив (контроль)	3,54±0,8	3,40±0,7	3,78±0,5	3,35±0,7	4,02±0,9
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	3,99±0,9	4,01±0,9	4,31±0,6	4,02±1,0	5,07±1,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,74±0,9	4,28±0,9	4,80±0,8	4,56±1,0	5,78±1,3
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	3,98±0,6	4,00±0,8	4,83±1,3	4,77±1,0	6,03±1,6
Гній 9 т	3,98±0,8	3,86±0,8	4,18±0,7	3,80±0,9	4,90±1,0
Гній 13,5 т	3,87±0,7	4,00±0,8	4,55±0,7	4,18±0,9	5,44±1,2
Гній 18 т	3,93±0,8	4,09±0,8	4,92±0,8	4,45±1,0	5,74±1,3
Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	3,96±0,7	4,23±0,9	4,27±0,6	4,11±1,0	5,11±1,3
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	3,77±0,6	4,19±0,9	4,97±0,8	4,71±1,0	5,81±1,4
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	3,93±0,8	4,19±0,9	5,26±1,1	4,92±1,1	6,11±1,6
Попередник – горох					
Без добрив (контроль)	3,54±0,6	3,37±0,8	3,87±0,4	3,21±0,6	3,86±0,9
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	4,05±0,7	4,03±0,8	4,54±0,4	3,96±0,7	4,97±1,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,05±0,8	4,29±0,8	5,14±0,6	4,43±0,8	5,74±1,6
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	3,86±0,7	4,04±0,9	5,23±1,0	4,65±0,9	6,08±1,7
Гній 9 т	4,07±0,6	3,91±0,8	4,27±0,4	3,29±0,8	4,90±1,3
Гній 13,5 т	4,02±0,7	4,32±0,9	4,99±0,6	4,13±0,8	5,45±1,5
Гній 18 т	3,99±0,8	3,91±0,8	4,94±0,6	4,34±0,8	5,59±1,4
Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	4,08±0,7	4,15±0,7	4,46±0,4	3,99±0,7	4,99±1,3
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	4,02±0,7	4,32±0,9	4,99±0,6	4,55±0,9	5,75±1,6
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	3,98±0,7	4,26±0,9	5,50±0,8	4,82±1,0	6,17±1,8
Попередник – кукурудза на силос					
Без добрив (контроль)	3,45±0,4	2,88±0,9	3,32±0,6	2,87±0,6	3,39±0,7
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	3,95±0,6	3,64±0,9	3,93±0,6	3,56±0,7	4,39±0,9
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4,08±0,8	4,02±1,2	4,58±0,7	4,07±0,8	5,13±1,1
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	4,05±0,9	3,94±1,2	4,65±0,7	4,32±0,9	5,51±1,4
Гній 9 т	4,06±0,6	3,54±1,1	3,92±0,5	3,52±0,7	4,35±0,9
Гній 13,5 т	4,11±0,6	3,56±1,2	4,32±0,5	3,87±0,8	4,84±1,1
Гній 18 т	4,05±0,8	3,76±1,2	4,61±0,5	4,11±0,8	5,13±1,1
Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	4,10±0,6	3,73±1,2	3,97±0,6	3,62±0,7	4,58±1,1
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	4,20±0,8	3,95±1,2	4,48±0,7	4,14±0,8	5,30±1,3
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	4,00±0,9	4,06±1,2	4,90±0,5	4,50±0,8	5,64±1,5

За органічної системи удобрення цей показник був меншим – 4,90–5,74 т/га зі змінами від 3,27 до 10,20 т/га за роки проведення досліджень. Проте найбільше на врожайність впливала органо-мінеральна система удобрення. Так, за насичення 1 га площі сівозміни Гній 4,5 т + N₂₃P₃₄K₁₈ вона збільшувалась до 5,11 т/га, Гній 9 т + N₄₆P₆₈K₃₆ – 5,81 і Гній 13,5 т + N₆₉P₁₀₂K₅₄ – 6,11 т/га або була більшою на 27–52 % порівняно з контролем.

Урожайність пшениці м'якої за вирощування після гороху була дещо меншою порівняно з конюшиною. Так, у варіанті без добрив вона становила 3,86 т/га або менше на 4 %, а за тривалого застосування добрив – 4,90–6,17 т/га.

Дослідження свідчать, що застосування добрив істотно підвищувало врожайність пшениці м'якої за вирощування після гіршого попередника. Так, за вирощування після кукурудзи на силос урожайність зерна була меншою на 16 % порівняно з конюшиною. Проте застосування добрив підвищувало її до 4,39–5,64 т/га залежно від варіанту досліду, що було меншим на 8–13 % порівняно з конюшиною.

5.1.2 Вміст радіонуклідів і мікроелементів у зерні. Важливим показником якості зерна пшениці є наявність важких металів і радіонуклідів. Найповніші знання про трансформацію важких металів і радіонуклідів у системі добриво–грунт–рослина забезпечує тривале застосування добрив [97]. Одержані дані впливу удобрення на вміст хімічних елементів у зерні досить суперечливі [50, 463, 725].

Встановлено [13], що вміст свинцю в зерні збільшувався з 0,6 до 1,1 мг/кг за внесення N₆₀P₆₀K₆₀, цинку – з 13,6 до 15,9, нікелю – з 0,1 до 2,6 мг/кг зерна. Проте вміст міді зменшувався з 7,1 до 4,9 мг/кг. За внесення N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ вміст свинцю зменшувався до 0,2 мг/кг зерна, а вміст хрому не змінювався. Дослідження інших учених [34, 204] свідчать, що тривале застосування різних систем удобрення зменшувало надходження міді, цинку та свинцю в зерно пшениці порівняно з варіантом без добрив.

Найбільшою розповсюдженістю серед природних радіоактивних ізотопів характеризується радіоактивний калій (⁴⁰K). Загальна активність його в земній корі більша, ніж активність усіх інших ізотопів, разом узятих. Він широко розсіяний у ґрунтах, особливо глинистих, де міцно утримується внаслідок процесів сорбції [549].

Використання калійних добрив із залишковою природною радіоактивністю не призводить до істотного підвищення радіоактивності продукції рослинництва, проте бувають випадки зростання її у кілька разів порівняно з радіоактивністю рослин, вирощених у природних умовах без застосування добрив. Таке явище спостерігається зазвичай на ранніх стадіях розвитку рослин після внесення в ґрунт високих доз калійних добрив [97].

Для калійних добрив характерна присутність двох природних радіоактивних нуклідів: ^{226}Ra і ^{40}K . При цьому основним радіонуклідом є ^{40}K [529].

У літературі майже відсутні дані про рівні радіоактивності калійних добрив. Відомо, що на 1 г природного калію припадає 29,6 Бк ^{40}K , тому що у природному калії 0,0119 % ^{40}K . Радіоактивний калій (^{40}K) має період напіврозпаду $1,2 \cdot 10^9$ років. Характеризується β -негативним типом розпаду з енергією 1,32 Мев (88,4 %) та частковим γ -випромінюванням (К-захват) з енергією 1,46 Мев (11,6 %) [206].

У природі калій знаходиться у вигляді трьох ізотопів ^{39}K (93,1 %), ^{41}K (6,9 %) і радіоактивний ^{40}K (0,012 %). Із загальної кількості ^{40}K 88 % припадає на «м'яке» і лише 12 % на «жорстке» випромінювання. На загальному тлі природних джерел випромінювання ^{40}K складає 12 % [9, 10].

Питома активність радіонуклідів і вміст хімічних елементів у ґрунті наведено в додатках Д.3 і Д.4. Дослідження свідчать, що найвищою була питома активність ^{40}K , яка істотно змінилась після тривалого застосування у польовій сівозміні різних доз і систем удобрення (додаток Д.5). Так, за мінеральної системи удобрення при вирощуванні пшениці м'якої після конюшини питома активність підвищувалась до 69,3–87,2 Бк/кг зерна або на 2–28 % порівняно з контролем (68,1 Бк/кг). За органо-мінеральної системи удобрення цей показник підвищувався від 68,3 до 73,2 Бк/кг або більше на 1–7 %. Вміст решти радіоактивних нуклідів і коефіцієнт їхнього поглинання були в межах ГДК (додаток Д.6).

Мікроелементи беруть участь в окисно-відновних процесах, вуглецевому і азотному обмінах. Під їх впливом збільшується вміст хлорофілу в листках, поліпшується фотосинтез, посилюється асиміляційна діяльність всієї рослини. Багато мікроелементів входять в активні центри ферментів і вітамінів. Дефіцит цинку,

молібдену, надлишок кобальту та мангану гальмують надходження амонійного азоту, а міді і мангану уповільнює поглинання рослинами азоту нітратів [80].

Наявність азоту, фосфору та калію в поживному середовищі великою мірою визначає інтенсивність росту рослин і поглинання ними інших елементів живлення. Поліпшення азотного живлення збільшує надходження в рослини міді, заліза, мангану й цинку. Надмірне фосфорне та калійне живлення знижує надходження в рослини міді, заліза й мангану. За різних рівнів забезпеченості елементами удобрення взаємодія між ними відбувається неоднаково, можливі швидкі переходи процесів антагонізму в синергізм і навпаки [78, 80, 338].

З'ясовано, що за тривалого застосування добрив після конюшини вміст мангану зменшувався на 4–17 % за мінеральної системи, 4–19 – за органічної та 8–20 % – за органо-мінеральної системи удобрення (табл. 5.2).

Вміст заліза зменшувався відповідно на 3–8 %, 5–6 і 3–9 %, міді – на 6–35 %, 2–5 і 1–6 %, кобальту – на 10–24 %, 13–20 і 11–21 %, нікелю – на 21–64 %, 58–62 і 58–59 %, і вміст кадмію – на 38–69, 54–77 і 50–81 %. Вміст досліджуваних елементів за вирощування пшениці м'якої після гороху та кукурудзи на силос був подібним.

Вміст цинку та хрому в зерні пшениці м'якої мав іншу закономірність. Так, у варіанті без добрив за вирощування після конюшини вміст цинку становив 18,1 % і збільшувався до 18,6–18,7 мг/кг зерна за одинарної дози добрив за мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення.

За середнього та високого насичення добривами сівозміни вміст цинку в зерні пшениці м'якої зменшувався на 1–17 %. Проте застосування органічних добрив сприяло його підвищенню до 18,9–20,1 % або на 4–11 %. Вміст хрому збільшувався лише за мінеральної системи удобрення на 13–82 %, проте за органічної системи удобрення зменшувався на 34–64 і на 65–67 % за органо-мінеральної систем удобрення. Подібні зміни виявлено за вирощування пшениці м'якої після гороху та кукурудзи на силос.

Вміст свинцю в зерні пшениці м'якої з покращенням удобрення істотно збільшувався з 0,25–0,33 мг/кг до 0,26–0,39 мг/кг зерна залежно від варіанту досліду, проте значення завжди було менше ГДК [809].

**Вміст мікроелементів у зерні пшениці м'якої за різних доз добрив і систем
удобрення в польовій сівозміні (2013–2015 рр.), мг/кг сухої маси**

Варіант досліджу (насиченість 1 га площі сівозміни – чинник А)	Mn	Fe	Zn	Cu	Co	Ni	Cr	Pb	Cd
Попередник – конюшина (фактор В)									
Без добрив (контроль)	33,8	26,6	18,1	2,18	1,28	0,73	0,85	0,33	0,26
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	28,1	24,5	18,6	2,05	1,15	0,26	0,96	0,37	0,16
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	30,8	25,4	15,3	1,97	1,09	0,31	1,24	0,38	0,10
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	32,4	25,8	15,0	1,42	0,97	0,34	1,55	0,39	0,08
Гній 9 т	32,4	24,9	18,9	2,19	1,11	0,28	0,56	0,32	0,12
Гній 13,5 т	29,7	25,3	19,2	2,13	1,08	0,29	0,48	0,33	0,08
Гній 18 т	27,4	25,4	20,1	2,08	1,02	0,31	0,31	0,35	0,06
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	31,1	25,8	18,7	2,17	1,14	0,31	0,62	0,30	0,13
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	28,5	25,4	18,3	2,11	1,09	0,28	0,52	0,34	0,06
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	27,2	24,3	17,9	2,05	1,01	0,30	0,30	0,38	0,05
Попередник – горох									
Без добрив (контроль)	34,1	26,7	18,0	2,17	1,29	0,72	0,84	0,32	0,25
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	28,5	24,5	18,2	2,06	1,16	0,24	0,95	0,35	0,14
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	30,7	25,5	15,4	1,95	1,07	0,30	1,23	0,38	0,11
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	32,5	25,6	15,1	1,43	0,97	0,32	1,54	0,37	0,07
Гній 9 т	32,3	24,7	18,7	2,16	1,12	0,27	0,56	0,32	0,13
Гній 13,5 т	29,9	25,2	19,3	2,14	1,07	0,29	0,47	0,31	0,06
Гній 18 т	27,5	25,5	20,1	2,09	1,01	0,30	0,32	0,32	0,06
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	31,2	25,8	18,6	2,15	1,13	0,31	0,61	0,31	0,12
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	28,6	25,3	18,4	2,10	1,08	0,27	0,52	0,33	0,07
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	27,1	24,2	17,7	2,04	1,02	0,29	0,32	0,32	0,06
Попередник – кукурудза на силос									
Без добрив (контроль)	30,2	25,1	16,5	2,10	1,21	0,64	0,61	0,25	0,21
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	29,7	25,0	16,6	2,12	1,20	0,62	0,62	0,26	0,20
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	27,2	24,6	16,0	2,04	1,10	0,34	0,84	0,28	0,16
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	25,1	24,3	15,2	1,98	0,98	0,31	0,91	0,30	0,11
Гній 9 т	29,6	24,9	17,4	2,12	1,18	0,59	0,59	0,24	0,19
Гній 13,5 т	29,1	25,0	18,6	2,10	1,14	0,39	0,51	0,25	0,12
Гній 18 т	28,2	25,3	19,7	2,09	1,12	0,34	0,42	0,29	0,08
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	29,5	24,7	16,7	2,11	1,19	0,54	0,55	0,30	0,18
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	28,6	24,6	16,4	2,06	1,12	0,49	0,51	0,33	0,13
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	28,3	24,3	16,3	2,01	1,05	0,43	0,47	0,36	0,09
<i>НІР₀₅</i>	<i>А</i>	<i>0,8</i>	<i>0,6</i>	<i>0,4</i>	<i>0,05</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>
	<i>В</i>	<i>0,6</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>
ГДК [76]	40,0	100,0	50,0	10,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,1

Слід зазначити, що вміст кобальту в 1,2–1,3 раза, хрому – в 1,2–1,7 і кадмію – в 2,1–2,6 раза перебільшували ГДК, проте вміст кобальту в зерні пшениці м'якої не перевищував його за високого насичення 1 га сівозміни мінеральними добривами. Безпечний вміст хрому отримано за органічної та органо-мінеральної системи удобрення, а вміст кадмію – за середнього та високого насичення 1 га площі сівозміни добривами. Слід зазначити, що під час розмелювання зерна вміст важких металів знижується в борошні: цинку – у 1,4 раза, міді – у 3,3, свинцю – у 2,0, кадмію – у 1,4, нікелю – у 1,3 раза порівняно із зерном [115].

Тривале застосування добрив знижувало накопичення мангану та міді зерном пшениці м'якої (табл. 5.3, додаток Д.4). Так, коефіцієнт біологічного поглинання мангану зменшувався на 27–38 % за мінеральної системи удобрення, на 30 % – за органо-мінеральної системи та на 19 % за органічної системи удобрення порівняно з контролем (0,37).

Коефіцієнт біологічного поглинання міді зерном був вищим порівняно з манганом і становив відповідно 0,22–0,34, 0,31–0,36 і 0,29–0,34 або менше на 18–50 % порівняно з контролем (0,44) за вирощування після конюшини.

Подібно коефіцієнт біологічного поглинання мангану та міді залежно від удобрення за вирощування пшениці м'якої після гороху та кукурудзи на силос.

5.1.3 Вміст білка та клейковини в зерні. Вміст білка в зерні пшениці м'якої істотно залежав від особливостей удобрення. Найвищий його вміст формувався за різних доз добрив мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення (додаток Д.7). Так, після IV ротації сівозміни вміст білка у варіанті без добрив становив 12,0 % і зростав до 12,7 % за низького насичення мінеральними добривами або більше на 0,7 %, до 13,4 – за середнього рівня, або більше на 1,4 і до 13,6 %, або більше на 1,6 % порівняно з контролем.

Таблиця 5.3

Коефіцієнт біологічного поглинання мангану та міді за різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні, 2013–2015 рр.

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни – чинник А)	Коефіцієнт біологічного поглинання				
	Mn	до контролю, ±	Cu	до контролю, ±	
Попередник – конюшина (фактор В)					
Без добрив (контроль)	0,37	–	0,44	–	
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0,23	-0,14	0,34	-0,10	
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,25	-0,12	0,31	-0,13	
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	0,27	-0,10	0,22	-0,22	
Гній 9 т	0,30	-0,07	0,34	-0,10	
Гній 13,5 т	0,30	-0,07	0,31	-0,13	
Гній 18 т	0,30	-0,07	0,29	-0,15	
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	0,26	-0,11	0,36	-0,08	
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	0,26	-0,11	0,33	-0,11	
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	0,26	-0,11	0,31	-0,13	
Попередник – горох					
Без добрив (контроль)	0,38	–	0,45	–	
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0,22	-0,16	0,35	-0,10	
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,25	-0,13	0,32	-0,13	
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	0,27	-0,11	0,22	-0,23	
Гній 9 т	0,29	-0,09	0,33	-0,12	
Гній 13,5 т	0,30	-0,08	0,30	-0,15	
Гній 18 т	0,29	-0,09	0,29	-0,16	
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	0,26	-0,12	0,37	-0,08	
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	0,26	-0,12	0,33	-0,12	
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	0,26	-0,12	0,31	-0,14	
Попередник – кукурудза на силос					
Без добрив (контроль)	0,38	–	0,48	–	
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0,23	-0,15	0,39	-0,09	
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,26	-0,12	0,36	-0,12	
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	0,27	-0,11	0,24	-0,24	
Гній 9 т	0,30	-0,08	0,35	-0,13	
Гній 13,5 т	0,31	-0,07	0,31	-0,17	
Гній 18 т	0,30	-0,08	0,29	-0,19	
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	0,27	-0,11	0,39	-0,09	
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	0,26	-0,12	0,35	-0,13	
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	0,27	-0,11	0,31	-0,17	
<i>НІР₀₅ за факторами</i>	<i>А</i>	0,02	–	0,02	–
	<i>В</i>	0,01	–	0,01	–

За органо-мінеральної системи удобрення вміст білка підвищувався від 10,9 до 15,9 % за роки проведення досліджень. Вміст білка за органічної системи удобрення становив 12,6–13,3 % або більше на 0,6–1,3 % порівняно з неудобреними ділянками. У середньому за п'яту ротацію сівозміни вміст білка підвищувався на 7–8 % порівняно з четвертою (табл. 5.4).

Так, за мінеральної системи удобрення він підвищувався від 13,5 до 14,3 %, за органічної – від 13,6 до 14,2, за органо-мінеральної – від 13,7 до 14,3 % зі змінами від 9,5 до 16,4 % за роки проведення досліджень.

У середньому за четверту ротацію вміст білка в зерні пшениці м'якої також залежав від попередника. Так, після гороху він був меншим на 0,6 %, а після кукурудзи на силос на 1,3 % порівняно з конюшиною.

У середньому за 2005–2014 рр. вміст білка в зерні підвищувався від 13,5 до 14,4 % ($V = 5–9$ %) після гороху та від 12,9 до 14,4 % ($V = 7–12$ %) після кукурудзи на силос залежно від системи удобрення. Отже, тривале застосування добрив послаблювало негативну дію гіршого попередника.

Вміст клейковини в зерні пшениці м'якої змінювався подібно вмісту білка. У середньому за 1995–2004 рр. найвищий вміст клейковини відмічено в зерні за вирощування після конюшини (24,8–29,6 %), а найнижчий – після кукурудзи на силос (21,3–25,2 %) (табл. 5.5).

У середньому за 2005–2014 рр. вміст клейковини у зерні змінювався від 26,0 до 30,0 % за вирощування після конюшини, від 25,1 до 29,5 – після гороху та від 25,1 до 29,1 % – після кукурудзи на силос залежно від удобрення.

Вміст клейковини у зерні істотно залежав від погодних умов. Так, у середньому за четверту ротацію її вміст підвищувався від 17,9 до 51,5 % після конюшини, від 15,4 до 48,4 – після гороху та від 15,0 до 32,5 % – після кукурудзи на силос (додаток Д.8). У 2005–2014 рр. цей показник варіював менше ($V = 6–16$ %) – від 19,2 до 35,8 % залежно від системи удобрення та попередника. При цьому найбільший вміст клейковини у зерні забезпечували мінеральна та органо-мінеральна системи удобрення.

**Вміст білка в зерні пшениці м'якої за різних доз добрив і систем удобрення
в польовій сівозміні, %**

Варіант досліджу (насиченість 1 га площі сівозміни – чинник А)	Ротація сівозміни					
	IV (1995–2004 рр.)			V (2005–2014 рр.)		
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V
Попередник – конюшина (фактор В)						
Без добрив (контроль)	12,0±1,0	10,2–13,8	8	12,8±1,4	10,4–14,8	11
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	12,7±1,3	10,8–15,3	10	13,5±1,4	11,2–15,4	11
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	13,4±1,2	11,5–15,8	9	13,8±1,8	9,9–16,0	13
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	13,6±1,1	12,3–16,1	8	14,3±1,9	9,5–16,4	13
Гній 9 т	12,6±1,1	11,2–14,4	9	13,6±1,1	12,0–15,4	8
Гній 13,5 т	12,9±0,9	11,8–14,6	7	14,0±1,1	12,3–15,8	8
Гній 18 т	13,3±0,8	12,0–14,9	6	14,2±1,2	11,8–16,1	9
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	12,7±1,2	10,9–15,0	10	13,7±1,2	11,8–15,0	9
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	13,4±1,3	11,8–15,6	10	14,1±1,1	12,3–15,4	8
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	13,6±1,0	12,6–15,9	8	14,3±1,5	10,6–15,8	11
Попередник – горох						
Без добрив (контроль)	11,4±1,1	10,0–13,4	9	12,5±1,0	11,3–14,8	8
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	12,4±1,3	10,5–15,0	11	13,5±1,2	11,8–15,6	9
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	13,1±1,3	11,3–15,5	10	14,0±1,2	11,9–15,9	9
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	13,3±1,0	12,1–15,0	7	14,3±1,1	11,8–16,1	8
Гній 9 т	12,1±1,4	10,2–14,1	11	13,3±1,1	11,4–15,2	9
Гній 13,5 т	12,4±1,2	10,5–14,5	10	13,7±1,1	11,9–15,7	8
Гній 18 т	12,8±1,2	11,1–14,9	10	14,2±1,0	12,2–16,0	7
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	12,4±1,3	10,6–14,8	11	13,5±1,1	12,0–15,1	8
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	13,1±1,3	11,6–15,2	10	14,0±1,0	12,3–15,4	7
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	13,3±1,1	12,2–15,6	8	14,4±0,8	12,9–15,6	5
Попередник – кукурудза на силос						
Без добрив (контроль)	10,7±1,0	9,7–12,9	9	12,3±1,1	10,7–14,5	9
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	11,4±1,1	10,2–14,0	9	12,9±1,0	11,6–15,0	8
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	12,3±1,4	11,0–15,1	11	13,5±1,1	12,4–15,6	8
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	12,5±1,4	11,2–15,5	11	13,9±1,1	11,8–16,0	8
Гній 9 т	11,2±1,2	10,0–13,4	11	13,0±1,0	11,0–15,0	8
Гній 13,5 т	11,9±1,3	10,7–14,2	11	13,6±0,9	12,1–15,3	7
Гній 18 т	11,9±1,1	11,0–14,3	10	13,8±0,9	12,4–15,4	6
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	11,6±1,3	10,1–14,2	12	12,9±1,1	11,5–15,0	8
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	12,3±1,3	10,8–14,9	11	13,6±1,0	12,3–15,3	7
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	12,5±1,4	11,3–15,4	11	14,4±1,7	12,4–18,6	12

**Вміст клейковини у зерні пшениці м'якої за різних доз добрив і систем
удобрення в польовій сівозміні, %**

Варіант досліджу (насиченість 1 га площі сівозміни – чинник А)	Ротація сівозміни					
	IV (1995–2004 рр.)			V (2005–2014 рр.)		
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V
Попередник – конюшина (фактор В)						
Без добрив (контроль)	24,8±4,3	17,9–32,2	17	26,0±3,5	19,6–31,1	14
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	26,9±5,5	19,3–39,5	21	28,2±3,6	22,0–33,2	13
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	28,8±7,0	20,5–45,8	24	29,0±4,6	19,8–34,7	16
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	29,6±8,5	22,1–51,5	29	29,7±4,9	18,1–35,7	16
Гній 9 т	26,3±4,5	20,4–35,0	17	28,0±3,2	22,9–33,1	11
Гній 13,5 т	26,9±4,9	21,0–37,5	18	28,9±3,6	23,6–35,0	12
Гній 18 т	27,8±5,3	22,4–40,0	19	29,5±3,5	23,3–35,3	12
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	26,7±5,4	19,5–38,3	20	28,1±3,2	22,4–33,4	11
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	28,5±6,8	20,8–45,4	24	29,2±3,5	23,5–34,9	12
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	29,6±8,2	23,2–51,5	28	30,0±3,6	22,8–35,8	12
Попередник – горох						
Без добрив (контроль)	22,3±4,0	15,4–29,5	18	25,1±3,4	19,2–31,2	14
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	24,8±5,3	17,2–35,9	21	27,2±3,5	19,9–32,8	13
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	26,8±7,4	18,4–44,6	28	28,4±3,5	20,7–33,4	12
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	27,7±8,8	20,2–50,2	32	29,0±3,6	20,3–33,8	13
Гній 9 т	24,3±4,6	18,3–33,1	19	26,7±3,5	19,2–31,9	13
Гній 13,5 т	24,9±4,8	19,1–35,2	19	27,6±3,1	21,2–33,0	11
Гній 18 т	25,3±4,4	20,2–33,9	18	28,7±3,1	21,5–33,6	11
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	24,8±5,2	17,3–34,6	21	27,3±3,2	21,3–31,8	12
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	26,6±6,7	18,5–42,6	25	28,4±3,2	21,6–32,4	11
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	27,7±8,0	21,2–48,4	29	29,5±2,9	22,9–32,8	10
Попередник – кукурудза на силос						
Без добрив (контроль)	21,3±3,8	15,0–27,7	18	25,1±2,6	20,4–30,6	10
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	23,0±4,0	16,1–28,8	17	26,3±2,5	22,7–31,5	9
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	24,6±4,6	17,2–30,5	18	27,9±2,6	22,6–32,8	9
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	24,8±4,5	18,7–31,2	18	28,7±3,3	24,1–33,9	12
Гній 9 т	22,6±3,7	17,0–28,3	16	26,6±1,9	24,1–31,6	7
Гній 13,5 т	23,5±4,0	18,0–29,4	17	27,9±1,8	26,5–32,1	6
Гній 18 т	24,0±4,2	19,2–30,1	17	28,8±2,5	25,9–33,9	9
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	23,5±4,7	16,2–29,1	20	26,6±2,3	22,6–31,6	9
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	24,9±4,7	17,5–31,0	19	28,0±2,4	23,4–32,1	9
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	25,2±4,5	19,1–32,5	18	29,1±2,9	24,5–34,2	10

Отже, тривале застосування добрив у польовій сівозміні істотно впливає на продуктивність пшениці м'якої. Найбільша врожайність зерна формується після попередників конюшина та горох за мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення. Тривале застосування мінеральних або органічних добрив та їх поєднання підвищує вміст білка та клейковини незалежно від попередника.

Вміст радіоактивних нуклідів і хімічних елементів у зерні пшениці м'якої істотно залежав від тривалого застосування різних доз добрив і систем удобрення у польовій сівозміні. З'ясовано, що в зерні після тривалого застосування мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення істотно підвищується питома активність радіонуклідів, а найвищу активність має ^{40}K . Питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерні не перевищує ГДК. Тривале застосування добрив зменшує вміст мангану, заліза, міді, кобальту, нікелю, кадмію та свинцю в зерні пшениці м'якої, вміст хрому зменшується за органічної та органо-мінеральної систем удобрення, а вміст цинку підвищується за тривалого внесення органічних добрив. Застосування високих доз органічних і органо-мінеральних добрив сприяє зменшенню вмісту в зерні кобальту, хрому та кадмію.

5.2 Вплив удобрення на технологічні властивості зерна пшениці м'якої

5.2.1 Урожайність. Мінеральні добрива є найефективнішим і швидкодіючим засобом підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур. Вони справляють великий вплив на всі життєві функції рослинного організму. Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур – досить актуальне завдання, у вирішенні якого важливе місце належить застосуванню добрив, на частку яких припадає до 40–50 % усього комплексу чинників, що впливають на ріст і розвиток рослин [16].

Урожайність зерна сортів пшениці м'якої істотно збільшувалась на удобрених ділянках, особливо у варіантах із застосуванням азотних добрив

(табл. 5.6). У середньому за три роки досліджень врожайність сорту Тронка на неудобрених ділянках становила 6,64 т/га і збільшувалась до 8,29 т/га у варіанті з одноразовим підживленням азотними добривами дозою 120 кг/га д. р. або на 25 %. У варіанті з дворазовим підживленням аміачною селітрою вона збільшувалась до 8,49 т/га або більше на 28 %, а у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀ – до 8,69 т/га або на 31 %.

Таблиця 5.6

Урожайність пшениці м'якої за різного удобрення, т/га

Варіант дослідю (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	6,32	6,58	7,03	6,64	
P ₆₀ + N ₁₂₀	7,62	8,13	8,41	8,05	
K ₆₀ + N ₁₂₀	7,74	8,10	8,52	8,12	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	6,40	6,87	7,25	6,84	
Фон + N ₁₂₀	7,76	8,31	8,79	8,29	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	7,81	8,73	8,93	8,49	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	7,93	8,91	9,22	8,69	
Сорт Артемісія					
Без добрив (контроль)	4,08	4,25	4,83	4,39	
P ₆₀ + N ₁₂₀	5,20	5,20	5,73	5,38	
K ₆₀ + N ₁₂₀	5,28	5,24	5,81	5,44	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	4,19	4,41	4,94	4,51	
Фон + N ₁₂₀	5,37	5,31	5,94	5,54	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	5,42	5,48	6,11	5,67	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	5,51	5,59	6,27	5,79	
HIP ₀₅	A	0,16	0,18	0,17	–
	B	0,14	0,17	0,15	–

Урожайність пшениці м'якої також залежала від погодних умов року

дослідження. Погодні умови 2013 р. характеризувались меншою кількістю опадів. Так, за період квітень – липень випало 209,0 мм опадів, що на 75 % менше середньобогаторічного показника (277 мм). Достатньою була кількість опадів у 2014 р. За період квітень – липень випало 292 мм опадів. У 2015 р кількість опадів за цей період була майже типовою для регіону, проте вони випадали у період інтенсивного росту рослин пшениці м'якої, що сприяло формуванню високого врожаю зерна. Так, у сприятливому 2015 р. врожайність коливалась від 7,03 т/га у варіанті без добрив до 9,22 т/га у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀, у 2014 – від 6,58 до 8,91, а в 2013 р. – від 6,32 до 7,93 т/га.

Урожайність зерна сорту Артемісія в середньому за роки досліджень істотно поступалась за цим показником сорту Тронка ($HIP_{05}=0,14-0,17$). Проте кращим був варіант фон + N₁₂₀, в якому врожайність становила 5,94 т/га в 2015 р., 5,31 – у 2014 р. і 5,37 т/га в 2013 р.

5.2.2 Вміст хімічних елементів. Встановлено, що в зерні пшениці м'якої обох сортів вміст фосфору був найбільшим, а вміст йоду найменшим порівняно з іншими елементами, кількість яких залежно від видів добрив, їх поєднання та строків застосування азотних добрив (табл. 5.7). Поліпшення азотного живлення сприяло збільшенню вмісту досліджуваних хімічних елементів у зерні. Так, вміст фосфору збільшувався з 7630 мг/кг зерна пшениці м'якої сорту Тронка у варіанті без добрив до 7751 за внесення P₆₀ + N₁₂₀ і до 7786 мг/кг за внесення N₆₀ S₇₀ + N₆₀ на тлі P₆₀K₆₀. За роздрібного застосування азотних добрив (N₆₀ S₇₀ + N₆₀) вміст калію у зерні збільшувався на 9 %.

Найбільше підвищувався вміст бору в зерні – на 59 % порівняно з неудобреними ділянками. Вміст стронцію, нікелю, натрію, цинку, заліза, міді та селену збільшувався відповідно на 20–33 %, алюмінію, мангану, сірки, хлору, олова та йоду – на 10–17 %, вміст магнію, кальцію, кремнію, ванадію, титану, свинцю і кадмію – на 3–9 %, а вміст кобальту і хрому не був під впливом удобрення рослин пшениці м'якої.

**Вміст хімічних елементів у зерні пшениці м'якої сорту Тронка за різного
удобрення (2013–2015 рр.), мг/кг сухої речовини**

Елемент	Варіант дослідів							НІР ₀₅
	Без добрив (контроль)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
P	7630	7751	7710	7694	7762	7779	7786	385
K	4113	4326	4451	4218	4472	4486	4490	213
Mg	940	971	972	941	970	976	978	44
S	880	921	922	886	920	924	989	46
Ca	470	490	493	475	495	502	503	23
Si	420	441	442	424	440	448	449	22
Cl	220	242	239	225	240	249	248	11
Na	62	71	69	64	70	75	76	3
Mn	28,2	30,9	31,0	28,9	30,7	31,1	31,0	1,3
Fe	23,4	30,9	30,1	24,1	30,6	31,2	31,0	1,4
Zn	18,1	21,5	21,3	18,9	21,2	22,7	22,4	1,0
Al	13,2	14,3	14,2	13,7	14,1	14,3	14,4	0,6
Cu	2,13	2,78	2,77	2,18	2,76	2,84	2,84	0,12
Se	2,10	2,77	2,78	2,21	2,76	2,78	2,77	0,13
V	1,60	1,70	1,70	1,64	1,71	1,71	1,70	0,08
Sr	1,51	1,81	1,82	1,59	1,83	1,82	1,81	0,09
B	1,13	1,72	1,73	1,43	1,71	1,79	1,80	0,07
Co	0,92	0,96	0,94	0,92	0,95	0,94	0,91	0,05
Cr	0,81	0,83	0,82	0,82	0,85	0,82	0,81	0,04
Ni	0,70	0,86	0,86	0,71	0,87	0,86	0,85	0,03
Ti	0,40	0,42	0,42	0,41	0,43	0,42	0,42	0,02
Pb	0,33	0,34	0,33	0,33	0,35	0,35	0,34	0,02
Sn	0,30	0,33	0,34	0,32	0,35	0,35	0,34	0,02
Cd	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,21	0,01
I	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,01

З'ясовано, що вміст хрому та нікелю в зерні пшениці м'якої сорту Артемісія майже не змінювався, а вміст решти елементів був на 2–5 % більшим порівняно з вмістом у зерні сорту Тронка (додаток Д.9). Поліпшення азотного живлення у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀ найбільше збільшувало вміст титану – на 73 %, бору – на 23, а вміст решти елементів – на 1–8 %.

Дослідженнями встановлено, що 100 г зерна пшениці м'якої сорту Тронка найбільше задовольняє біологічну потребу дорослої людини селеном – на 618–818 %, кремнієм – на 140–149, фосфором – на 139–141 %, а найменше натрієм – на 0,2 і хлором – на 0,4–0,5 % залежно від видів добрив, їх поєднання та строків застосування азотних добрив (додаток Д.10). Інтегральний скор для ванадію від 80 до 86 %, магнію, хрому та кобальту – від 28 до 43, мангану – від 28 до 31, а для решти елементів – від 2 до 22 % залежно від удобрення.

Проте застосування добрив не завжди підвищувало інтегральний скор хімічних елементів. Так, застосування азотних добрив з фосфорними і калійними добривами по 60 кг/га д. р. найбільше підвищувало забезпечення селеном, залізом, нікелем, цинком і хлором – на 21–32 %, фосфором, кремнієм, ванадієм, кобальтом, магнієм, манганом, калієм і титаном – на 1–14 %, а для решти елементів інтегральний скор не змінювався. Подібну тенденцію встановлено для зерна пшениці м'якої сорту Артемісія (додаток Д.11).

5.2.3 Вміст вітамінів. Вміст вітамінів у зерні пшениці м'якої також залежав від удобрення. Вміст вітаміну В₇ у зерні був найменшим, а вітаміну В₄ – найбільшим порівняно з іншими вітамінами (додаток Д.12). Встановлено, що найбільше на вміст вітамінів впливало застосування азотних добрив. Так, вміст вітаміну В₆ істотно збільшувався в 1,2 раза, а каротину – в 2 раза за одноразового застосування 120 кг/га д. р. азотних добрив на тлі P₆₀K₆₀. Вміст вітаміну Е збільшувався відповідно на 55 %, вітаміну В₂ – на 38, а вміст решти вітамінів – на 13–25 %.

За поліпшення азотного живлення інтегральний скор вітамінів зростав (табл. 5.8). Так, дослідженнями встановлено, що 100 г зерна пшениці м'якої сорту Тронка найбільше задовольняє біологічну потребу дорослої людини вітаміном В₁ і

V_3 – на 32–40 %, а найменше каротином – на 0,2–0,4 % залежно від варіанту досліду. Інтегральний скор для вітамінів V_4 , V_6 і V_5 зростав відповідно з 16–18 % до 17–37 %, а для решти вітамінів – з 7–13 до 9–21 %.

Таблиця 5.8

**Інтегральний скор вітамінів 100 г зерна пшениці м'якої за різного
удобрення (2013–2015 рр.), %**

Вітамін	Добова потреба (ФАО/ВООЗ), мг	Варіант досліду						
		Без добрив (контроль)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60}$ – фон	Фон + N_{120}	Фон + $N_{60} + N_{60}$	Фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$
Сорт Тронка								
Каротин	5	0,2	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
Е (ТЕ)	15	13	21	21	13	21	21	21
V_2	1,1	7	10	10	7	10	11	11
V_9	0,4	8	8	9	8	9	9	9
V_4	500	14	17	17	14	17	17	17
V_7 (Н)	0,05	16	20	20	16	20	20	20
V_6	1,3	16	36	37	17	36	37	36
V_5	5,0	18	23	22	18	22	23	23
V_3 (РР)	14	32	37	37	33	37	37	36
V_1	1,1	34	37	37	33	38	40	39
Сорт Артемісія								
Каротин	5	0,2	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
Е (ТЕ)	15	14	21	22	14	21	22	22
V_2	1,1	7	11	11	7	11	12	12
V_9	0,4	9	9	10	9	10	10	10
V_4	500	14	17	17	14	17	17	17
V_7 (Н)	0,05	16	20	20	16	20	20	20
V_5	5,0	18	23	23	18	23	24	24
V_6	1,3	19	37	37	18	37	38	37
V_3 (РР)	14	33	37	37	33	37	37	37
V_1	1,1	35	40	40	35	40	40	40

Застосування лише фосфорних і калійних добрив та роздрібного застосування азотних добрив не мало переваг порівняно з одноразовим підживленням

(Фон + N₁₂₀).

Інтегральний скор вітамінів 100 г зерна пшениці м'якої сорту Артемісія майже не перевищував цього показника в сорту Тронка. Найбільше добову потребу забезпечувало 100 г зерна вітамінами В₁, В₃ і В₆ – на 19–40 % залежно від варіанту досліду. Найменше цю потребу забезпечувало каротином – на 0,2–0,4 %. Інтегральний скор решти вітамінів від 7 до 24 % залежно від виду, доз і строків застосування мінеральних добрив.

5.2.4 Вміст білка та амінокислот. Встановлено, що вміст білка в зерні пшениці м'якої істотно залежав від удобрення та сорту (табл. 5.9). Так, у середньому за три роки досліджень вміст білка збільшувався з 11,4 % у варіанті без добрив до 12,7–12,8 % за внесення фосфорних і азотних та калійних і азотних добрив або на 11–12 %.

Таблиця 5.9

Вміст білка в зерні пшениці м'якої за різного удобрення, %

Варіант досліду (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	12,3	11,5	10,5	11,4	
P ₆₀ + N ₁₂₀	13,6	13,2	11,5	12,8	
K ₆₀ + N ₁₂₀	13,4	13,0	11,6	12,7	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	12,1	11,5	10,2	11,3	
Фон + N ₁₂₀	13,8	13,5	11,9	13,1	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	14,2	13,6	12,2	13,3	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	14,6	14,2	12,8	13,9	
Сорт Артемісія					
Без добрив (контроль)	19,8	17,0	15,2	17,3	
P ₆₀ + N ₁₂₀	23,4	21,4	17,4	20,7	
K ₆₀ + N ₁₂₀	23,2	21,4	17,2	20,6	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	20,0	17,0	15,3	17,4	
Фон + N ₁₂₀	23,9	21,6	17,9	21,1	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	24,1	22,5	18,6	21,7	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	24,6	23,0	19,2	22,3	
HIP ₀₅	A	0,3	0,3	0,2	–
	B	0,6	0,5	0,5	–

Внесення повного мінерального добрива (фон + N₁₂₀) сприяло підвищенню його

вмісту на 15 %. Проте найвищий вміст білка в зерні отримано за роздільного застосування азотних добрив. Так, внесення $N_{60} + N_{60}$ на тлі $P_{60}K_{60}$ підвищувало вміст білка до 13,3 % або на 17 %, а у варіанті фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$ – до 13,9 % або на 22 %.

За вмістом білка зерно сорту Артемісія істотно ($HIP_{05}=0,5-0,6$) перевищувало сорт Тронка, проте закономірності змін були подібними. Так, на неудобрених ділянках його вміст становив 17,3 % і підвищувався до 22,3 % у варіанті фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$ або на 29 %. Високий вміст білка в зерні пшениці м'якої зумовлений наявністю генів, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L.

Вміст білка в зерні пшениці м'якої також залежав від погодних умов року дослідження. Так, у 2013 р., за посушливих умов, вміст білка в зерні сорту Тронка змінювався від 12,3 до 14,6 %, у 2014 р. – від 11,5 до 14,2, а в 2015 р. – від 10,5 до 12,8 %, у зерні сорту Артемісія – відповідно від 19,8 до 24,6 %, від 17,0 до 23,0 і від 15,2 до 19,2 % залежно від варіанту дослідження.

Застосування азотних добрив істотно впливало на вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Тронка (додаток Д.13–Д.16). Так, сума амінокислот у варіанті без добрив становила 10,24 % і зростала до 11,70–11,91 або більше на 1,46–1,67 % у варіантах із застосуванням фосфорних і азотних та калійних і азотних добрив. У варіанті з одноразовим підживленням азотними добривами дозою 120 кг/га д. р. вона зростала на 1,85 %. Роздільне застосування азотних добрив на тлі $P_{60}K_{60}$ підвищувало цей показник до 12,81 % або більш як на 2,57 %, а у варіанті Фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$ – до 13,34 % або більш як на 3,1 % порівняно з контролем.

Частка есенційних амінокислот становила 3,07–4,12 % або 29–31 % від їхньої суми залежно від варіанту дослідження.

У складі есенційних амінокислот найбільше містилось лейцину – 0,68–0,87 %, а найменше – метіоніну, вміст якого був 0,10–0,20 %. Із замісних амінокислот глютамінова була основною, оскільки її вміст становив 3,03–3,81 % залежно від доз і строків застосування азотних добрив.

Застосування $N_{60} S_{70} + N_{60}$ на тлі $P_{60}K_{60}$ найбільше підвищувало вміст метіоніну та цистину, оскільки сірка входить до складу їхньої молекули.

Амінокислотний склад зерна пшениці м'якої змінювався за роки проведення досліджень. Так, найвищий їхній вміст був у зерні, вирощеному в 2013 р., тобто за посушливих умов, а в 2014 і 2015 рр. він був меншим.

Вміст суми амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Артемісія був більшим на 50–53 % порівняно з сортом Тронка (табл. 6.15). У середньому за три роки досліджень вона від 15,64 % у варіанті без добрив до 20,20 % за внесення $N_{60} S_{70} + N_{60}$ на тлі застосування фосфорних і калійних добрив по 60 кг/га д. р. Вміст амінокислот за роки проведення досліджень змінювались подібно сорту Тронка (додатки Д.17–Д.20).

Амінокислотний скор сильно залежав від сорту пшениці м'якої та застосування азотних добрив. Визначено, що дефіцитними амінокислотами у білка пшениці м'якої сорту Тронка є лізин, метіонін і валін, амінокислотний скор яких коливався від 59 до 98 % залежно від видів, доз і строків застосування мінеральних добрив (табл. 5.10). Проте скор метіоніну та валіну був бездефіцитним у варіанті фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$ – відповідно 102 і 131 %.

Амінокислотний скор був також дефіцитним для треоніну, лейцину та ізолейцину за вирощування пшениці м'якої на неудобрених ділянках і за внесення лише фосфорних і калійних добрив по 60 кг/га д. р. – 84–89 %. Бездефіцитним отримано скор на ділянках з підживленням пшениці м'якої азотними добривами.

Амінокислотний скор фенілаланіну та триптофану був бездефіцитним, проте зростав відповідно з 106 % до 147 і з 227 до 318 % у варіанті фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$. При цьому роздрібне застосування азотних добрив було ефективнішим одноразового.

Амінокислотний скор для зерна пшениці м'якої сорту Артемісія був дефіцитним лише для лізину та метіоніну за вирощування у варіантах без добрив і на тлі $P_{60}K_{60}$ – відповідно 79 і 87 %. Бездефіцитним він був для решти незамінних амінокислот навіть за вирощування на неудобрених ділянках, що свідчить про вищу біологічну цінність зерна цього сорту порівняно з сортом Тронка.

**Амінокислотний скор білка пшениці м'якої за різного удобрення
(2013–2015 рр.), %**

Амінокислота	Еталон ФАО/ВООЗ, %	Варіант досліду						
		Контроль (без добрив)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	Фон + N_{120}	Фон + $N_{60} + N_{60}$	Фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$
Сорт Тронка								
Лів	0,61	59	67	69	59	69	72	72
Мет+цис	0,39	59	67	69	54	72	74	131
Вал	0,55	85	95	93	82	95	98	102
Тре	0,44	86	107	109	84	107	130	136
Лей	0,77	88	101	101	88	104	110	113
Іле	0,44	89	105	105	89	105	116	116
Фен+тир	0,66	106	126	120	102	135	141	147
Три	0,11	227	291	291	218	300	309	318
Сорт Артемісія								
Лів	0,61	79	133	131	82	133	136	136
Мет+цис	0,39	87	138	144	90	141	149	187
Лей	0,77	126	143	143	127	147	149	149
Вал	0,55	131	164	162	131	165	171	173
Іле	0,44	134	180	173	134	182	191	195
Фен+тир	0,66	145	206	202	148	206	209	217
Тре	0,44	177	223	220	180	227	232	236
Три	0,11	327	418	409	336	436	455	464

Досліджено, що застосування роздрібного підживлення азотними добривами пшениці м'якої було ефективнішим порівняно з одноразовим, оскільки скор був на 2–46 % вищим. Амінокислотний скор для метіоніну у варіанті фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$ був бездефіцитним, оскільки сірка є складовою молекули цистину та метіоніну.

Найбільше на інтегральний скор зерна пшениці м'якої сорту Тронка вливало застосування $N_{60} S_{70} + N_{60}$ на тлі $P_{60}K_{60}$ (додаток Д.21). Найменші значення цього показника забезпечувало зерно, вирощене на неудобрених ділянках і за внесення

фосфорних і калійних добрив по 60 кг/га д. р.

На удобрених ділянках забезпечення добової потреби 100 г зерна лізином, фенілаланіном, аланіном, аргініном, аспарагіноювою кислотою, гліцином, серином і тирозином підвищувалось на 1–3 %, а для решти амінокислот зростало на 4–11 % порівняно з варіантом без добрив.

Найбільше 100 г зерна пшениці м'якої забезпечувало добову потребу дорослої людини триптофаном – на 31–44 %, найменше метіоніном, лізином, аланіном, аргініном, аспарагіноювою кислотою, серином, тирозином і цистином – на 6–9 %, а рештою амінокислот – на 15–28 % залежно від варіанту досліджу. Інтегральний скор метіоніном і цистином становив відповідно 11 і 17 % у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀ або більше на 4–10 %.

Застосування добрив впливало на інтегральний скор 100 г зерна пшениці м'якої сорту Артемісія подібно до сорту Тронка. Проте він був значно вищий порівняно з сортом Тронка (додаток Д.22). Найбільше добову біологічну потребу дорослої людини 100 г зерна пшениці м'якої сорту Артемісія забезпечувало триптофаном, треоніном, ізолейцином, глютаміноювою кислотою та проліном – на 30–64 % залежно від удобрення. Проте для решти амінокислот цей показник був низьким.

5.2.5 Фізичні та хлібопекарські властивості. У результаті проведених досліджень встановлено, що маса 1000 зерен пшениці м'якої істотно залежала від агротехнології вирощування (табл. 5.11). Так, у середньому за три роки досліджень маса 1000 зерен сорту Тронка збільшувалась з 40,0 г на неудобрених ділянках до 43,1 г у варіантах із роздрібним застосуванням азотних добрив або більш як на 8 %. На тлі фосфорних і азотних та калійних і азотних добрив вона підвищувалась до 42,5 г, а за внесення повного мінерального добрива – до 42,9 г. Маса 1000 зерен залежала від погодних умов року дослідження. У сприятливих умовах 2015 р. вона була 45,8–46,3 г за одноразового застосування азотних добрив і 46,7–46,8 – за роздрібного, в 2014 р. – відповідно 42,3–42,9 і 42,8–42,9 і у 2013 р. – 39,2–39,5 і 39,6–39,7 г.

Маса 1000 зерен сорту Артемісія була дещо меншою порівняно з сортом Тронка – від 40,5 до 42,2 г залежно від удобрення і від погодних умов.

Маса 1000 зерен пшениці м'якої за різного удобрення, г

Варіант досліджу (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	38,1	39,5	42,5	40,0	
P ₆₀ + N ₁₂₀	39,3	42,3	45,8	42,5	
K ₆₀ + N ₁₂₀	39,2	42,5	45,9	42,5	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	38,3	39,2	42,8	40,1	
Фон + N ₁₂₀	39,5	42,9	46,3	42,9	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	39,7	42,8	46,8	43,1	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	39,6	42,9	46,7	43,1	
Сорт Артемісія					
Без добрив (контроль)	39,6	40,2	41,7	40,5	
P ₆₀ + N ₁₂₀	41,3	41,6	42,2	41,7	
K ₆₀ + N ₁₂₀	41,4	41,5	42,3	41,7	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	39,8	40,4	41,8	40,7	
Фон + N ₁₂₀	41,8	42,1	42,6	42,2	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	41,9	42,0	42,5	42,1	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	41,8	42,2	42,7	42,2	
HIP ₀₅	A	1,0	1,0	1,1	–
	B	0,9	0,8	1,0	–

Натура зерна пшениці м'якої сорту Тронка в середньому за три роки змінювалась від 721 до 725 г/л залежно від видів, сортів і ліній і строків застосування азотних добрив (табл. 5.12).

У 2013 р. зі збільшенням маси 1000 зерен зростала натура зерна з 719 до 735 г/л. Між цими показниками встановлено дуже високу кореляційну залежність ($r=0,98\pm 0,01$). У 2014 і 2015 рр. між натурою зерна та вмістом білка встановлено обернений дуже сильний кореляційний зв'язок ($r=-0,93\pm 0,01$).

Натура зерна пшениці м'якої сорту Артемісія була істотно меншою порівняно з сортом Тронка ($HIP_{05}=15-18$) від 685 до 709 г/л. Зменшення натури зерна зумовлено також підвищенням вмісту білка.

Встановлено, що склоподібність зерна істотно зростала з поліпшенням азотного живлення рослин. Так, цей показник у зерні сорту Тронка у варіанті без добрив становив 67 % і зростав до 86–90 % за роздільного застосування азотних

добрив або на 28–34 % (додаток Д.23). Внесення лише фосфорних і калійних добрив не впливало на величину склоподібності зерна.

Таблиця 5.12

Натура зерна пшениці м'якої за різного удобрення, г/л

Варіант досліджу (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	719	726	736	727	
P ₆₀ + N ₁₂₀	731	719	723	724	
K ₆₀ + N ₁₂₀	732	720	722	725	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	720	727	738	728	
Фон + N ₁₂₀	734	721	718	724	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	733	713	717	721	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	735	710	719	721	
Сорт Артемісія					
Без добрив (контроль)	685	705	736	709	
P ₆₀ + N ₁₂₀	672	688	728	696	
K ₆₀ + N ₁₂₀	670	685	726	694	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	683	703	734	707	
Фон + N ₁₂₀	670	685	720	692	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	668	680	718	689	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	663	678	713	685	
HIP ₀₅	A	15	19	20	–
	B	15	16	18	–

Склоподібність зерна пшениці м'якої сорту Артемісія була істотно вища порівняно з сортом Тронка, оскільки він створений гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. В середньому за три роки досліджень склоподібність зерна у варіанті без добрив була 92 %, у варіанті фон + N₁₂₀ – 99 %, а за роздрібного застосування азотних добрив консистенція зерна була повністю склоподібною. У 2013–2014 рр. склоподібність коливалась від 92 до 100 %, а в 2015 р. – від 87 до 100 %, що свідчить про високу реакцію на застосування азотних добрив рослин пшениці м'якої сорту Артемісія.

За результатами досліджень встановлено, що вміст клейковини в зерні сортів пшениці м'якої істотно зростає за внесення азотних добрив (табл. 5.13). У середньому за три роки досліджень в зерні пшениці м'якої сорту Тронка на

неудобрених ділянках вміст клейковини становив 25,3 %, який підвищувався до 28,4 % у варіанті фон + N₁₂₀ або на 12 %, а за внесення N₆₀ S₇₀ + N₆₀ – до 30,3 % або на 20 %. Проте її вміст значно змінювався впродовж років досліджень. У більш посушливих умовах 2013 р. вміст клейковини був 29,6–30,2 % за одноразового підживлення азотними добривами дозою 120 кг/га д. р. і 30,8–31,9 – за роздільного їх внесення, у 2014 р. – відповідно 28,9–29,3 і 30,1–31,2, а в 2015 р. – 25,0–25,7 і 26,4–27,8 %.

Таблиця 5.13

Вміст клейковини у зерні пшениці м'якої за різного удобрення, %

Варіант дослідю (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	27,6	25,4	22,8	25,3	
P ₆₀ + N ₁₂₀	29,6	28,9	25,3	27,9	
K ₆₀ + N ₁₂₀	29,8	28,6	25,0	27,8	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	27,0	25,1	22,3	24,8	
Фон + N ₁₂₀	30,2	29,3	25,7	28,4	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	30,8	30,1	26,4	29,1	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	31,9	31,2	27,8	30,3	
Сорт Артемісія					
Без добрив (контроль)	43,3	37,5	33,2	38,0	
P ₆₀ + N ₁₂₀	51,2	47,1	38,1	45,5	
K ₆₀ + N ₁₂₀	51,0	47,0	37,4	45,1	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	45,0	37,3	33,6	38,6	
Фон + N ₁₂₀	52,0	47,6	39,1	46,2	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	52,9	49,6	41,2	47,9	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	53,8	50,7	42,4	49,0	
HIP ₀₅	A	0,9	0,7	0,5	–
	B	1,0	0,9	0,7	–

У 2013 р. вміст клейковини у зерні за одноразового підживлення азотними добривами зростав на 3,2 %, а за внесення N₆₀ S₇₀ + N₆₀ – на 4,3, у 2014 р. – відповідно на 3,9 і 5,8, а в 2015 р. – на 2,9 і 5,0 %.

Вміст клейковини в зерні сорту Артемісія був істотно вищий порівняно з сортом Тронка. У середньому за три роки досліджень він становив 38,0 % у варіанті без добрив, у варіантах з одноразовим підживленням азотними добривами

45,1–46,2, а з роздрібним їх внесенням – 47,9–49,0 %.

Обраховано, що між вмістом клейковини та білка встановлено дуже високу кореляційну залежність ($r=0,96\pm 0,00-0,98\pm 0,00$).

Застосування азотних добрив істотно впливало на об'єм хліба, отриманого з борошна зерна сорту Тронка, який в середньому за три роки досліджень збільшувався від 468 до 534 см³ залежно від удобрення (додаток Д.24).

У 2013 р. цей показник збільшувався від 505 до 581 см³, у 2014 р. – від 500 до 579, а в 2015 р. – від 400 до 470 см³. Це свідчить про те, що оптимальним для формування об'єму хліба є вміст клейковини 25–30 %. Внесення лише фосфорних і калійних добрив не впливало на цей показник. Роздрібне застосування азотних добрив, а також внесення сульфату амонію в перше підживлення істотно не впливало на об'єм хліба.

Об'єм хліба, отриманого з борошна зерна сорту Артемісія був істотно меншим порівняно з сортом Тронка ($HIP_{05}=9-13$). Підвищення вмісту клейковини за внесення азотних добрив у 2013 і 2014 рр. сприяло зменшенню об'єму хліба. Обраховано, що між цими показниками існує обернений дуже сильний кореляційний зв'язок ($r=-0,98\pm 0,004$), а в 2015 р. – прямий високий зв'язок ($r=0,88\pm 0,007$). Так, у варіанті без добрив він становив 453 см³, а у варіантах з азотними підживленнями 446–447 см³. У 2013 і 2014 рр. об'єм хліба істотно зменшувався з 440–450 до 418–441 см³ залежно від варіанту дослідження ($HIP_{05}=9-10$), а в 2015 р. зростав з 470 до 480 см³ за внесення повного мінерального добрива (фон + N₁₂₀ і фон + N₆₀ + N₆₀).

Пробне лабораторне випікання хліба показало його високу якість, проте кулінарна оцінка значно залежала від агротехнології вирощування пшениці м'якої (табл. 5.14). Так, кулінарна оцінка кольору та поверхні скоринки хліба з борошна зерна сорту Тронка у варіанті без добрив становила 7,0 бала і підвищувалась до 9,0 бала у варіантах з роздрібним застосуванням азотних добрив на фосфорно-калійному фоні. Крупність пор, смак і аромат відповідно збільшувались з 7,7 до 9,0, еластичність та консистенція м'якуша – з 8,3 до 9,0 бала. Колір м'якуша та рівномірність розміщення пор не змінювалися залежно від внесення добрив і становили 9 бала.

**Якість хліба, отриманого з борошна пшениці м'якої за різного удобрення
(2013–2015 рр.), бал**

Варіант досліджу (фактор А)	Показник якості											ЗО*
	Об'єм хліба	Колір скоринки	Поверхня скоринки	Величина глянцевої поверхні	Колір м'якуша	Еластичність	Аромат	Смак	Крупність порів	Рівномірність розміщення	Консистенція	
Сорт Тронка (фактор В)												
Без добрив (контроль)	6,5	7,0	7,0	6,3	9,0	8,3	7,7	7,7	7,7	9,0	8,3	7,7
P ₆₀ + N ₁₂₀	7,8	8,3	8,3	7,7	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,6
K ₆₀ + N ₁₂₀	7,8	8,3	8,3	7,7	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,6
P ₆₀ K ₆₀ – фон	6,5	7,0	7,0	6,3	9,0	8,3	7,7	7,7	7,7	9,0	8,3	7,7
Фон + N ₁₂₀	7,8	8,3	8,3	7,7	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,6
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	7,9	9,0	9,0	8,3	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,8
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	7,9	9,0	9,0	8,3	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,8
Сорт Артемісія												
Без добрив (контроль)	5,6	9,0	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	7,0	7,6
P ₆₀ + N ₁₂₀	5,9	9,0	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	7,0	7,6
K ₆₀ + N ₁₂₀	5,9	9,0	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	7,0	7,6
P ₆₀ K ₆₀ – фон	5,5	9,0	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	7,0	7,6
Фон + N ₁₂₀	5,9	9,0	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	7,0	7,6
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	5,9	9,0	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	7,0	7,6
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	5,9	9,0	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	7,0	7,6

Примітка. ЗО – загальна оцінка якості.

Загальна оцінка якості хліба у варіантах без застосування азотних добрив була високою – 7,7 бала, а за їх внесення підвищувалась до 8,6 бала (дуже висока).

З'ясовано, що показники кулінарної оцінки хліба з борошна зерна сорту Тронка залежав від вмісту клейковини, оскільки між ними встановлено дуже сильний кореляційний зв'язок ($r = 0,96 \pm 0,00$).

Пробне випікання хліба з борошна зерна сорту Артемісія показало, що поверхня скоринки, величина глянцевої поверхні, колір м'якуша, крупність пор і його консистенція відповідають 5–7 балам, а решта показників – 9 балам у всіх варіантах досліджу. Кулінарна оцінка залежала не від удобрення, оскільки зерно

мало високий вміст клейковини. Загальна оцінка якості хліба була високою – 7,6 бала.

Кулінарна оцінка хліба з борошна сорту Артемісія не залежала від погодних умов. Проте хліб, отриманий з борошна сорту Тронка, мав нижчу оцінку в 2015 і 2014 рр. (додатки Д.25–Д.27).

Отже, хлібопекарські властивості зерна пшениці м'якої істотно змінюються залежно від погодних умов, сорту пшениці м'якої та видів добрив, їх поєднання та строків застосування азотних добрив. Ефективність удобрення залежить від сорту пшениці м'якої. Встановлено, що вміст клейковини в зерні сорту Тронка збільшується на 20 % із застосуванням $N_{60} S_{70} + N_{60}$ на тлі $P_{60}K_{60}$, а у сорту Артемісія – на 29 % порівняно з контролем.

Кулінарна оцінка хліба з борошна зерна сорту Тронка підвищувалась з покращенням азотного живлення, проте вона не для сорту Артемісія. Зерно пшениці м'якої сорту Тронка у варіантах із застосуванням азотних добрив характеризується найвищою хлібопекарською оцінкою (8,6 бала) порівняно з сортом Артемісія (7,6 бала).

5.2.6 Вихід біоетанола. Вміст крохмалю, основної складової для біосинтезу спирту, в зерні істотно залежить від агротехнології вирощування культури. Так, у середньому за три роки досліджень на неудобрених ділянках його вміст у зерні сорту пшениці м'якої Тронка становив 63,4 % і знижувався до 59,8–61,7 % або на 3–6 % залежно від видів добрив, їх поєднання та строків застосування азотних добрив (табл. 5.15).

Вміст крохмалю в зерні сорту Артемісія був істотно нижчим порівняно з цим показником сорту Тронка ($HIP_{05}=1,3-1,5$), проте знижувався від 58,4 % до 52,6 % у варіанті фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$ або на 10 %. Вміст крохмалю в зерні також залежав від погодних умов. Найвищий його вміст формувався у 2015 р. – 57,0–65,6 % залежно від особливостей удобрення.

На вміст крохмалю в зерні пшениці м'якої впливав вміст білка, оскільки між цими показниками встановлено зворотну дуже високу кореляційну залежність ($r=-0,96\pm 0,00 \dots -0,98\pm 0,00$), яка описується такими рівняннями регресії: $y = -1,8396x + 84,879$ для сорту Тронка; у

= -1,237x + 79,916 для сорту Артемісія; де у – вміст крохмалю, %; x – вміст білка, %.

Таблиця 5.15

Вміст крохмалю в зерні пшениці м'якої за різного удобрення, %

Варіант досліду (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	61,1	63,5	65,6	63,4	
P ₆₀ + N ₁₂₀	59,3	61,2	64,1	61,5	
K ₆₀ + N ₁₂₀	59,5	61,6	64,0	61,7	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	61,4	63,6	66,0	63,7	
Фон + N ₁₂₀	59,1	60,5	63,7	61,1	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	58,0	60,6	62,4	60,3	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	57,4	60,0	62,0	59,8	
Сорт Артемісія					
Без добрив (контроль)	55,3	58,2	61,7	58,4	
P ₆₀ + N ₁₂₀	51,5	53,1	58,3	54,3	
K ₆₀ + N ₁₂₀	51,8	53,0	58,5	54,4	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	55,1	58,4	61,5	58,3	
Фон + N ₁₂₀	51,0	51,6	58,0	53,5	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	50,6	51,3	57,5	53,1	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	50,2	50,5	57,0	52,6	
HIP ₀₅	A	1,4	1,5	1,6	–
	B	1,3	1,4	1,5	–

Загальний вихід крохмалю у варіантах досліду становив від 4217 до 5205 кг/га за вирощування сорту Тронка (додаток Д.28). Вихід крохмалю з урожаю зерна сорту Артемісія коливався від 2570 до 3054 кг/га або в 1,6–1,7 раза був меншим порівняно з сортом Тронка.

Кращі показники при цьому забезпечували варіанти роздрібного застосування азотних добрив. Підвищення виходу крохмалю переважно зумовлено збільшенням урожаю зерна пшениці м'якої.

Вихід крохмалю також залежав від року дослідження. Так, у сприятливому 2015 р. він змінювався від 4612 до 5716 кг/га, 2014 р. – від 4178 до 5346, а в 2013 р. – від 3862 до 4552 кг/га залежно від варіанту досліду. Подібну тенденцію встановлено для зерна пшениці м'якої сорту Артемісія. Проте вихід крохмалю був істотно меншим порівняно з сортом Тронка. Так, він збільшувався від 2570 до

2975 кг/га за одноразового підживлення азотними добривами дозою 120 кг/га д. р. і до 3054 кг/га у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀.

Встановлено, що вихід біоетанола із зерна пшениці м'якої зменшувався за поліпшення умов азотного живлення (додаток Д.29). У середньому за три роки досліджень у варіанті без добрив він становив 369 л/т із зерна сорту Тронка і зменшувався до 362 л/т у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀. Вихід біоетанола із зерна пшениці м'якої сорту Артемісія був значно меншим порівняно з сортом Тронка, проте закономірності змін були подібними. Так, на неудобренних ділянках його вихід становив 360 л/т і зменшувався до 349 л/т за внесення N₆₀ S₇₀ + N₆₀.

Ефективність кожної складової агротехнології визначає вихід продукту з одиниці площі. Встановлено, що вихід біоетанола залежав від сорту пшениці м'якої та удобрення (табл. 5.16).

Таблиця 5.16

**Вихід біоетанола з урожаю зерна пшениці м'якої залежно від
удобрення, л/га**

Варіант досліджу (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	2300	2435	2629	2455	
P ₆₀ + N ₁₂₀	2743	2943	3129	2938	
K ₆₀ + N ₁₂₀	2786	2932	3169	2962	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	2336	2542	2719	2532	
Фон + N ₁₂₀	2786	3000	3261	3016	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	2796	3143	3304	3081	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	2831	3199	3411	3147	
Сорт Артемісія					
Без добрив (контроль)	1448	1530	1763	1580	
P ₆₀ + N ₁₂₀	1810	1820	2063	1898	
K ₆₀ + N ₁₂₀	1837	1834	2092	1921	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	1487	1588	1803	1626	
Фон + N ₁₂₀	1863	1837	2132	1944	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	1875	1891	2193	1986	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	1906	1917	2245	2023	
HIP ₀₅	A	55	58	61	–
	B	58	62	66	–

Так, у середньому за три роки досліджень з урожаю сорту Тронка вихід його на неудобрених ділянках становив 2455 л/га. Найбільший вихід біоетанола отримано за роздрібного застосування азотних добрив – 3081–3147 л/га проти 3016 л/га за одноразового підживлення ними. За рахунок меншої врожайності зерна у варіантах із парними комбінаціями основних елементів живлення порівняно з повним мінеральним добривом отримано менший вихід біоетанола – 2962–2938 л/га або менше на 25–78 л/га.

Вихід біоетанола з урожаю зерна пшениці м'якої сорту Артемісія був істотно меншим (у 1,6 раза) порівняно з сортом Тронка та від 1580 до 2023 л/га залежно від варіанту досліду.

Обраховано, що на вихід біоетанола впливав вміст крохмалю в зерні сортів пшениці м'якої, оскільки між ними встановлено дуже високу кореляційну залежність ($r=0,98\pm 0,01-0,99\pm 0,01$), яка описується такими рівняннями регресії: $y = 2,0309x + 240,24$ для сорту Тронка; $y = 1,8765x + 250,61$ для сорту Артемісія; де y – вихід біоетанола, л/т; x – вміст крохмалю в зерні, % (рис. 5.1).

Отже, з проведених досліджень можна зробити такі висновки. Амінокислотний скор істотно залежить від сорту пшениці м'якої, проте вміст хімічних елементів і вітамінів у зерні залишається майже однаковим. Найбільше на вміст макро- та мікронутрієнтів впливає застосування азотних добрив. З'ясовано, що зерно сорту Артемісія має вищу біологічну цінність порівняно з сортом Тронка, особливо на ділянках, де застосовують азотні підживлення.

Маса 1000 зерен і склоподібність зерна сортів пшениці м'якої істотно залежить від погодних умов, сорту та особливостей удобрення. Поліпшення умов азотного живлення найбільше покращує показники склоподібності зерна та його натуру, проте ефективність азотних добрив істотно залежить від особливостей сорту. Зерно пшениці м'якої Тронка має більшу натуру зерна, проте нижчу склоподібність, а зерно сорту Артемісія – навпаки.

Для виробництва біоетанола найефективніше використовувати зерно пшениці м'якої сорту Тронка, вирощене із застосуванням $N_{60} S_{70} + N_{60}$ на тлі $P_{60}K_{60}$. Вміст крохмалю в зерні залежить від удобрення. Встановлено, що

поліпшення умов азотного живлення знижує вміст крохмалю в зерні. Проте завдяки підвищенню врожайності пшениці м'якої найбільший вихід крохмалю та біоетанола з урожаю зерна формується за внесення повного мінерального добрива ($N_{120}P_{60}K_{60}$).

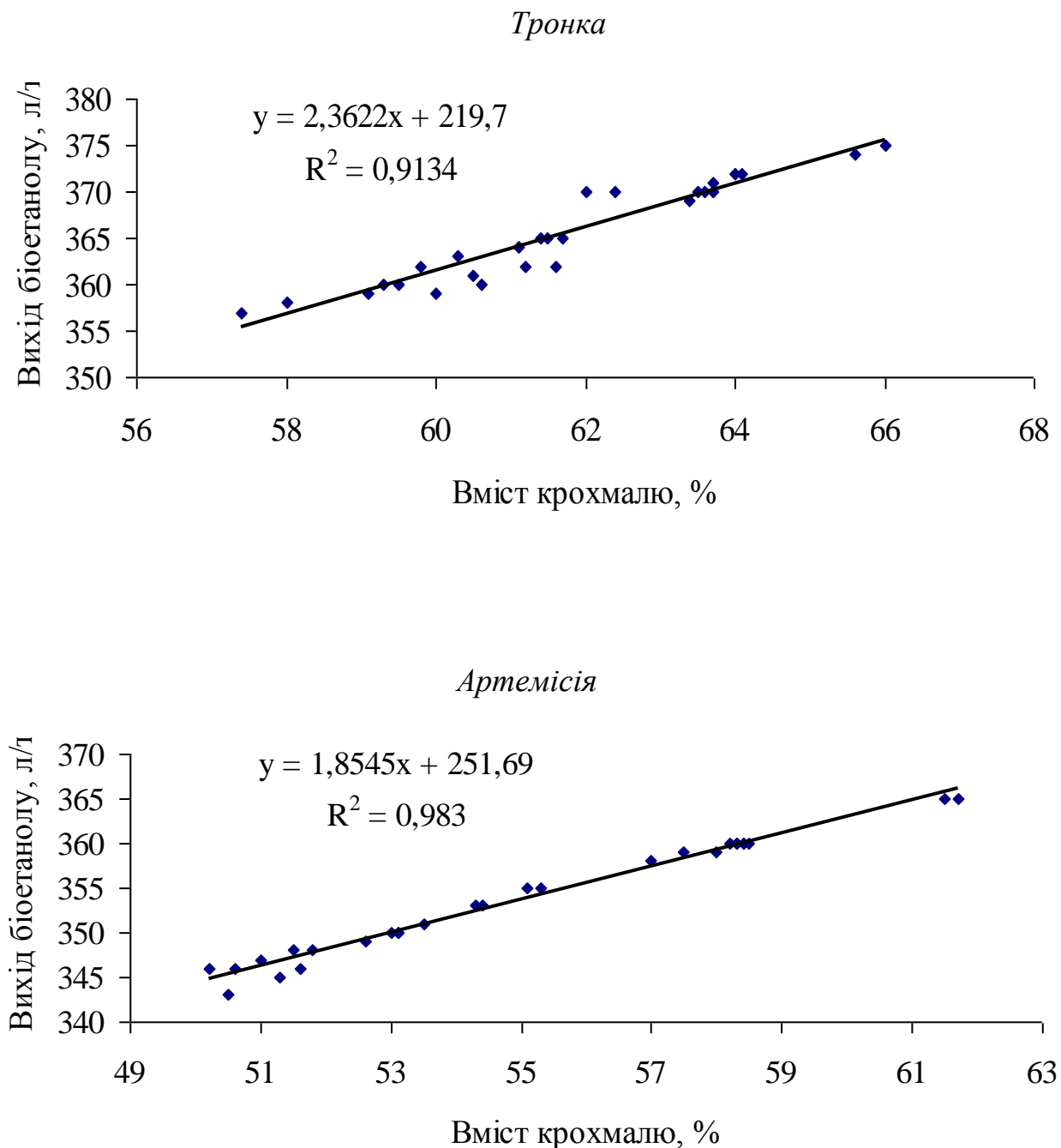


Рис. 5.1 Кореляційна залежність між виходом біоетанола та вмістом крохмалю в зерні сортів пшениці м'якої

5.3 Формування врожайності та технологічних властивостей зерна пшениці спельти за різного мінерального живлення

5.3.1 Урожайність. У середньому за три роки досліджень врожайність зерна пшениці спельти сорту Зоря України на неудобрених ділянках становила 4,55 т/га (табл. 5.17). Одноразове підживлення азотними добривами дозою 120 кг/га д. р. збільшувало її до 5,28 т/га або на 16 %. Роздрібне внесення азотних добрив ($N_{60} + N_{60}$) на тлі фосфорних і калійних підвищувало врожайність зерна до 5,34 т/га або на 17 %, а у варіанті фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$ – до 5,44 т/га або на 20 % порівняно з контролем.

Таблиця 5.17

Урожайність зерна пшениці спельти за різного удобрення, т/га

Варіант дослідження (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Сорт Зоря України (фактор В)				
Без добрив (контроль)	4,97	4,42	4,27	4,55
$P_{60} + N_{120}$	5,64	5,12	4,85	5,20
$K_{60} + N_{120}$	5,55	5,08	4,80	5,14
$P_{60}K_{60}$ – фон	4,60	4,51	4,31	4,47
Фон + N_{120}	5,72	5,20	4,93	5,28
Фон + $N_{60} + N_{60}$	5,77	5,29	4,97	5,34
Фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$	5,91	5,34	5,06	5,44
Сорт Європа				
Без добрив (контроль)	3,22	2,89	3,69	3,27
$P_{60} + N_{120}$	4,35	4,22	4,82	4,46
$K_{60} + N_{120}$	4,24	4,05	4,77	4,35
$P_{60}K_{60}$ – фон	3,31	3,03	3,83	3,39
Фон + N_{120}	4,61	4,55	5,13	4,76
Фон + $N_{60} + N_{60}$	4,76	4,61	5,24	4,87
Фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$	4,80	4,73	5,31	4,95
<i>НІР₀₅</i>	<i>A</i>	<i>0,11</i>	<i>0,10</i>	<i>0,11</i>
	<i>B</i>	<i>0,10</i>	<i>0,10</i>	<i>0,11</i>

Урожайність зерна пшениці спельти сорту Європа була істотно меншою порівняно з сортом Зоря України. Проте реакція рослин цього сорту на застосування азотних добрив була найбільшою. Так, у середньому за три роки

досліджень вона збільшувалась з 3,27 т/га до 4,95 т/га у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀ або на 1,68 т/га порівняно з варіантом без добрив, а в сорту Зоря України – на 0,89 т/га.

5.3.2 Вміст хімічних елементів. Застосування добрив по різному впливало на вміст хімічних елементів у зерні пшениці спельти (табл. 5.18). Поліпшення азотного живлення рослин пшениці сприяло збільшенню вмісту в них хімічних елементів. Найбільше підвищувався вміст натрію, хлору, селену, кадмію – на 23–33 %, найменше – вміст фосфору, калію, міді, стронцію, ванадію, свинцю, титану – на 2–5, а решти елементів – на 6–15 % порівняно з варіантом без добрив. Вміст кобальту і хрому не залежав від удобрення.

Застосування добрив змінювало інтегральний скор мінеральних елементів зерна пшениці спельти (додаток Д.30). Найбільше добову потребу дорослої людини забезпечувало 100 г зерна пшениці спельти сорту Зоря України селеном – на 759–938 % залежно від варіанту досліду. Інтегральний скор для кремнію і фосфору був високим – від 121–152 % на неудообрених ділянках до 124–166 % за внесення повного мінерального добрива, що також повністю задовольняло цю потребу. Найменше ця потреба задовольнялась натрієм (на 0,2 %) і хлором (на 0,5–0,6 %).

Застосування азотних добрив також покращувало інтегральний скор ванадію, магнію, заліза, мангану та цинку, біологічна потреба яких задовольнялась на 35–82 % у варіанті без добрив і на 40–86 % або більше на 4–5 % у варіантах з повним мінеральним добривом. Інтегральний скор решти елементів майже не залежав від удобрення і становив 2–32 % залежно від елементу.

Подібну тенденцію вмісту хімічних елементів у зерні встановлено для пшениці спельти сорту Європа, проте вміст селену був меншим на 0,06–0,07 %, міді – на 0,07–0,18, цинку – на 22,7–26,4 % порівняно з сортом Зоря України (додаток Д.31). Інтегральний скор мінеральних елементів був також подібний сорту Зоря України (додаток Д.32).

**Вміст хімічних елементів у зерні пшениці спельти сорту Зоря України за
різного удобрення (2013–2015 рр.), мг/кг сухої маси**

Елемент	Варіант дослідів							НІР ₀₅
	Без добрив (контроль)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
P	6650	6800	6713	6755	6820	6825	6830	338
K	4370	4579	4610	4502	4600	4608	4609	229
Mg	1018	1090	1091	1022	1095	1098	1097	55
S	960	1062	1065	968	1070	1072	1098	56
Ca	530	571	576	532	580	582	581	29
Si	455	398	401	461	495	499	498	25
Cl	225	287	291	232	295	297	298	15
Na	70	82	84	73	89	92	93	5
Fe	50,2	57,1	57,4	50,3	57,8	57,7	57,6	2,7
Zn	49,2	56,1	56,4	49,5	56,4	56,5	56,6	1,8
Mn	35,2	39,2	39,4	35,4	39,8	39,9	39,8	2,0
Al	13,1	14,4	14,5	13,3	14,9	15,2	15,4	0,8
Cu	3,28	3,32	3,34	3,27	3,37	3,38	3,39	0,17
Se	2,58	3,10	3,12	2,59	3,19	3,18	3,17	0,16
B	1,83	1,94	1,93	1,84	1,95	1,97	1,98	0,10
Sr	1,72	1,80	1,80	1,70	1,80	1,81	1,80	0,11
V	1,64	1,70	1,71	1,63	1,71	1,72	1,73	0,09
Ni	1,51	1,57	1,58	1,50	1,58	1,59	1,60	0,09
Co	0,61	0,58	0,57	0,60	0,59	0,60	0,61	0,04
Pb	0,43	0,43	0,43	0,42	0,47	0,45	0,44	0,02
Ti	0,40	0,41	0,42	0,39	0,42	0,42	0,41	0,02
Sn	0,35	0,35	0,34	0,33	0,38	0,39	0,38	0,02
Cr	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,01
Cd	0,13	0,12	0,14	0,12	0,17	0,18	0,17	0,01
I	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,01

5.3.3 Вітамінний комплекс. Вітамінний комплекс зерна пшениці спельти залежав від сорту та удобрення (табл.). З групи жиророзчинних вітамінів найвищим був вміст вітаміну Е – 30,8–38,2 мг/кг зерна пшениці спельт сорту Зоря України залежно від застосування добрив.

Таблиця 5.19

Вміст вітамінів у зерні пшениці спельти за різного удобрення (2013–2015 рр.), мг/кг сухої маси

Вітамін	Варіант досліду							НІР ₀₅
	Контроль (без добрив)	Р ₆₀ + N ₁₂₀	К ₆₀ + N ₁₂₀	Р ₆₀ К ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Сорт Зоря України								
Каротин	0,15	0,28	0,27	0,16	0,29	0,30	0,31	0,01
Е (ТЕ)	30,8	37,1	37,0	30,9	37,4	38,0	38,2	1,9
В ₇ (Н)	0,11	0,21	0,20	0,12	0,21	0,25	0,24	0,01
В ₉	0,41	0,47	0,48	0,40	0,49	0,53	0,54	0,02
В ₂	1,27	1,37	1,35	1,29	1,37	1,39	1,42	0,07
В ₆	3,9	7,1	7,0	3,8	7,1	7,8	7,7	0,4
В ₁	4,8	5,4	5,2	4,9	5,4	5,7	5,8	0,3
В ₅	11,9	17,4	17,2	12,1	17,3	18,1	18,3	0,9
В ₃ (РР)	53,4	58,6	58,5	53,8	58,6	59,2	60,1	2,9
В ₄	890,4	962,8	962,0	891,2	962,7	965,8	966,2	48,1
Сорт Європа								
Каротин	0,12	0,23	0,23	0,11	0,23	0,24	0,24	0,01
Е (ТЕ)	25,3	34,9	34,8	25,3	34,7	34,9	34,7	1,7
В ₇ (Н)	0,09	0,12	0,11	0,09	0,11	0,13	0,13	0,01
В ₉	0,33	0,41	0,40	0,32	0,41	0,44	0,43	0,02
В ₂	1,1	1,7	1,6	1,1	1,7	1,8	1,8	0,1
В ₆	3,1	6,3	6,2	3,0	6,4	6,6	6,7	0,3
В ₁	4,2	4,6	4,5	4,3	4,7	4,8	4,9	0,2
В ₅	10,2	15,6	15,5	10,4	15,6	16,1	16,3	0,8
В ₃ (РР)	50,2	55,4	55,4	50,3	55,3	55,8	55,7	2,8
В ₄	870,1	940,4	940,2	870,0	940,4	942,7	943,2	47,0

Вміст каротину був меншим, на неудобрених ділянках і становив 0,15 мг/кг і

зростав до 0,27–0,28 мг/кг за внесення фосфорних і азотних та калійних і азотних добрив або більше на 0,12–0,13 %. Вміст його зростав на 0,14 мг/кг у варіанті фон + N₁₂₀ і на 0,15–0,16 % у варіантах із роздрібним застосуванням азотних добрив.

Із групи водорозчинних вітамінів групи В зерно пшениці спельти найбільше містило В₄. Вміст його збільшувався від 890,4 мг/кг у варіанті без добрив до 962,0–966,2 мг/кг зерна за внесення азотних добрив, або більше на 8–9 %.

Найменше зерно пшениці спельти містило вітаміну В₇. Проте під впливом удобрення вміст його збільшувався. Вміст решти вітамінів коливався від 0,41 до 53,4 мг/кг зерна у варіанті без добрив до 0,54–60,1 мг/кг зерна у варіантах із застосуванням азотних добрив. Найменше на вміст вітамінів у зерні впливало застосування фосфорних і калійних добрив.

Вміст вітамінів у зерні пшениці спельти сорту Європа був меншим порівняно з сортом Зоря України.

Об'єктивну інформацію про рівень вітамінів у зерні забезпечує інтегральний скор (табл. 5.20). Встановлено, що поліпшення азотного живлення покращувало інтегральний скор зерна пшениці спельти. Розрахунки показали, що зерно сорту Зоря України найбільше задовольняє біологічну потребу дорослої людини вітамінами В₆, В₁, В₇ – на 30–60 %, а найменше каротином – на 0,3–0,6 % залежно від удобрення. Інтегральний скор решти вітамінів становив 10–42 %.

З поліпшенням мінерального живлення пшениці спельти найбільше зростав інтегральний скор вітамінів В₆, В₁, В₇, В₅ і В₃ – на 12–30 % порівняно з контролем, а найменші зміни були вітамінів Е, В₉, В₂, В₄ – на 0,3–4 %.

Інтегральний скор вітамінів для зерна пшениці спельти сорту Європа був меншим порівняно з сортом Зоря України, проте тенденція впливу на його величину добрив була подібною.

Поєднання застосування фосфорних і калійних добрив дозою по 60 кг/га д. р. не впливало на інтегральний скор вітамінів 100 г зерна обох сортів пшениці спельти.

**Інтегральний скор вітамінів 100 г зерна пшениці спельти за різного
удобрення (2013–2015 рр.), %**

Вітамін	Добова потреба (ФАО/ВООЗ), мг	Варіант досліду						
		Без добрив (контроль)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀
Сорт Зоря України								
Каротин	5	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6	0,6	0,6
Е (ТЕ)	15	21	25	25	21	25	25	25
В ₉	0,4	10	12	12	10	12	13	14
В ₂	1,1	12	12	12	12	12	13	13
В ₄	500	18	19	19	18	19	19	19
В ₇ (Н)	0,05	22	42	40	24	42	50	48
В ₅	5,0	24	35	34	24	35	36	37
В ₆	1,3	30	55	54	29	55	60	59
В ₃ (РР)	14	38	42	42	38	42	42	43
В ₁	1,1	44	49	47	45	49	52	53
Сорт Європа								
Каротин	5	0,2	0,5	0,5	0,2	0,5	0,5	0,5
Е (ТЕ)	15	17	23	23	17	23	23	23
В ₉	0,4	8	10	10	8	10	11	11
В ₂	1,1	10	15	15	10	15	16	16
В ₄	500	17	19	19	17	19	19	19
В ₇ (Н)	0,05	18	24	22	18	22	26	26
В ₅	5,0	20	31	31	21	31	32	33
В ₆	1,3	24	48	48	23	49	51	52
В ₃ (РР)	14	36	40	40	36	40	40	40
В ₁	1,1	38	42	41	39	43	44	45

5.3.4 Вміст білка та амінокислот. Зерно сортів пшениці спельти характеризувалось високим вмістом білка, вміст якого істотно зростав за внесення азотних добрив (табл. 5.21). Так, вміст білка в зерні сорту Зоря України на неудобрених ділянках становив 19,9 % та зростав до 23,4–24,0 % за одноразового підживлення або на 18–21 % і до 24,5–25,1 % з роздрібним застосуванням азотних

добрив або на 23–26 % порівняно з контролем. Застосування азотних добрив підвищувало стабільність вмісту білка в зерні з 0,88 до 0,95.

Таблиця 5.21

Вміст білка в зерні пшениці спельти за різного удобрення, %

Варіант дослід (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	Індекс стабільності
	2013	2014	2015		
Сорт Зоря України (фактор В)					
Без добрив (контроль)	20,0	21,1	18,5	19,9	0,88
P ₆₀ + N ₁₂₀	24,1	23,7	22,4	23,4	0,93
K ₆₀ + N ₁₂₀	24,0	23,8	22,5	23,4	0,94
P ₆₀ K ₆₀ – фон	19,8	21,0	18,6	19,8	0,89
Фон + N ₁₂₀	24,5	24,3	23,1	24,0	0,94
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	25,2	24,7	23,7	24,5	0,94
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	25,7	25,2	24,3	25,1	0,95
Сорт Європа					
Без добрив (контроль)	19,5	20,0	16,7	18,7	0,84
P ₆₀ + N ₁₂₀	23,5	22,8	19,0	21,8	0,81
K ₆₀ + N ₁₂₀	23,5	22,9	18,8	21,7	0,80
P ₆₀ K ₆₀ – фон	19,6	19,7	16,9	18,7	0,86
Фон + N ₁₂₀	23,6	23,5	19,9	22,3	0,84
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	23,4	24,0	20,5	22,6	0,85
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	24,2	24,5	20,9	23,2	0,85
HIP ₀₅	A	0,6	0,5	0,4	–
	B	0,5	0,5	0,4	–

Вміст білка залежав від погодних умов року дослідження. Краще забезпечення опадами та вилягання рослин у 2015 р. знижувало вміст білка до 18,5 % проти 20,0–21,1 % у 2013–2015 рр.

Вміст білка в зерні пшениці спельти сорту Європа був істотно нижчий порівняно з сортом Зоря України і зростав з 18,7 % на контролі до 21,7–22,3 за одноразового підживлення азотними добривами дозою 120 кг/га д. р. і до 22,6–23,2 % за роздільного їх застосування. Вміст білка за роки досліджень був подібний сорту Зоря України, проте індекс стабільності зростав з 0,84 до 0,85 за роздільного застосування азотних добрив.

Застосування азотних добрив підвищувало вміст амінокислот у зерні пшениці спельти. Дані додатку Д.36 свідчать, що в складі есенційних амінокислот найвищим був вміст ізолейцину – 1,23 % у варіанті без добрив і 1,37–1,38 % за внесення фосфорних і азотних та калійних і азотних добрив або більший на 11–12 % і 1,40–1,42 % за роздрібного застосування азотних добрив, або більше на 14–15 %. Найменше у зерні було метіоніну, вміст якого збільшувався від 0,15 % у варіанті без добрив до 0,35 % за внесення $N_{60} + N_{60}$ або в 2,3 раза порівняно з контролем. Вміст решти есенційних амінокислот підвищувався на 18–78 %. Проте частка есенційних амінокислот від їхньої суми становила лише 30–32 % залежно від варіанту досліду.

Вміст замінних амінокислот коливався від 12,27 до 15,27 % залежно від удобрення і підвищувався на 9–44 % з покращенням азотного живлення. Найвищий їхній вміст забезпечувало застосування $N_{60} S_{70} + N_{60}$ на тлі $P_{60} K_{60}$. Крім цього вміст метіоніну зростав в 3,3 раза, а цистину – в 1,7 раза порівняно з неудобреними ділянками.

Вміст амінокислот у зерні обох сортів пшениці спельти був найбільшим за сприятливіших погодних умов 2013 і 2014 рр., а найменшим у менш сприятливому 2015 р. (додатки Д.33–Д.35, Д.37–Д.39).

Вміст суми амінокислот у зерні пшениці спельти сорту Європа був меншим на 19–20 % порівняно з сортом Зоря України (додаток Д.40).

Дослідження свідчать, що зерно пшениці спельти Зоря України має найвищу біологічну цінність за вмістом есенційних амінокислот, оскільки їхній скор був бездефіцитним (табл. 5.22). Поліпшення азотного живлення рослин пшениці спельти підвищувало амінокислотний скор. Слід зазначити, що найбільше він зростав для триптофану та фенілаланіну – на 88–173 % порівняно з контролем (відповідно 209 і 224 %).

Біологічна цінність зерна пшениці спельти сорту Європа була нижчою порівняно з сортом Зоря України, оскільки амінокислотний скор лізину був у дефіциті – 66–89 %. Амінокислотний скор решти есенційних амінокислот був бездефіцитним.

**Амінокислотний скор есенційних амінокислот у зерні пшениці спельти за
різного удобрення (2013–2015 рр.), %**

Амінокислота	Еталон ФАО/ВООЗ, %	Варіант дослідю						
		Без добрив (контроль)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀
Сорт Зоря України								
Ліз	0,61	108	141	141	108	146	151	152
Вал	0,55	138	156	158	140	160	164	165
Мет+цис	0,39	138	200	203	138	213	221	295
Тре	0,44	139	180	182	139	186	189	191
Лей	0,77	160	178	179	160	181	182	184
Гле	0,44	193	234	236	193	239	243	248
Три	0,11	209	336	345	209	355	373	382
Фен+тир	0,66	224	289	288	208	298	303	312
Сорт Європа								
Ліз	0,61	66	84	84	66	85	85	89
Мет+цис	0,39	95	141	138	95	144	156	213
Тре	0,44	95	136	136	95	139	145	166
Вал	0,55	115	145	144	113	144	147	153
Лей	0,77	125	152	151	123	152	153	156
Гле	0,44	134	161	164	134	164	164	164
Фен+тир	0,66	138	179	180	138	182	185	194
Три	0,11	200	327	345	200	336	345	364

Інтегральний скор амінокислот також сильно залежав від застосування азотних добрив (додаток Д.41). Найбільше біологічну потребу задовольняло 100 г зерна пшениці спельти сорту Зоря України ізолеїцином і триптофаном, дещо менше валіном, гістидином, глютаміною кислотою та проліном – на 30–43 %, а найменше метіоніном, аспарагіною кислотою та аланіном – на 7–27 % залежно від варіанту дослідю.

Забезпечення добової потреби амінокислотами 100 г зерна пшениці спельти сорту Європа було меншим порівняно з сортом Зоря України (додаток Д.42).

5.3.5 Фізичні та хлібопекарські властивості. Встановлено, що маса 1000 зерен пшениці спелти істотно залежала від особливостей удобрення (табл. 5.23). Так, у середньому за три роки досліджень в сорту Зоря України вона збільшувалась на 6 % – з 49,8 г на неудобрених ділянках до 52,7 г у варіантах із роздрібним застосуванням азотних добрив. На тлі фосфорних і азотних та калійних і азотних добрив маса 1000 зерен підвищувалась до 50,0 г, а за внесення повного мінерального добрива – до 52,1 г.

Таблиця 5.23

Маса 1000 зерен пшениці спелти за різного удобрення, г

Варіант досліду (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Зоря України (фактор В)					
Без добрив (контроль)	45,7	55,2	48,4	49,8	
P ₆₀ + N ₁₂₀	48,3	56,7	49,8	51,6	
K ₆₀ + N ₁₂₀	48,4	56,9	49,6	51,6	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	45,9	55,6	48,6	50,0	
Фон + N ₁₂₀	49,1	57,1	50,2	52,1	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	49,8	57,5	50,9	52,7	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	49,7	57,6	50,7	52,7	
Сорт Європа					
Без добрив (контроль)	54,9	52,3	49,8	52,3	
P ₆₀ + N ₁₂₀	57,2	54,8	50,6	54,2	
K ₆₀ + N ₁₂₀	57,2	54,7	51,0	54,3	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	54,9	52,0	51,0	52,6	
Фон + N ₁₂₀	57,6	55,0	49,2	53,9	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	57,3	54,7	51,0	54,3	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	57,4	54,8	53,7	55,3	
HIP ₀₅	A	1,2	1,3	1,2	–
	B	1,4	1,4	1,3	–

Маса 1000 зерен також залежала від погодних умов року дослідження. У сприятливих умовах 2014 р. маса 1000 зерен сорту Зоря України становила 56,7–57,1 г за одноразового застосування азотних добрив і 57,5–55,6 за роздрібного, в 2015 р. – відповідно 49,8–50,2 і 50,7–50,9, у 2013 р. – 48,3–49,1 і 49,7–49,8 г.

Маса 1000 зерен сорту Європа в середньому за три роки досліджень складала від 52,3 до 55,3 г залежно від удобрення і найбільшою була в 2013 р.,

оскільки рослини не вилягали. Найбільшого значення цього показника отримано за внесення азотних добрив у підживлення одноразово дозою 120 кг/га д. р. – 54,2–54,3 г.

Натура зерна пшениці спельти сорту Зоря України в середньому за три роки підвищувалась від 673 до 699 г/л залежно від особливостей удобрення (табл. 5.24). У цього сорту поліпшення азотного живлення зменшувало натуру зерна.

Таблиця 5.24

Натура зерна пшениці спельти за різного удобрення, г/л

Варіант досліджу (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2013	2014	2015	
Сорт Зоря України (фактор В)				
Без добрив (контроль)	668	710	719	699
P ₆₀ + N ₁₂₀	660	700	710	690
K ₆₀ + N ₁₂₀	662	702	709	691
P ₆₀ K ₆₀ – фон	670	715	722	702
Фон + N ₁₂₀	655	692	703	683
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	650	684	700	678
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	650	672	697	673
Сорт Європа				
Без добрив (контроль)	755	749	775	760
P ₆₀ + N ₁₂₀	750	753	754	752
K ₆₀ + N ₁₂₀	750	753	756	753
P ₆₀ K ₆₀ – фон	760	747	758	755
Фон + N ₁₂₀	752	760	764	759
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	758	756	712	742
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	760	756	749	755
HIP ₀₅	A	17	19	18
	B	18	20	19

Підвищення маси 1000 зерен у 2014 і 2015 рр. сприяло зростанню натуре зерна з 668 до 710–719 г/л залежно від варіанту досліджу. Між цими показниками встановлено істотний кореляційний зв'язок ($r = 0,61 \pm 0,00$). Проте зростання вмісту білка в зерні з поліпшенням азотного живлення рослин сприяло зменшенню натуре зерна. Між натурою зерна та вмістом білка встановлено обернений дуже сильний кореляційний зв'язок ($r = -0,95 \pm 0,01$).

Натура зерна пшениці спельти сорту Європа була істотно більшою порівняно

з сортом Зоря України ($HIP_{05}=18-20$) і залежно від варіанту досліду збільшувалась від 742 до 760 г/л. Зменшення натуре зерна зумовлено також підвищенням вмісту білка.

Встановлено, що склоподібність зерна істотно зростала за поліпшення азотного живлення рослин. Так, цей показник у зерні сорту Зоря України у варіанті без добрив становив 92 % і зростав до 100 % за роздрібного застосування азотних добрив (додаток Д.43).

Склоподібність зерна пшениці спельти сорту Європа була істотно менша порівняно з сортом Зоря України ($HIP_{05}=2-3$), оскільки він створений гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. В середньому за три роки досліджень склоподібність зерна у варіанті без добрив була 78 %, у варіанті фон + N_{120} – 92 %, а за роздрібного застосування азотних добрив 91–93 %. У 2013–2014 рр. склоподібність від 83 до 96 %, а в 2015 р. – від 72 до 95 %, що свідчить про високу реакцію рослин пшениці спельти сорту Європа на умови удобрення, особливо азотом.

Обраховано, що між вмістом білка та склоподібністю зерна встановлено прямий дуже високий кореляційний зв'язок ($r=0,95\pm 0,01$) для сорту Зоря України та істотний ($r=0,62\pm 0,00$) для сорту Європа, який описується такими рівняннями регресії: $y = 0,4889x - 24,609$ для сорту Зоря України; $y = 0,2863x - 3,6475$ для сорту Європа; де y – вміст білка, %; x – склоподібність зерна, %.

Застосування азотних добрив на вміст клейковини у зерні пшениці спельти сорту Зоря України мало найбільший вплив. Так, у середньому за три роки досліджень на неудобрених ділянках вміст клейковини становив 44,2 % (табл. 5.25). Проте застосування фосфорних і азотних, калійних і азотних та повного мінерального добрива підвищувало цей показник на 8,9–10,3 % порівняно з ділянками без добрив. Роздрібне внесення азотних добрив було найефективніше порівняно з одноразовим підживленням. Встановлено високу ефективність проведення першого підживлення сульфатом амонію, оскільки вміст клейковини був найбільшим – 56,5 % або більше на 0,7 % порівняно з аміачною селітрою. Впродовж років проведення досліджень вміст клейковини також

змінювався.

Вміст клейковини у зерні пшениці спельти сорту Європа був істотно меншим порівняно з сортом Зоря України. У середньому за три роки досліджень він збільшувався від 40,7 до 49,0 % за одноразового застосування азотних добрив у підживлення одноразово дозою 120 кг/га д. р., а у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀ – до 50,1 %.

Таблиця 5.25

Вміст клейковини у зерні пшениці спельти за різного удобрення, %

Варіант досліджу (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Зоря України (фактор В)					
Без добрив (контроль)	44,5	47,0	41,2	44,2	
P ₆₀ + N ₁₂₀	55,4	52,2	51,6	53,1	
K ₆₀ + N ₁₂₀	55,5	52,6	51,9	53,3	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	45,2	46,7	41,4	44,4	
Фон + N ₁₂₀	55,9	54,6	53,1	54,5	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	57,1	55,7	54,5	55,8	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	57,9	56,0	55,5	56,5	
Сорт Європа					
Без добрив (контроль)	43,0	43,9	35,3	40,7	
P ₆₀ + N ₁₂₀	51,8	50,2	41,4	47,8	
K ₆₀ + N ₁₂₀	51,7	50,4	41,2	47,8	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	43,1	43,3	36,8	41,1	
Фон + N ₁₂₀	52,0	52,8	42,2	49,0	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	51,5	53,8	42,6	49,3	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	53,3	54,0	42,9	50,1	
HIP ₀₅	A	1,2	1,3	1,1	–
	B	1,3	1,4	1,2	–

Вміст білка в зерні досліджуваних сортів пшениці спельти можна визначати за вмістом клейковини, оскільки між цими показниками встановлено прямий дуже високий кореляційний зв'язок ($r = 0,99 \pm 0,01$).

У середньому за три роки досліджень об'єм хліба із зерна пшениці спельти з поліпшенням азотного живлення зменшувався з 470 см³ на контролі до 454–459 см³ за одноразового підживлення азотними добривами нормою 120 кг/га д. р. і до 447–449 см³ за роздрібного їх застосування (табл. 5.26).

Таблиця 5.26

Об'єм хліба з борошна пшениці спельти за різного удобрення, см³

Варіант досліду	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Зоря України					
Без добрив (контроль)	465	460	486	470	
P ₆₀ + N ₁₂₀	450	447	476	458	
K ₆₀ + N ₁₂₀	451	448	477	459	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	466	458	485	470	
Фон + N ₁₂₀	447	445	470	454	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	440	443	464	449	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	440	440	462	447	
Сорт Європа					
Без добрив (контроль)	346	340	413	366	
P ₆₀ + N ₁₂₀	325	331	428	361	
K ₆₀ + N ₁₂₀	323	330	430	361	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	345	342	415	367	
Фон + N ₁₂₀	320	324	432	359	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	320	320	424	355	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	315	320	422	352	
HIP ₀₅	A	11	11	12	–
	B	12	13	14	–

Об'єм хліба з борошна сорту Європа був істотно меншим порівняно з сортом Зоря України ($HIP_{05}=12-14$) і також зменшувався від 366 см³ на контролі до 352 см³ у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀.

У 2015 р. об'єм хліба з борошна пшениці спельти був більшим порівняно з 2013 і 2014 рр. Об'єм хліба зменшувався з підвищенням вмісту білка та клейковини, оскільки між цими показниками встановлено обернений дуже високий кореляційний зв'язок – $r = -0,91 \pm 0,01 \dots -0,98 \pm 0,01$. Очевидно, що зниження вмісту крохмалю зменшувало кількість диоксиду вуглецю, який утворювався під час бродіння тіста та гірше утримувався його клейковинним каркасом, оскільки індекс деформації клейковини був понад 100 од. п.

Дані табл. 5.27 свідчать, що якість хліба більше залежала від особливостей сорту пшениці спельти, ніж від удобрення. Так, колір скоринки хліба з борошна пшениці спельти сорту Зоря України був темно-золотистим,

глянець займав усю поверхню хліба, м'якуш дуже м'який, аромат і смак сильно виражений, пори були розміщені рівномірно, консистенція дуже ніжна, що відповідало 9 балам.

Таблиця 5.27

Якість хліба з борошна пшениці спельти за різного удобрення (2013–2015 рр.), бал

Варіант досліджу	Показник кулінарного оцінювання										ЗО*
	Колір скоринки	Поверхня скоринки	Величина глянцевої поверхні	Колір м'якуша	Еластичність	Аромат	Смак	Крупність порів	Рівномірність розміщення	Консистенція	
Сорт Зоря України											
Без добрив (контроль)	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
P ₆₀ + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
K ₆₀ + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
P ₆₀ K ₆₀ – фон	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
Фон + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	9,0	7,0	9,0	5,0	9,0	9,0	9,0	5,0	9,0	9,0	8,0
Сорт Європа											
Без добрив (контроль)	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,7	9,0	9,0	8,5
P ₆₀ + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,4
K ₆₀ + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,4
P ₆₀ K ₆₀ – фон	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,7	9,0	9,0	8,5
Фон + N ₁₂₀	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,4
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,4
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	9,0	7,0	9,0	7,0	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,4

Примітка. ЗО – загальна оцінка.

Колір м'якуша був світло-жовтим (5 бала), середні та крупні пори займали до 50 % пор м'якуша (5 бала), поверхня скоринки – досить гладенька з одиничними пухирцями та тріщинами, що не проходять через усю поверхню (7 бала). Загальна оцінка якості хліба була дуже високою і становила 8,0 бала незалежно від удобрення.

Загальна оцінка хліба пшениці спельти сорту Європа була вищою порівняно з

сортом Зоря України на 0,4–0,5 бала завдяки кольору м'якуша та крупності пор.

Загальна оцінка хліба обох сортів пшениці спельти не залежала від погодних умов вирощування зерна, оскільки вміст білка та клейковини був високим (додаток Д.44–Д.46).

За результатами вивчення продуктивності різних сортів пшениць запропоновано моделі середньобілкових і високобілкових сортів за оптимального удобрення (табл. 5.28).

Таблиця 5.28

Модель сорту пшениць (м'яка, спельта) за оптимального удобрення

Показник	Сорти пшениць	
	середньобілкові	високобілкові
Урожайність, т/га	7,00–9,00	5,00–7,00
Маса 1000 зерен, г	40,0–46,0	50,0–60,0
Натура зерна, г/л	720–750	700–740
Вміст білка, %	13,0–15,0	19,0–25,0
Вміст клейковини, %	27,0–30,0	45,0–55,0

Отже, технологічні властивості зерна пшениці спельти істотно змінюються залежно від погодних умов, сорту та особливостей удобрення. Поліпшення умов азотного живлення найбільше підвищує масу 1000 зерен і склоподібність, при цьому ефективність азотних добрив істотно залежить від особливостей сорту. Зерно пшениці спельти сорту Європа має більшу натуру зерна, проте нижчу склоподібність, а зерно сорту Зоря України характеризується вищою склоподібністю та меншою натурою зерна.

Зерно пшениці спельти сорту Зоря України характеризується найвищою біологічною цінністю за інтегральним скором вітамінів, мінеральних елементів та амінокислотним складом. Кулінарна оцінка хліба дуже висока, проте вона мало залежить від удобрення, проте поліпшення азотного живлення пшениці спельти

зменшує об'єм хліба.

Висновки до розділу 6

1. Встановлено, що за насичення 1 га площі сівозміни $N_{45}P_{45}K_{45}$ врожайність підвищується до 5,07 т/га, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 5,78, $N_{135}P_{135}K_{135}$ – до 6,03 т/га проти 4,02 т/га на неудобрених ділянках. У зерні пшениці м'якої після тривалого (50 років) застосування мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення підвищується питома активність радіонуклідів, а найвищу активність має ^{40}K . Проте питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерні не перевищує ГДК. Найбільше рослини пшениці м'якої накопичують ^{232}Th , проте тривале застосування добрив знижує коефіцієнт біологічного його поглинання з 0,96 до 0,51–0,91 залежно від системи удобрення. Тривале застосування добрив у польовій сівозміні зменшує вміст мангану, заліза, міді, кобальту, нікелю, кадмію та свинцю в зерні пшениці м'якої, вміст хрому зменшується за органічної та органо-мінеральної систем удобрення, а вміст цинку підвищується за тривалого внесення органічних добрив. Застосування високих доз органічних і органо-мінеральних добрив зменшує вміст кобальту, хрому і кадмію.

2. Поліпшення умов мінерального живлення після тривалого (50 років) застосування добрив у польовій сівозміні зменшує вплив попередника на формування вмісту білка і клейковини у зерні пшениці м'якої. У середньому за 2005–2014 рр. вміст білка змінюється від 13,5 до 14,3 % за вирощування після конюшини, від 13,5 до 14,4 ($V = 5-9\%$) – після гороху і від 12,9 до 14,4 % ($V = 7-12\%$) після кукурудзи на силос залежно від системи удобрення. У середньому після п'ятої ротації 10-пільної сівозміни вміст клейковини у зерні підвищується від 19,2 до 35,8 % залежно від системи удобрення і попередника. Найкращі показники якості зерна забезпечують мінеральна і органо-мінеральна системи удобрення незалежно від попередника.

3. Застосування азотних добрив сприяє збільшенню врожайності зерна

пшениць. Найбільшу врожайність формує пшениця м'яка сорту Тронка – 7,03–9,22 т/га проти 4,83–6,27 т/га у високобілкового сорту Артемісія залежно від удобрення. Пшениця спельта формує нижчу врожайність порівняно з пшеницею м'якою – 4,27–5,06 у сорту Зоря України та 3,69–5,31 т/га у сорту Європа. Удобрення підвищує вміст хімічних елементів у зерні незалежно від сорту пшениці м'якої. При цьому найбільше зростає вміст стронцію, нікелю, натрію, цинку, заліза, міді та селену – на 20–33 %, алюмінію, мангану, сірки, хлору, олова та йоду – на 10–17 %, вміст магнію, кальцію, кремнію, ванадію, титану, свинцю і кадмію – на 3–9 % залежно від особливостей застосування азотних добрив. Встановлено, що 100 г зерна пшениці м'якої сорту Артемісія найбільше задовольняє біологічну потребу дорослої людини вітамінами В₁ і В₃ – на 32–40 %, а найменше каротином – на 0,2–0,4 %. Інтегральний скор для вітамінів В₄, В₆ і В₅ зростає з 16–18 до 17–37 %, а для решти вітамінів – з 7–13 до 9–21 % залежно від варіанту удобрення. Застосування лише фосфорних, калійних і роздрібно азотних добрив не має переваг порівняно з одноразовим підживленням (Р₆₀К₆₀ + N₁₂₀).

4. Вміст білка в зерні пшениці м'якої зростає від застосування азотних добрив, проте їх ефективність залежить від особливостей сорту. У зерні сорту Тронка він зростає від 11,4 % у варіанті без добрив до 13,1 % у варіанті фон + N₁₂₀, а в зерні сорту Артемісія відповідно від 17,3 до 21,1 %. Варіанти з роздрібним застосуванням азотних добрив забезпечують вищі показники вмісту білка, особливо у варіанті фон + N₆₀ S₇₀ + N₆₀ – 13,9 % у сорту Тронка і 22,3 % у сорту Артемісія внаслідок кращого забезпечення рослин азотом і сіркою. Покращення азотного живлення сприяє також підвищенню вмісту амінокислот у зерні пшениці м'якої. Зерно сорту Артемісія має вищу біологічну цінність порівняно з сортом Тронка, особливо на ділянках, де застосовують азотні добрива, оскільки амінокислотний скор формується бездефіцитний. Для зерна сорту Тронка лізин був у дефіциті навіть у варіантах із застосуванням азотних добрив.

5. Маса 1000 зерен пшениці м'якої сорту Тронка збільшувалась від 40,0 г у

варіанті без добрив до 43,1 г за внесення $N_{60} S_{70} + N_{60}$ на тлі $P_{60}K_{60}$, а в сорту Артемісія відповідно від 40,5 до 42,2 г. Поліпшення азотного живлення зменшує натуру зерна від 727 г/л до 721 г/л у сорту Тронка і від 709 до 685 г/л у сорту Артемісія, а склоподібність зростала відповідно від 67 % до 90 % і від 92 % до повністю склоподібного.

6. Встановлено, що вміст клейковини у зерні сорту Тронка збільшується на 20 % на тлі застосування $P_{60}K_{60} + N_{60} S_{70} + N_{60}$, а за вирощування пшениці м'якої сорту Артемісія – зростає на 30 % порівняно з контролем. Кулінарна оцінка хліба з борошна зерна сорту Тронка підвищується з покращенням азотного живлення, а в сорту Артемісія навпаки. Зерно пшениці м'якої сорту Тронка у варіантах із застосуванням азотних добрив характеризується вищою хлібопекарською оцінкою (8,6 бала) порівняно з сортом Артемісія (7,6 бала). Кулінарна оцінка пояснюється високим вмістом клейковини у зерні. З'ясовано, що показники кулінарної оцінки хліба з борошна зерна сорту Тронка залежать від вмісту клейковини.

7. Вміст крохмалю в зерні сорту пшениці м'якої Тронка в середньому за три роки досліджень на неодобрених ділянках становив 63,4 %, а за внесення азотних добрив знижувався до 59,8–61,7 %. У зерні сорту Артемісія він знижувався від 58,4 до 52,6 % у варіанті фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$ або на 10 %. Найефективніше для виробництва біоетанола використовувати зерно сорту Тронка, вирощене із застосуванням добрив ($P_{60}K_{60} + N_{60} S_{70} + N_{60}$), що забезпечує найбільший його вихід – 3147 л/га проти 2023 л/га у сорту Артемісія.

8. Застосування добрив підвищує вміст хімічних елементів і вітамінів у зерні сортів пшениці спельти озимої. Найбільше підвищується вміст натрію, хлору, селену, кадмію – на 23–33 %, найменше вміст фосфору, калію, міді, стронцію, ванадію, свинцю, титану – на 2–5, а решти елементів – на 6–15 % порівняно з варіантом без добрив. Вміст кобальту і хрому не залежить від удобрення. Визначено, що зерно пшениці спельти найбільше забезпечує добову потребу нікелем, цинком, залізом, кремнієм і селеном, оскільки інтегральний скор на 26–141 % вищий порівняно з пшеницею м'якою.

9. Поліпшення азотного живлення рослин покращує інтегральний скор вітамінів. Розрахунки показали, що зерно пшениці спельти сорту Зоря України найбільше задовольняє біологічну потребу дорослої людини вітамінами B_6 , B_1 , B_7 – на 30–60 %, а найменше каротином – на 0,3–0,6 % залежно від удобрення. Інтегральний скор решти вітамінів становив 10–42 %. Найбільше зростав інтегральний скор вітамінів B_6 , B_1 , B_7 , B_5 і B_3 – на 12–30 % порівняно з контролем, а найменше E , B_9 , B_2 , B_4 – на 0,3–4 %. Інтегральний скор вітамінів для зерна пшениці спельти сорту Європа менший порівняно з сортом Зоря України.

10. Вміст білка в зерні пшениці спельти сорту Зоря України, вирощеному на неудобрених ділянках становив 19,9 % і зростає до 23,4–24,0 % за одноразового підживлення N_{120} або на 18–21 % і до 24,5–25,1 % за роздрібного застосування азотних добрив ($N_{60} + N_{60}$) або на 23–26 %. У зерні сорту Європа він зростав відповідно від 18,7 % до 21,7–22,3 і до 22,6–23,2 %. Зерно пшениці спельти Зоря України має вищу біологічну цінність за вмістом есенційних амінокислот, оскільки їхній скор був бездефіцитним. Найбільше біологічну потребу задовольняє 100 г зерна пшениці спельти сорту Зоря України ізолейцином і триптофаном, а валіном, гістидином, глутаміновою кислотою і проліном – на 30–43 %, а найменше – метіоніном, аспарагіновою кислотою і аланіном – на 7–27 % залежно від варіанту удобрення. Забезпечення добової потреби амінокислотами 100 г зерна пшениці спельти сорту Європа менше порівняно з сортом Зоря України.

11. Вміст клейковини у зерні пшениці спельти сорту Зоря України зростав від 44,2 % у варіанті без добрив до 56,5 % у варіанті фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$, а в сорту Європа відповідно від 40,7 до 50,1 %. Колір м'якуша світло-жовтий (5 бала), середні та крупні пори займають до 50 % пор м'якуша (5 бала), поверхня скоринки – досить гладенька з одиничними пухирцями та тріщинами, що не проходять через усю поверхню (7 бала). Загальна оцінка якості хліба дуже висока і становить 8,0 бала незалежно від удобрення. Кулінарна оцінка хліба у сорту Європа дуже висока – 8,4 бала, а Зоря України – 8,0 бала незалежно від удобрення.

Результати досліджень розділу 5 було апробовано на десяти конференціях [57, 86, 90, 91, 99, 101, 274, 280, 293, 310], висвітлено в п'ятьох статтях [81, 85, 284, 687, 688].

1. Господаренко Г. М., Любич В. В., Листопад Ф. К. Вихід біоетанола з урожаю зерна сортів пшениці м'якої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. 2017. Вип. 94. С. 74–85.
2. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці м'якої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпро. 2017. №2. С. 35–41.
3. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення // Вісник Уманського НУС. Умань. 2015. № 1. С. 11–16.
4. Petrenko V. V., Osipova T. Y., Lyubich V. V., Homenko L. A. Relation between Hagberg-Perten falling number and acidity of wheat flour according to storage and agricultural systems // Ratar. Povrt. 2015. Vol. 52. 120–124.
5. Petrenko V., Liubich V., Bondar V. Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions // Romanian Agricultural Research. 2017. Vol. 34. P. 69–76.
6. Любич В. В. Оцінка технологічних властивостей зерна безплівкового сорту спельти залежно від рівня азотного живлення // Раціональне використання земельних ресурсів, збереження і підвищення родючості ґрунтів: матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених. Рівне. 2014. С.50–52.
7. Возіян В. В., Любич В. В. Технологічні властивості зерна спельти залежно від удобрення // Інноваційний потенціал світової науки XXI сторіччя: зб. статей учасників 26 Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя. 2014. С. 19–20.

8. Любич В. В., Возіян В. В. Урожайність та якість зерна безплівкового сорту спельти залежно від норм азотних добрив // Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2014. С. 182–183.
9. Господаренко Г. М., Любич В. В., Ткаченко І. Ю. Вплив норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка в зерні пшениці спельти озимої // Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку: Міжнар. наук.-прак. конф. Дніпропетровськ. 2015. С. 103–104.
10. Господаренко Г. М., Любич В. В., Ткаченко І. Ю. Продуктивність пшениці спельти озимої залежно від строків внесення азотних добрив // Агрохімічні та агроєкологічні проблеми підвищення родючості ґрунтів і використання добрив: матеріали Міжн. наук.-прак. інтернет-конференції. Дубляни. 2015. С. 240–247.
11. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Влияние удобрения пшеницы спельты на формирование белка и клейковины в зерне // Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив: Матеріали Всеукр. наук.-прак. конф. Умань. 2017. С. 41–42.
12. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Фізичні властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Актуальні проблеми підвищення родючості ґрунтів та застосування агрохімічних засобів в агрофітоценозах: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Дубляни. 2017. С. 276–282.
13. Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В. Вплив видів, норм і строків застосування азотних добрив на вихід біоетанола з урожаю зерна сортів пшениці озимої // Новітні агротехнології: теорія та практика: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2017. С. 112–113.
14. Любич В. В. Вплив видів, норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка та клейковини в зерні пшениці спельти // Теорія і практика інноваційних розробок молодих вчених у ґрунтово-агрохімічній науці: матеріали Всеукр. наук.-прак. конф. Харків. 2017. С. 40–41.

15. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В. Вміст вітамінів у зерні сортів пшениці спельти залежно від мінерального живлення // Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях до вирішення продовольчої безпеки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Центральне. 2017. С. 113–114.

РОЗДІЛ 6

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНОПРОДУКТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД СКЛАДОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ЗЕРНА ВИДІВ ПШЕНИЦЬ

6.1 Вихід і якість круп залежно від типу твердості зерна пшениці м'якої

У сучасних умовах реорганізації ринку зернових продуктів спостерігається збільшення попиту на крупи. Для нормального функціонування організму людини рекомендовано включати у добовий раціон різні види круп'яних продуктів, зокрема дієтичні, що характеризуються підвищеною популярністю. Проте високий вміст клітковини у продуктах дієтичного харчування зумовлює погіршення їх кулінарних властивостей [541]. Сучасними технологіями на круп'яних виробництвах не передбачено вироблення круп з твердозерних і м'якозерних пшениць, що істотно відрізняються за технологічними властивостями. Це пов'язано різною взаємодією складових частин ендосперму, що в умовах виробництва зумовлює отримання борошна різного гранулометричного складу за ідентичних параметрів вальцьових верстатів і розсівів [546].

Нині залишається недостатньо вивченим питання впливу типу зерна на основні техніко-економічні показники круп'яного виробництва. В джерелах літератури [538] немає відомостей про вплив типу зерна нових сортів пшениці на кулінарну оцінку готових круп'яних продуктів і економічну ефективність їх перероблення.

Круп'яна промисловість зазвичай здійснює первинне перероблення зернової сировини. Її продукція потребує тривалого кулінарного оброблення або використовується в якості сировини для створення інших продуктів харчування. Тому виникає необхідність застосування інноваційних методів для забезпечення його глибоких структурних змін, покращення споживчої якості готового продукту [551].

Критеріями оптимізації було обрано технічні показники круп'яного виробництва та кулінарної оцінки готового продукту, а чинниками були параметри водотеплового оброблення та луцення (табл. 6.1):

$$Вк, Вд, Вм, ЗКО, Тв, Кр, E = f(X_1, X_2), \quad (6.1)$$

де Вк – вихід крупи, %;

Вд – вихід дрібки, %;

Вм – вихід мучки, %;

ЗКО – загальна кулінарна оцінка крупи, бал;

Тв – тривалість варіння крупи, хв;

Кр – коефіцієнт розварювання крупи;

E – економічна ефективність виробництва, грн/рік;

X_1 – вологість, %;

X_2 – тривалість луцення, с;

X_0 – нульовий рівень;

λ – інтервал вимірювань.

Таблиця 6.1

Рівні та крок варіювання

Показник/параметр	Позначення	X_1	X_2
Нульовий рівень	X_0	14	100
Верхній рівень	X_+	12	180
Нижній рівень	X_-	16	20
Інтервал вимірювань	λ	0,5	20

Під час застосування водотеплового оброблення зерна пшениці оптимальним було відволожування впродовж 30 хв, що відповідає рекомендованому терміну.

Дисперсійним аналізом встановлено, що тип зерна істотно впливав на вихід крупи і мучки. Статистично достовірно вихід крупи із твердозерного типу пшениці був вищим на 3,6 % порівняно з м'якозерним, вихід мучки – меншим відповідно на 2,2 і 1,9 % (табл. 6.2, додаток Е.1).

**Описова статистика виходу крупи і супутніх продуктів залежно від типу
зерна та режимів його оброблення**

Показник	$X_{\text{сер}}$	Медіана	Min	Max	V, %
Твердозерний тип (сорт Емеріно)					
Вихід мучки, %	3,9	3,2	1,7	8,8	50,3
Вихід дрібки, %	3,1	3,0	0,3	7,1	66,1
Вихід крупи, %	92,8	93,6	84,1	97,8	4,2
М'якозерний тип (сорт Ужинок)					
Вихід мучки, %	6,2	5,1	2,3	14,5	53,4
Вихід дрібки, %	5,4	5,2	0,7	11,0	54,3
Вихід крупи, %	88,3	90,0	77,9	96,3	6,4

Найбільше режими водотеплового оброблення зерна впливали на вихід мучки, оскільки мінливість цих показників була високою, тоді як на загальний вихід крупи ці чинники впливали не істотно ($V=4,2\%$ і $V=6,4\%$).

Статистично достовірно, що проведення водотеплового оброблення істотно впливало на вихід крупи під час перероблення зерна пшениці м'якої твердозерного типу (додаток Е.2).

Вихід крупи і мучки обернено пропорційні. Встановлено, що збільшення вологості м'якозерного типу зерна пшениці з 12,0 до 16,0 % зумовлювало зменшення битого ядра залежно від тривалості луцення в середньому на 2 %. На вихід крупи і мучки зволоження м'якозерного типу зерна впливало не істотно.

Під час перероблення твердозерного типу зерна на малих підприємствах водотеплове оброблення проводити недоцільно, оскільки збільшення витрат не підвищує вихід готового продукту.

Проведення водотеплового оброблення характеризується високими капітальними витратами, збільшенням кількості технологічного обладнання та

оперативних ємкостей для відволожування. Проте в зернопереробній промисловості сировина складає основну частку собівартості готового продукту, а тому навіть незначне збільшення виходу за сталих енерговитрат може істотно впливати на рівень рентабельності. Тому доцільно додатково розрахувати економічну ефективність застосування відволожування.

Відповідно до розрахованого критерію Mann-Whitney [28], збільшення тривалості лушення з 20 до 180 с істотно впливало на всі критерії оптимізації. Під час перероблення м'якозерного типу зерна після кожного збільшення тривалості лушення на 20 с відбувалось істотне зниження виходу крупи. Проте після збільшення тривалості лушення твердозерного типу зерна з 20 до 40 с істотного зменшення виходу крупи не було. Статистично достовірно відрізнявся лише вихід крупи за тривалості лушення твердозерного типу пшениці 20 і 60 с. Підвищення тривалості лушення твердозерного типу зерна з 80 до 100 с і з 120 до 140 с істотно не впливало на вихід, проте наступне підвищення тривалості лушення істотно знижувало вихід крупи. Чіткої закономірності між почерговим збільшенням тривалості лушення на 20 с і виходом мучки не виявлено.

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що лушення м'якозерного типу зерна відбувалось поступово та стабільно, незалежно від початкової його вологості. Це пояснюється його анатомічною структурою. Очевидно, що у м'якозерного типу зерна сили взаємодії плодових, насінневих оболонки та алейронового шару між собою істотно не відрізняються та є відносно слабкими. Проте нерівномірне зменшення виходу крупи під час перероблення твердозерного типу пшениці свідчить про різні сили взаємодії периферійних складових зернівки. Крім цього, зерно твердозерного типу очевидно пружніше порівняно із м'якозерним, що пояснює утворення меншої кількості мучки.

Математичну залежність між виходом крупи і мучки наведено у формулах 6.2; 6.3 (для м'якозерного типу) і 6.4; 6.5 (для твердозерного типу)

$$V_M = 22,2008 - 0,1181X_2 - 2,7933X_1 + 0,0004X_2^2 + 0,0062X_1X_2 + 0,1037X_1^2 \quad (6.2);$$

$$V_K = 86,819 - 0,0321X_2 + 0,9632X_1 - 0,0004X_2^2 + 0,0001X_1X_2 - 0,0212X_1^2 \quad (6.3);$$

$$V_M = 22,0707 + 0,0658X_2 - 2,6857X_1 + 0,0002X_2^2 - 0,0053X_1X_2 + 0,0952X_1^2 \quad (6.4);$$

$$V_K = 81,0908 - 0,1158X_2 + 2,3202X_1 - 0,0003X_2^2 + 0,00071X_1X_2 - 0,0794X_1^2 \quad (6.5);$$

де V_K – вихід крупи, %;

V_M – вихід мучки, %;

X_1 – вологість зерна, %;

X_2 – тривалість лушення, с.

Для спрощення аналізу відповідні залежності представлено графічно (рис. 6.1; 6.2).

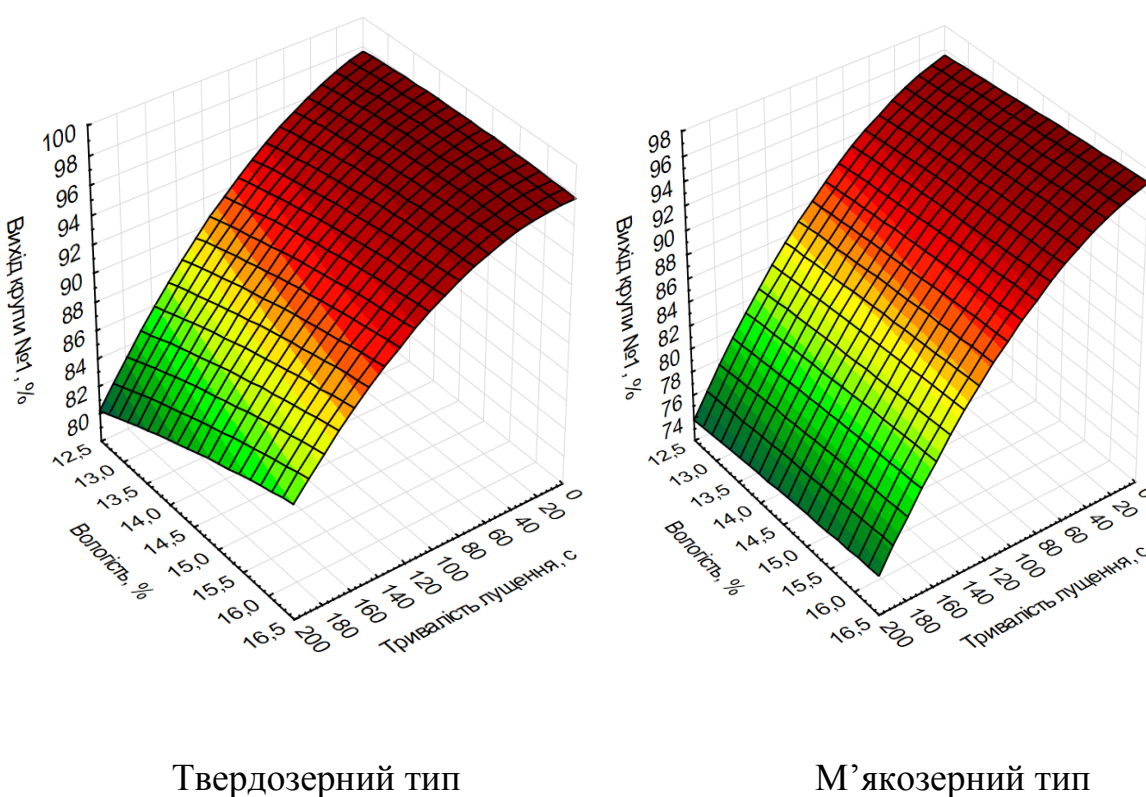


Рис. 6.1 Вихід крупи залежно від параметрів водотеплового оброблення та лушення різних типів зерна пшениці

За допомогою графічного методу підтверджено, що проведення водотеплового оброблення збільшувало вихід крупи із твердозерного типу зерна порівняно із м'якозерним. При цьому вихід мучки аналогічно, але вплив зволоження на м'якозерний тип був вищим.

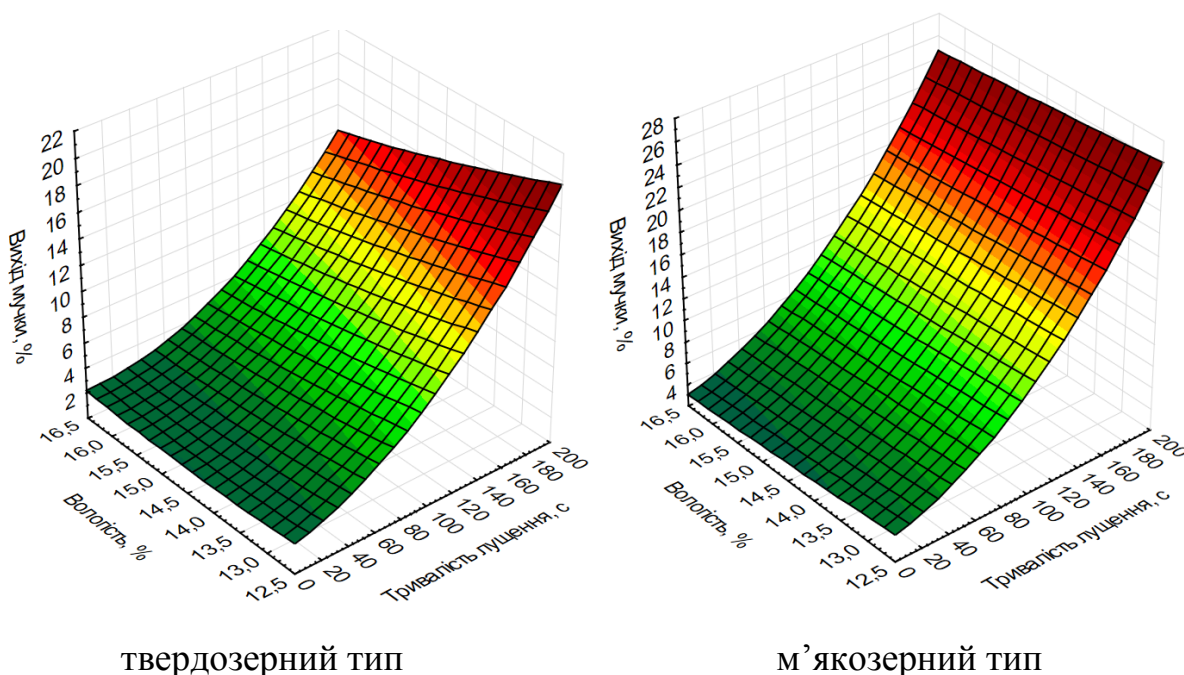


Рис. 6.2 Вихід мучки залежно від параметрів водотеплового оброблення та лушення зерна пшениці

Встановлено, що підвищення вологості збільшувало умовний прибуток незалежно від тривалості лушення та типу зерна. Встановлено, що підвищення вологості з 12,0 до 15,0 % зумовлювало істотне підвищення умовного прибутку порівняно з 15,0–16,0 %-ю вологістю. Зволоження зерна пшениці м'якої зменшувало вихід мучки. Із наведених результатів досліджень слід зазначити, що пошук глобальних екстремумів відповідних функцій можливий тільки для виходу мучки, що робити недоцільно, оскільки знайти оптимальне значення виходу крупи неможливо. Тому для оптимізації технології виробництва крупи необхідно підібрати спрощену економічну модель виробництва різної продуктивності.

Ця залежність пояснюється утворенням більшої частки мучки у результаті зволоження, що має нижчу вартість. Прибуток зменшувався прямо пропорційно тривалості лушення. Найвище його значення було за тривалості лушення 20 с незалежно від проведення водотеплового оброблення.

Отже, на основі економічних розрахунків зерно пшениці раціонально лушити за вологості 15,0–15,5 % незалежно від типу його твердості.

В умовах ринкової економіки оптимізувати виробництво тільки на основі

техніко-економічних показників недоцільно. Очевидно, що продукт, отриманий за найвищого виходу крупи, матиме найвищий прибуток, проте його кулінарна оцінка буде незадовільною у зв'язку з жорсткою структурою оболонки. Конкуреноспроможність такої крупи буде низькою. Тому важливо оцінити вплив тривалості лущення на якість круп'яних продуктів.

Встановлено, що твердження всіх експертів узгоджуються, оскільки коефіцієнти конкордації були високими, а тому отримані середні значення можна обробити статистично. Аналізом рівня відмінності тверджень експертів доведено, що тривалість лущення істотно впливала на запах, колір, смак і консистенцію каші під час розжовування, проте не змінювала її консистенцію залежно від тривалості лущення й типу зерна пшениці.

З'ясовано, що колір і консистенція каші, отриманої з крупи твердозерного зерна пшениці, під час розжовування найбільше залежала від тривалості його лущення – від 2,7 до 9 бала. Слід відзначити, що високі показники цих параметрів отримано за 140–160-секундного лущення. Подібну тенденцію встановлено для крупи з м'якозерного зерна пшениці, проте оптимальна тривалість лущення була 120–140 с (6,7–8,7 бала). Для зерна обох типів решта показників кулінарної оцінки знаходилась у меншому діапазоні – від 6,3 до 9,0 бала (додаток Е.3).

Доведено, що між типом зерна та загальною кулінарною оцінкою не було статистично достовірної відмінності.

Вплив тривалості лущення зерна пшениці на загальну кулінарну оцінку крупи оцінювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу. Доведено, що збільшення тривалості лущення зерна істотно покращує кулінарну оцінку крупи (рис. 6.3).

Середні арифметичні вибірок кулінарної оцінки за тривалості лущення 20 і 100 с рівні, тобто нульова гіпотеза не відкидається. Проте між вибірками за тривалості лущення 20 і 120 с нульова гіпотеза відкидалась. Вибірки за тривалості лущення 120 і 180 с статистично достовірно не відрізнялись. Дисперсійним аналізом встановлено, що для забезпечення оптимальної кулінарної оцінки необхідно лущити зерно пшениці упродовж 120 с незалежно від типу його

твердості.

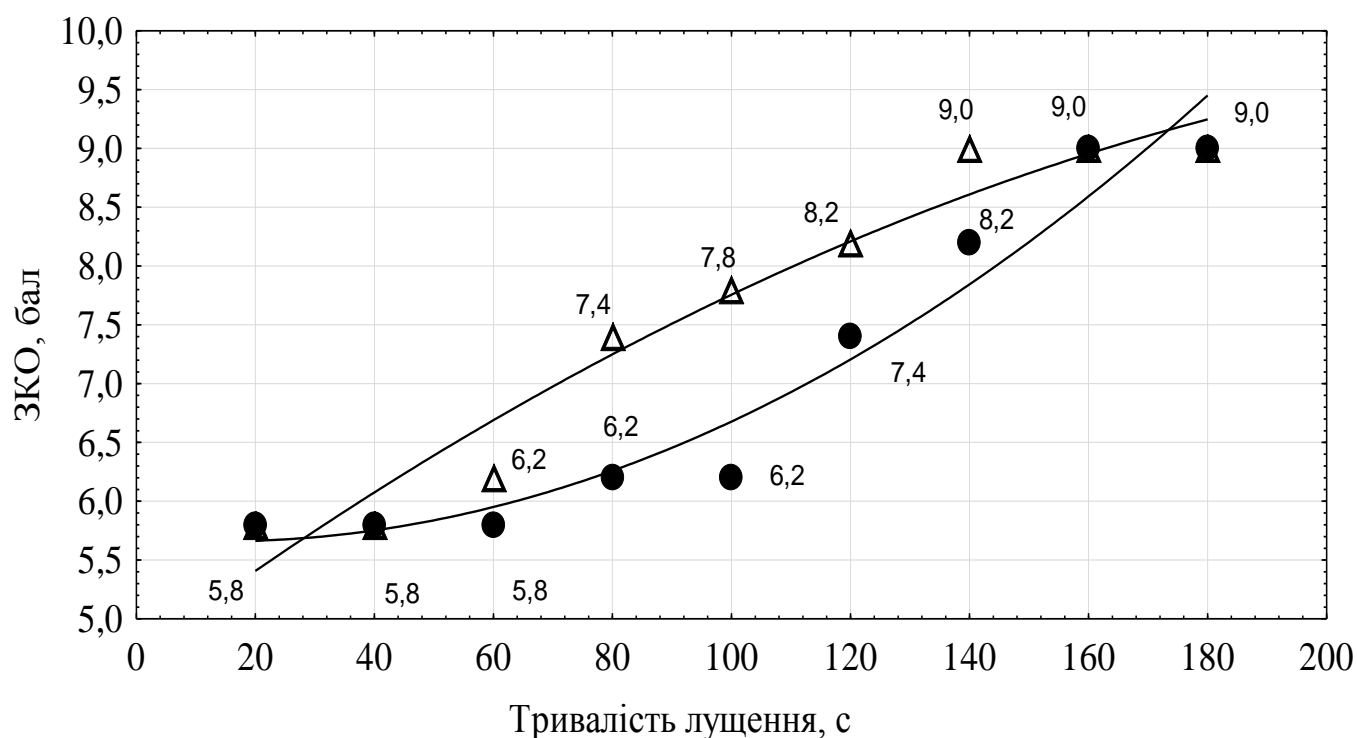


Рис. 6.3 Загальна кулінарна оцінка каші (ЗКО) залежно від типу зерна пшениці та тривалості його луцення

Важливим маркетинговим показником є тривалість варіння каші. Під час перероблення зерна твердозерного і м'язозерного типів пшениці збільшення тривалості луцення на кожні 20 с істотно зменшувало тривалість варіння каші. Це пояснюється тим, що поверхневі шари зерна пшениці менш стійкі до набухання та дії високих температур порівняно з борошністим ендоспермом. Поступове звільнення зерна від оболонок покращує проникнення вологи у центральні частини ендосперму та зменшує тривалість варіння каші. Подальше збільшення тривалості луцення зумовлювало б зменшення тривалості варіння та її фіксації на рівні глобального мінімуму, а зменшення тривалості варіння можливе за рахунок збільшення площі круп'яного продукту внаслідок подрібнення зерна.

Істотно відрізнялись і коефіцієнти розварювання крупи залежно від типу зерна пшениці. Із твердозерного типу пшениці коефіцієнт розварювання каші був статистично достовірно вищим (на 0,4) порівняно з кашею, отриманою з

м'якозерного типу зерна.

Встановлено, що тип зерна істотно впливав на тривалість варіння каші. Із м'якозерної пшениці тривалість її варіння була в середньому на 16 хв меншою порівняно із твердозерною пшеницею (додаток Е.4).

Доведено, що умовний прибуток та загальна кулінарна оцінка крупи мають обернену кореляційну залежність. Під час перероблення пшениці м'якозерного типу незалежно від продуктивності заводу точка оптимуму знаходилась у межах тривалості луцення 100–120 с, а твердозерного типу – 120–140 с.

Слід зазначити, що проведений економічний розрахунок є адекватним для діючих підприємств, оскільки не враховує капітальні витрати. Тому під час проектування круп'яних заводів (особливо підприємств малої продуктивності) необхідно додатково враховувати доцільність використання водотеплового оброблення.

Встановлено, що переробляти зерно пшениці твердозерного та м'якозерного типу доцільно із застосуванням його зволоження до 15,0 % і відволоження впродовж 30 хв. Твердозерний тип пшениці оптимально лущити впродовж 120–140 с, а м'якозерний – 100–120 с. Загальна кулінарна оцінка каші із круп'яних продуктів, що вироблено за цією технологією становить 7–8 бала.

На вихід крупи плющеної і тривалість її варіння істотно впливала тривалість пропарювання та відволоження зерна пшениці м'якої. Так, за п'ятихвилинного пропарювання та відволоження вихід крупи з твердозерного типу зерна становив 88,4 %, а за відволоження впродовж 10 хв він був найбільшим – 94,7 % (додаток Е.5). Вихід крупи за пропарювання зерна впродовж 10 хв подібний. Підвищення тривалості пропарювання до 15 хв та за наступного відволоження впродовж 5 хв вихід виявився на рівні пропарювання впродовж 5 хв з тривалістю відволоження 10 хв.

Підвищення тривалості пропарювання істотно знижувало варіння плющеної крупи з 20 до 15 хв залежно від варіанту дослідів ($HIP_{05}=1$). Коефіцієнт розварювання зростав з 7,9 до 8,2.

Вихід крупи з м'якозерного типу зерна пшениці м'якої був подібний

твердозерному і становив 90,6–98,5 % залежно від режимів пропарювання. Тривалість варіння крупи була істотно меншою порівняно з твердозерним зерном пшениці м'якої, а коефіцієнт розварювання становив 7,7–8,1.

Розраховано, що перероблення зерна м'якозерного типу пшениці м'якої ефективніше порівняно з твердозерним (додаток Е.6). Найбільший чистий прибуток забезпечувало пропарювання зерна м'якозерного типу впродовж 15 хв з 5–10-хвилинним відволожуванням – 3,60–3,78 млн грн/рік на підприємстві продуктивністю 24 т/добу. За перероблення твердозерного типу зерна пшениці м'якої найбільший чистий прибуток також забезпечувало пропарювання впродовж 15 хв з тривалістю відволожування 10 хв, проте він був 2,75 млн грн/рік або на 30 % меншим.

Отже, для виробництва плющеної крупи найефективніше використовувати зерно пшениці м'якозерного типу, що забезпечить найвищий вихід готового продукту. Економічно доцільно пропарювати зерно впродовж 15 хв з тривалістю відволожування 10 хв.

6.2 Вплив зволоження й відволожування зерна пшениці спельти на вихід і якість борошна

Нині зерно спельти набуває популярність та є цінною сировиною для борошномельних і круп'яних заводів [718]. В умовах реорганізації економіки України та її Європейського вектору розвитку, першочерговим завданням провідних вітчизняних фахівців є адаптація сировини і продуктів її перероблення до вимог західного ринку [26]. Це зумовить збільшення збуту готових продуктів і залучення додаткових інвестицій у економіку України. Перспективною галуззю європейського ринку є борошномельне виробництво, що підтверджується інтенсифікацією наукових досліджень у цій сфері [701]. Оскільки валовий збір зерна спельти в Україні істотно поступається м'яким пшеницям, нині економічно ефективно її перероблення на заводах низької продуктивності зі скороченим технологічним процесом.

Статистично доведено, що водотеплове оброблення достовірно зумовлювало вплив як на загальний вихід борошна, так і на показники добутку його виходу після першої та другої системи (табл. 6.3). Середня арифметична (5,75 %, 31,62 і 83,38 %) та медіана (51,35 %, 31,80 і 82,9 %) були подібними у всіх випадках, що пояснювалось можливістю правильного розподілення даних. Водотеплове оброблення зумовлювало найбільший вплив на загальний добуток після першої розмелювальної системи, оскільки різниця між мінімальним і максимальним значенням була найвищою – 8,5 %. Проте найменше водотеплове оброблення впливало на загальний добуток борошна після другої розмелювальної системи.

Таблиця 6.3

Вплив водотеплового оброблення на вихід борошна односортного помелу

Технологічний показник	Середнє арифм.	Медіана	Мін.	Макс.	Розмах	Станд. пох.
Загальний добуток після першого розмелювання, %	51,75	51,35	48,4	56,9	8,5	2,1
Загальний добуток після другого розмелювання, %	31,62	31,80	29,0	33,3	4,3	1,1
Загальний вихід борошна, %	83,38	82,90	81,3	85,9	4,6	1,3

Більш наглядно залежність між параметрами ВТО зерна та виходом борошна можна описати за допомогою коміркових діаграм (рис. 6.4 і 6.5).

Встановлено, що збільшення вологості та тривалості відволожування знижувало середньостатистичний загальний добуток борошна після другої розмелювальної системи. Тенденції зміни загального виходу борошна та його добуток після першої розмелювальної системи були аналогічними. Збільшення вологості зерна до 15,0 % зумовлювало підвищення виходу борошна (додаток Е.7). Проте за його вологості 16,0 % і вище загальний вихід борошна знижувався. Це пояснюється тим, що проведення водотеплового оброблення сприяє зменшенню сил взаємодії крохмальних гранул борошнистого ендосперму.

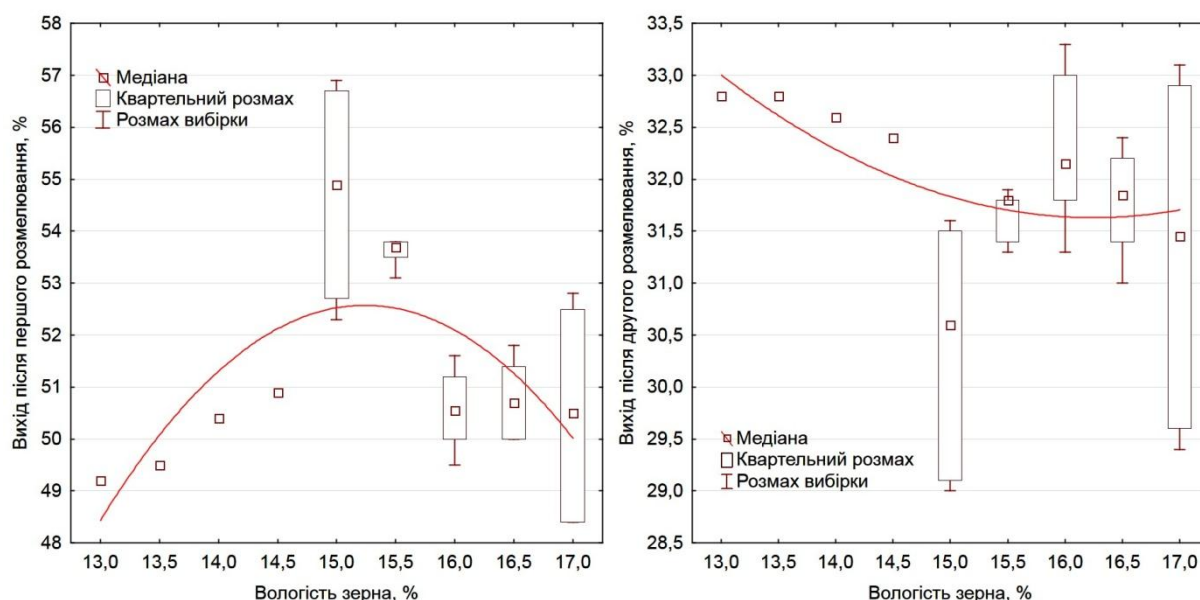


Рис. 6.4 Залежність між параметрами водотеплового оброблення зерна пшениці спельти та виходом борошна після першої і другої розмелювальної системи

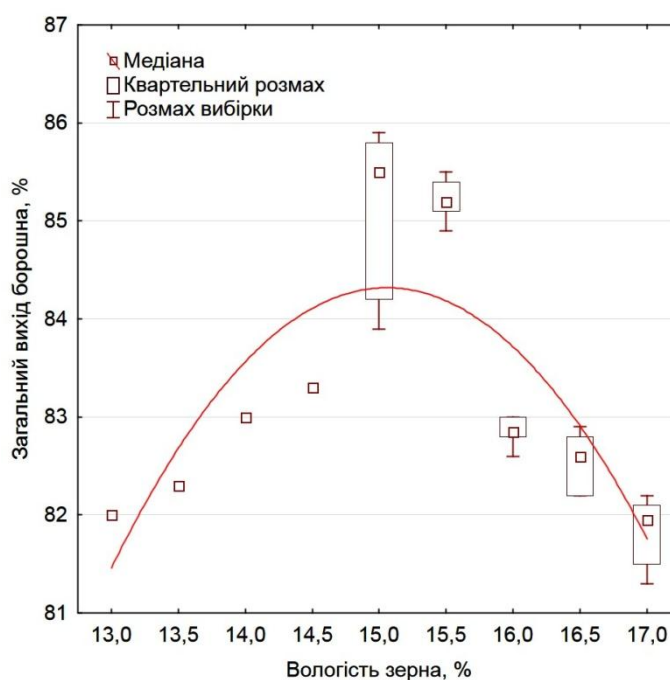


Рис. 6.5 Вплив параметрів водотеплового оброблення зерна пшениці спельти на вихід борошна

Очевидно, що за вологості зерна 15,0–15,5 % утворювалась найменша кількість проміжних продуктів (крупок і дунстів), а вилучення борошна на першій системі було найбільшим. Підвищення вологості до 16,0–17,0 %

зумовлювало збільшення кількості проміжних продуктів і добуток борошна на другій системі.

Дослідження показують, що процес крупоутворення на підприємствах малої продуктивності із використанням двох розмелювальних систем на традиційних борошномельних заводах істотно відрізняється. У результаті проведення регресійного аналізу підтверджено достовірно істотний зв'язок ($r = 0,68-0,72$) між виходом борошна та водотепловим обробленням (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Результати регресійного аналізу впливу водотеплового оброблення на вихід борошна із зерна пшениці спельти

Статистичний показник	Загальний добуток борошна після першої системи	Загальний добуток борошна після другої системи	Загальний вихід борошна
Коеф. множинної кореляції	0,72	0,67	0,68
Коеф. множинної детермінації	0,53	0,45	0,46
Довірчий рівень	0,000007	0,00007	0,00006
Стандартна похибка обчислення	1,51	0,83	1,05

Сила взаємодії була істотною, оскільки коефіцієнти множинної детермінації становили 0,45–0,53, що зумовлювало доцільність наступного їх моделювання.

Отримані математичні моделі можна зобразити так:

$$V_{1 \text{ система}} = 67,04787 - 1,13378X_1 + 0,16484X_2, \quad (6.6)$$

$$V_{2 \text{ система}} = 29,39616 + 0,22172X_1 - 0,08131X_2, \quad (6.7)$$

$$V_{\text{загальний}} = 96,44403 - 0,91206X_1 + 0,08353X_2. \quad (6.8)$$

Із ймовірністю 95 % можна стверджувати, що тривалість відволожування впливала на вихід борошна, тоді як довіра впливу вологості на загальний добуток

борошна після другої системи становила 85 %.

Майже в усіх випадках залежності між параметрами оброблення зерна пшениці спельти та загальним виходом борошна були високими, оскільки бета коефіцієнти за модулем були більшими 0,5 (рис. 6.6).

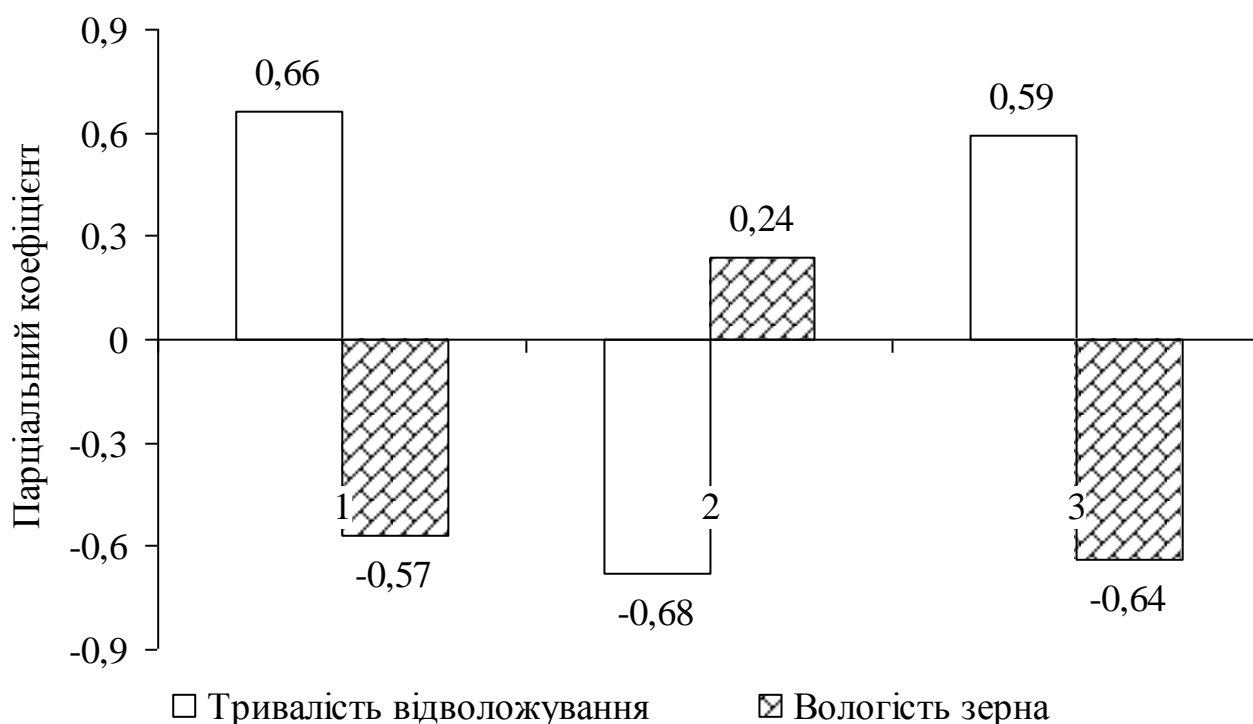


Рис. 6.6 Залежність добутку виходу борошна від параметрів водотеплового оброблення зерна пшениці спельти:

1 – після першої розмелювальної системи; 2 – після другої розмелювальної системи; 3 – загальний вихід борошна.

Вологість зерна мала вищий ступінь впливу на загальний вихід борошна порівняно із тривалістю відволожування, проте в поєднанні ці два параметри істотно впливали на процес добування борошна. Тому для встановлення оптимального режиму, після перевірки правильного розподілення залишків функції 5 були побудовані поверхні відклику (рис. 6.7).

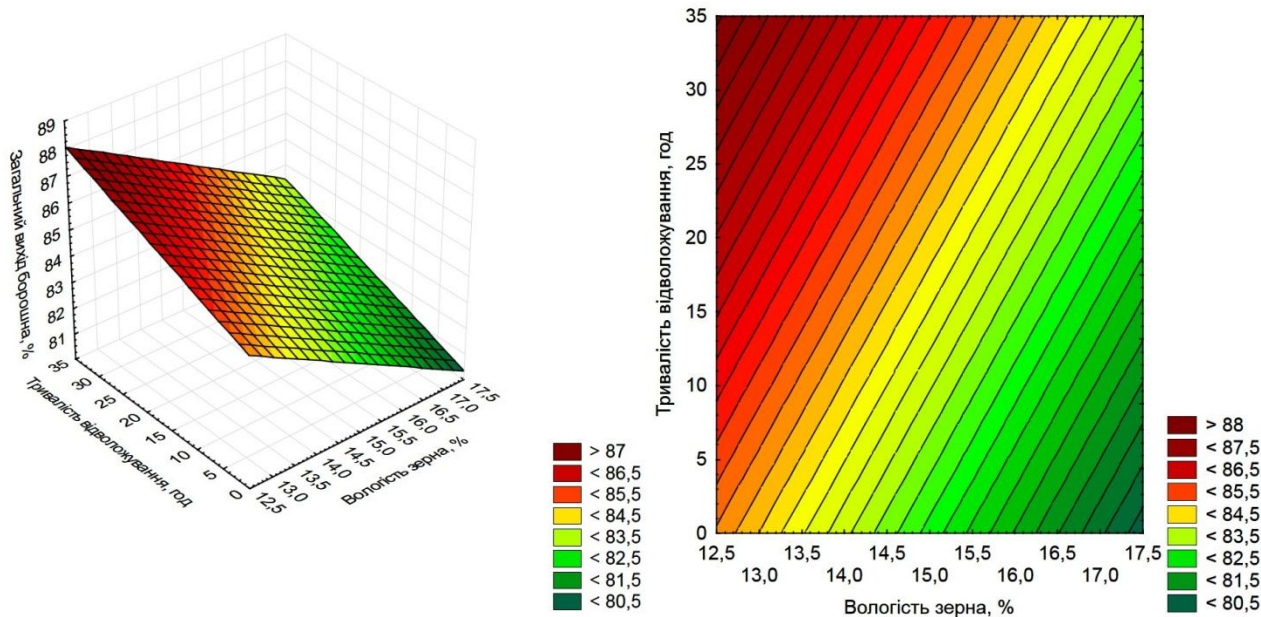


Рис. 6.7 Залежність між вологістю зерна пшениці, тривалістю його відволожування та виходом борошна

Із рис. 6.7 видно, що максимальний вихід борошна можна отримати після зволоження зерна спелти до вологості 15,0–15,5 % з наступним його відволожуванням упродовж 15–20 год.

Отже, встановлено високий зв'язок між параметрами водотеплового оброблення зерна пшениці спелти і виходом борошна. Найбільший вплив на вихід борошна має градієнт зволоження зерна. Тривалість відволожування менше, проте істотно впливала на вихід борошна. Рекомендований режим виробництва борошна на млинах низької продуктивності із використанням двох розмелювальних систем полягає у зволоженні зерна до вологості 15,0–15,5 %. Для підвищення виходу борошна на 1–3 % рекомендується збільшувати тривалість відволожування до 15–20 год. Проте економічну ефективність використання тривалого відволожування необхідно встановлювати індивідуально для кожного підприємства.

В умовах ринкової економіки основним показником ефективної діяльності підприємства є попит на продукцію, що формується більшою мірою показниками якості вироблених продуктів. Маркетингові прийоми та реклама продуктів низької якості може створити тільки короточасне покращення продаж [805, 806]. Тому

оптимізацію процесу вироблення борошна із нових сортів зерна пшениці спельти проводили на основі максимізації основних показників якості борошна (вміст золи та білизна), що зумовлюють якість вироблених хлібобулочних продуктів.

Встановлено, що зольність продуктів після першого розмелювання була нижчою порівняно із другим розмелюванням. Це зумовлено зниженням якості проміжного продукту, що надходить на друге розмелювання.

Коефіцієнти варіаціювання аналітичних повторностей для результатів після першого розмелювання змінювались від 4,65 до 14,18, а для результатів після другого розмелювання – від 2,44 до 13,43. Це свідчить про невелике або незначне варіювання. Отже, середні данні результатів досліджень можна використовувати для математичного моделювання (додаток Е.8).

Теорію правильного розподілення даних вибірок було відхилено, а тому встановлення зв'язку між параметрами водотеплового оброблення та вмістом золи у борошні здійснювали методами непараметричної статистики (визначення коефіцієнта кореляції Spearman).

З ймовірністю 95% можна стверджувати, що між параметрами водотеплового оброблення зерна пшениці спельти та вмістом золи існував обернений істотний та високий кореляційний зв'язок (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Коефіцієнти кореляцій Spearman між вмістом золи та водо тепловим обробленням

Показник	Тривалість відволожування, год	Вологість зерна, %
Вміст золи у борошні після першого розмелювання, %	-0,664552*	-0,739161*
Вміст золи у борошні після другого розмелювання, %	-0,636434*	-0,886380*

Примітка. Достовірно за $p < 0,05$.

Залежність між показниками водотеплового оброблення зерна та вмістом золи у борошні можна описати такими лінійними залежностями:

$$Z_1 = 1.641249 - 0.061686X_1 - 0.005239X_2 \quad (6.9)$$

$$Z_2 = 1.813573 - 0.064253X_1 - 0.003174X_2 \quad (6.10)$$

де Z_1 і Z_2 – вміст золи відповідно після першого та після другого розмелювання; X_1 – вологість зерна, %; X_2 – тривалість відволожування, хв.

Важливим показником якості математичної моделі є наявність або відсутність автокореляції залишків. У результаті проведення статистичного аналізу методом Darbin-Watson встановлено позитивну автокореляцію залишків функції 3. Це означало неправильну форму обраної моделі, або відсутність статистично достовірного зв'язку. Для першого рівняння автокореляції залишків виявлено не було.

Враховуючи високі показники статистичної надійності першого рівняння, відповідну залежність можна зобразити графічно (рис. 6.8).

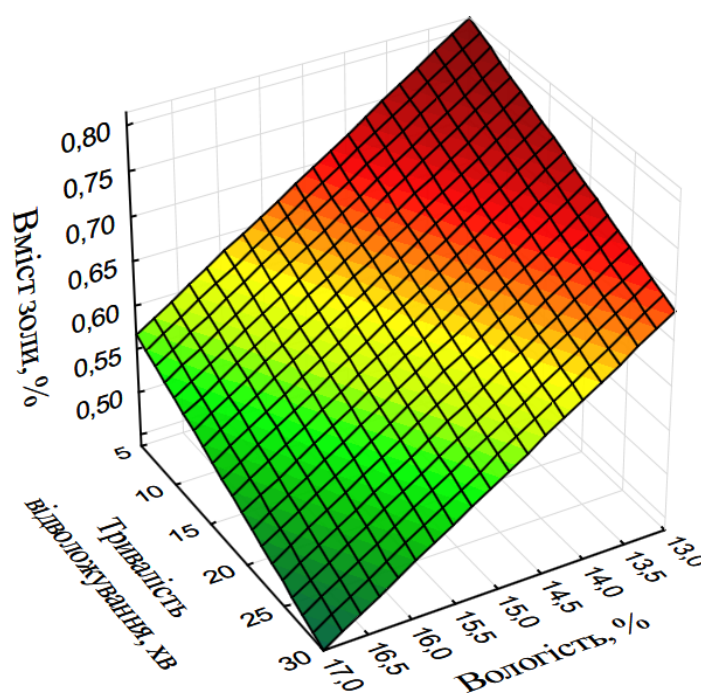


Рис. 6.8 Залежність між параметрами водотеплового оброблення зерна пшениці спельти та вмістом золи у борошні після першого розмелювання

Найнижчий вміст золи у борошні після першого розмелювання зерна спельти можна отримати за найвищої вологості зерна та найбільшої тривалості його відволожування.

Зв'язок і вплив чинників встановлювали за допомогою бета та парціальних

коефіцієнтів кореляції (рис. 6.9). Для першого розмелювання найвищий зв'язок і вплив на вміст золи у борошні мала вологість зерна перед розмелюванням.

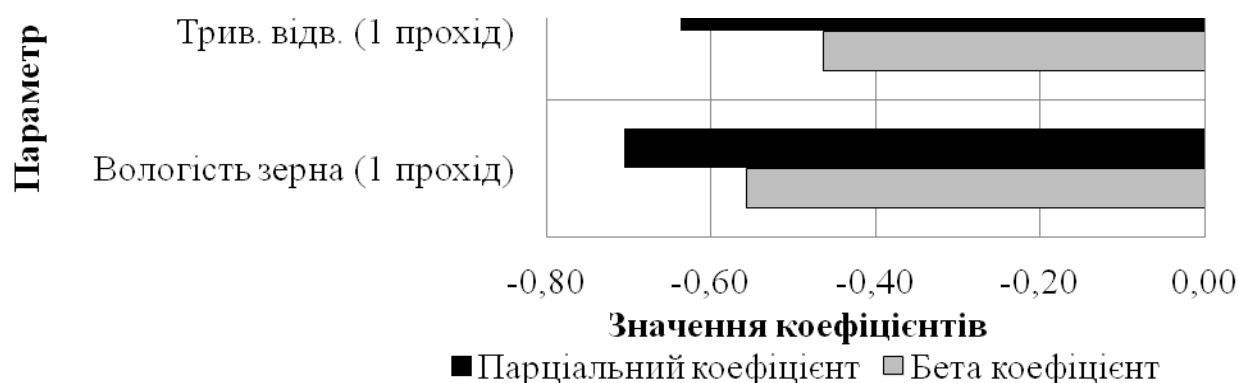


Рис. 6.9 Кореляційні залежності між параметрами водотеплового оброблення зерна пшениці спельти і вмістом золи після першого розмелювання

Залежність параметрів водотеплового оброблення та вмісту золи після другого розмелювання було зображено рівнянням другого порядку відповідно до теорії Тейлора:

$$Z_2 = 3,346981 - 0,257682X_1 - 0,014978X_2 + 0,006044X_1^2 + 0,00076X_1X_2. \quad (7.11)$$

Теорію про наявність автокореляції залишків функції 4 було відхилено, оскільки твердження $DW_U(1,58045) < DW(1,854882) < 4 - DW_U(1,58045)$ було достовірним, а всі інші – хибними.

Високі показники надійності функції 4 було доведено статистично (Multiple R = 0,989562227, Multiple R² = 0,979233402, Adjusted R² 0,975525081, F(5,28) = 264,063812, p=1,2063897 10⁻²²).

Після графічного зображення функції 4, встановлено, що вплив тривалості дії вологи на зерно під час другого розмелювання були подібними до першого розмелювання (рис. 6.10).

Дія вологи на продукти розмелу під час другого проходу зумовлювала більший вплив порівняно з тривалістю відволожування.

У цілому на вміст золи у борошні за використання двох розмелювальних систем

найбільший вплив мала вологість зерна. Очевидно це пояснюється тим, що утворення мікротріщин в ендоспермі зернівки залежить від сил натягу між водою та структурними її частинами. Збільшення вологості послаблює зв'язки між оболонками й ендоспермом зерна, що сприяє кращому їх відділенню за другого розмелювання.

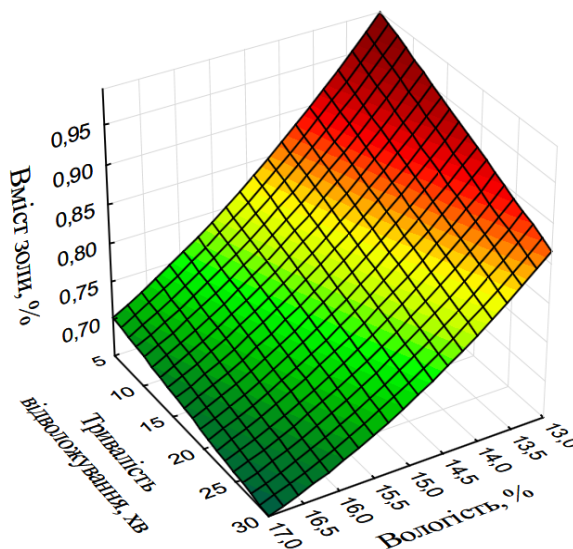


Рис. 6.10 Залежність між параметрами водотеплового оброблення зерна пшениці спельти і вмістом золи у борошні після першого розмелювання

Отже, реакція зерна пшениці спельти на водотеплове оброблення подібна до відомих режимів для м'якозерного типу зерна пшениці м'якої.

Тенденція зміни білизни борошна залежно від режимів водотеплового оброблення була подібною до вмісту золи (додаток Е.9).

Оскільки дані вибірок були розподілені неправильно, зв'язок між чинниками знаходили методами непараметричної статистики (табл. 6.6). Відповідно до шкали Чеддока, зв'язок між білизою борошна та тривалістю відволожування був прямим помітним, а із вологістю зерна – прямим високим, що зумовлювало доцільність проведення наступних досліджень.

Теорія про лінійну залежність між цими показниками була відхилена, оскільки залишки отриманих моделей мали автокореляцію. Після інтерпретації залежностей у вигляді функцій другого порядку було встановлено, що формула залежності білизни борошна після першого розмелювання, вологості та тривалості відволожування мала автокореляцію залишків аналогічну лінійній. Це свідчить,

що відповідні моделі можуть мати невраховані вагомі змінні, що впливали на процес, циклічність моделі, показники процесу могли реагувати на зміну умов із запізненням, тощо. Тому розраховувати парціальні коефіцієнти кореляції для відповідної залежності, обраховувати зв'язки та силу впливу було недоцільно.

Таблиця 6.6

Коефіцієнти кореляцій Spearman між білизнаю та водотепловим обробленням

Показник	Вологість зерна, %	Тривалість відволожування, год
Білизна борошна після першого розмелювання, од. п.	0,833471*	0,585085*
Білизна борошна після другого розмелювання, од. п.	0,894232*	0,579903*

Примітка. Достовірно за $p < 0,05$.

Математичну залежність між білизнаю борошна пшениці спельти і параметрами водотеплового оброблення наведено у формулі 6.12

$$W = -149.516 + 19.324X_1 + 2.229X_2 - 0.484X_1^2 - 0.01X_2^2 - 0.112X_1X_2, \quad (6.12)$$

де W – білизна борошна, од. п.;

X_1 – вологість зерна, %;

X_2 – тривалість відволожування, год.

З графічного зображення функції видно, що тривалість відволожування мала найбільший вплив на білизну борошна за найменшої вологості зерна (рис. 6.11). За вологості 14,0–17,0 % вплив тривалості відволожування зменшувався.

Результати досліджень були розподілені нерівномірно, а тому пріоритетним було використання непараметричної статистики. Було зроблено припущення, що між коефіцієнтом використання ендосперму (Coef. U) та тривалістю відволожування існував прямолінійний зв'язок, тоді як тенденція його зміни залежно від вологості була криволінійною. Також криволінійні залежності спостерігались між параметрами водотеплового оброблення та комплексним критерієм ефективності (Complex U). Тому апроксимацію здійснювали із використанням поліномів другого і третього порядків.

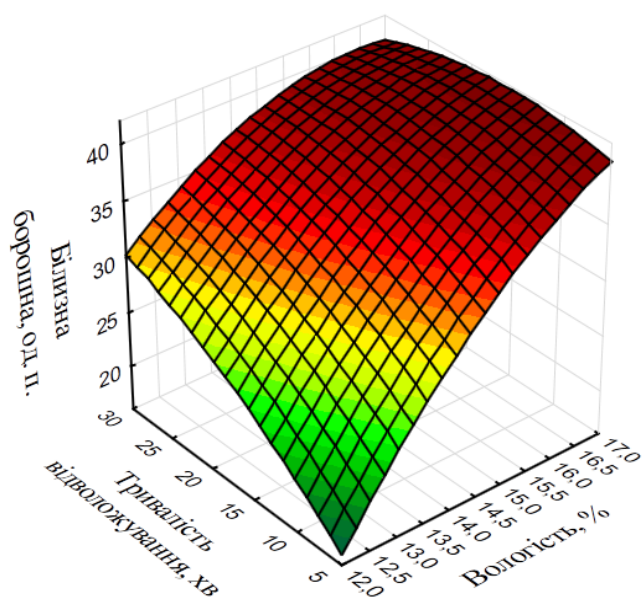


Рис. 6.11 Залежність між параметрами водотеплового оброблення зерна пшениці спельти і білизною борошна

У результаті регресійного аналізу були визначенні статистично достовірні коефіцієнти регресії та сформовано математичні моделі:

$$\text{Coef. } U = 41,22451 + 0,75545X_1^2 + 0,00874X_2^2 - 0,03397X_1^3 - 0,00022X_2^3 \quad (6.13)$$

$$\text{Complex } U = -67,3908 + 1,3336X_1^2 + 0,0059X_2^2 - 0,0539X_1^3, \quad (6.14)$$

де X_1 – вологість, %;

X_2 – тривалість відволоження, год.

Графічне зображення функцій 2 і 3 наведено на рис. 6.12.

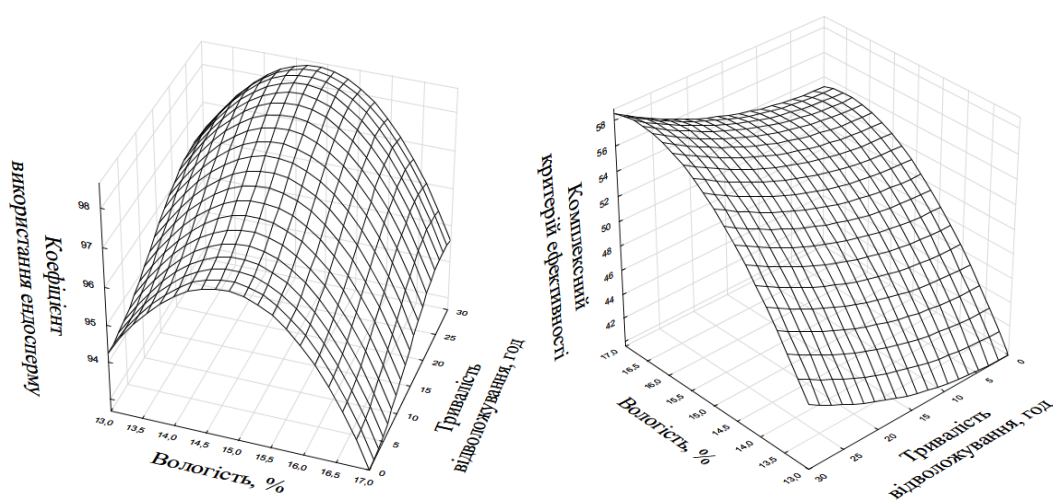


Рис. 6.12 Залежність між параметрами водотеплового оброблення та показниками ефективності борошномельного виробництва

Доведено, що найбільший вплив на показники ефективності вироблення борошна зумовлювала вологість зерна. Так, підвищення вологості з 13,0 % до 15,0 % збільшувало коефіцієнт використання ендосперму з 94,5 % до 99,0 або більше на 4,5 % (додаток Е.10). Високий коефіцієнт використання ендосперму був за 15,5-відсоткової вологості зерна пшениці спельти. Подальше підвищення вологості до 16,0–17,0 % негативно впливало на цей показник, оскільки він знижувався до 93,7–95,6 %. У всіх досліджуваних зразках збільшення тривалості відволожування за вологості зерна 15,0–15,5 % підвищувало показник коефіцієнта використання ендосперму.

Використання водотеплового оброблення істотно впливало на комплексний критерій ефективності борошномельного виробництва. Зволожування зерна та його відволожування сприяло підвищенню комплексного критерію на 22–40 % порівняно з 13 %-ю вологістю (40,8 %). Найбільше його значення було зафіксовано за найдовшої тривалості відволожування – 57,0–57,2 %. Найменшим він був за вологості зерна перед помелом 13,0–14,5 % – 40,8–46,8 %.

Використання водотеплового оброблення зумовлює покращення процесу добування борошна із зерна пшениці спельти. Це підвищує ефективність перероблення пшениці спельти за класичною технологією. За показниками ефективності борошномельного виробництва на підприємствах низької продуктивності оптимальним є зволожування зерна пшениці спельти до 15,0–15,5 % з наступним його відволожуванням упродовж 15–20 год. Доцільним є додаткове вивчення впливу параметрів здрібнювання та водотеплового оброблення розвинутого борошномельного процесу на зерно пшениці спельти.

6.3 Вихід і якість круп залежно від водотеплового оброблення зерна пшениці спельти

Удосконалення режимів зволожування та відволожування зерна пшениці дозволяє зменшити енерговитрати технологічного процесу на 40–50 % [63]. Основна технологічна і найенергоємніша операція під час виробництва крупи –

лущення [127]. Процеси лущення та шліфування істотно впливають на якість готового продукту, тому вимагають оптимізації [32].

Разом із стандартними видами крупи нині зростає попит на продукти, отримані з цілого зерна. Вони мають меншу калорійність, більший вміст вітамінів і мінеральних речовин [55]. Проникнення вологи у зернівці викликає глибокі фізико-хімічні зміни, часткове ущільнення її структури, внаслідок чого зерно стає пластичним і міцним, що призводить до зменшення подрібнення ядер під час шліфування [465].

Оскільки отримані дані виходу крупи розподілені неправильно, математичне оброблення проводили з використанням непараметричної статистики (тесту Mann-Whitney та визначення коефіцієнта кореляції Spearman). Статистично достовірно, що між режимом із проведенням ВТО зерна і без нього існувала різниця, тобто нульова гіпотеза була відхилена (рис. 6.13).

Досліджено, що вихід крупи з пшениці спельти № 1 залежала від тривалості лущення, зволоження і відволоження. Так, за 13 %-ї вологості вихід крупи зменшувався від 94,5 % у варіанті з найменшою тривалістю лущення до 79,0 % з найдовшим лущенням (додаток Е.11, Е.12). З підвищенням вологості зерна вихід крупи збільшувався. Найвищим він був за вологості 15,0–16,0 % з тривалістю відоложування 30–60 хв.

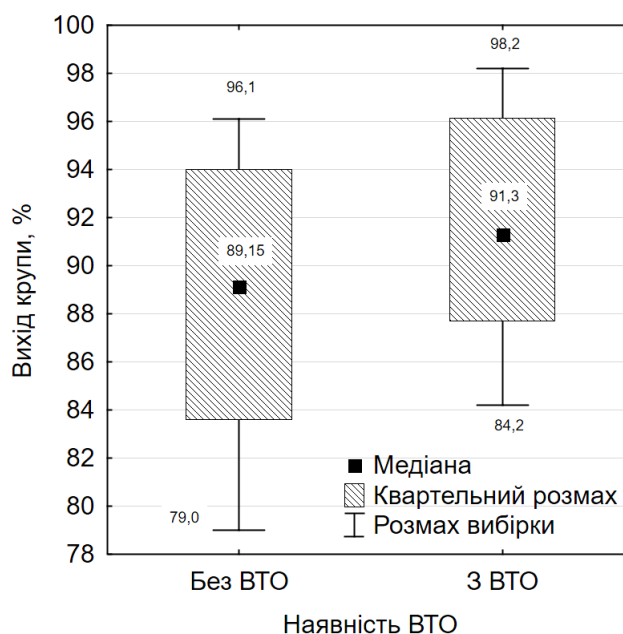


Рис. 6.13 Вихід крупи з пшениці спельти № 1 залежно від тривалості лущення та водотеплового оброблення, %

Найбільше на вихід крупи впливали тривалість луцення та зволоження зерна перед ним, оскільки коефіцієнти Spearman становили відповідно 0,94 і -0,95 (рис. 6.14)

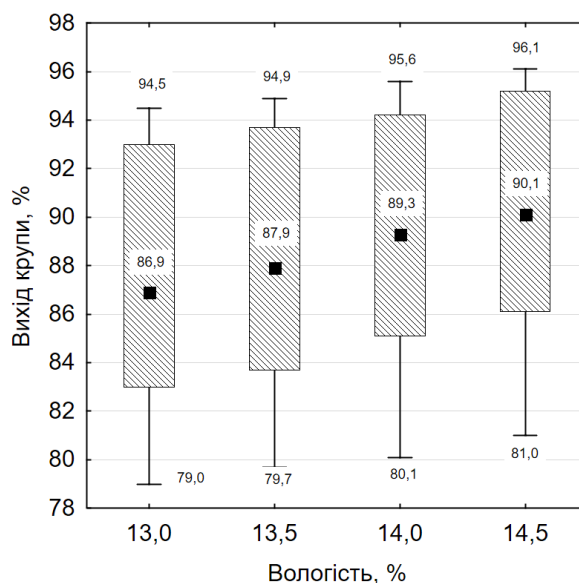


Рис. 6.14 Вихід крупи з пшениці спельти залежно від вологості зерна, %

Статистично підтверджено, що зволоження зерна до 15,0–16,0 %-ї вологості та відволоження впродовж 60–120 хв неістотне (рис. 6.17).

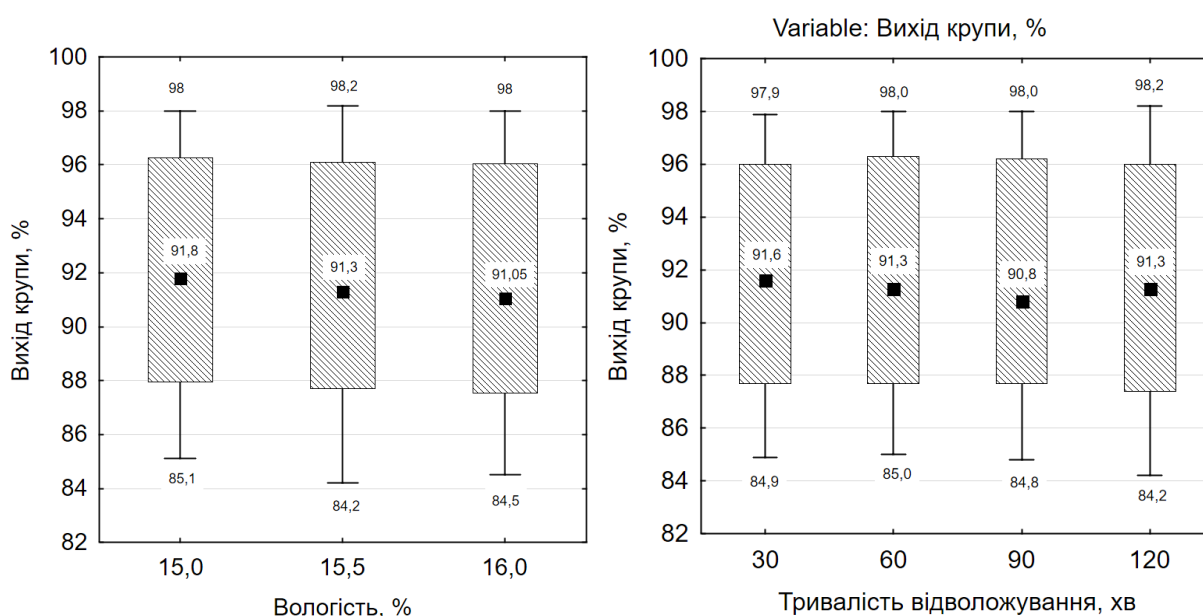


Рис. 6.15 Вихід крупи з пшениці спельти № 1 залежно від вологості та тривалості відволоження, %

Було проведено перевірку моделей на адекватність, відсутність автокореляції,

встановлені істотні коефіцієнти регресії та побудовано таку залежність між виходом крупи з пшениці спельти № 1 і елементами технології перероблення:

$$F=93,61117-0,28616 X_1+2,67873 X_2+0,01949 X_3-0,00009 X_1^2-0,14015 X_2^2+0,01381 X_1 X_2, \quad (6.15)$$

де F – вихід крупи, %;

X_1 – тривалість лушення, %;

X_2 – вологість зерна, %;

X_3 – тривалість відволожування, хв.

Доведено, що вихід мучки обернено пропорційний виходу крупи (додаток Е.13, Е.14). З підвищенням вологості зерна пшениці спельти її вміст зменшувався.

Споживчі властивості та попит формуються залежно від якості готового продукту і його органолептичного оцінювання. Крупу оцінюють за смаком, запахом, кольором, вологістю, вмістом різних домішок, у тому числі й металоманітних, вирівняністю за крупністю, вмістом і доброякісністю ядра та нелущених зерен. Для окремих видів крупи додатково визначають вміст золи, зародку та кислотність [429].

Крупа з пшениці спельти № 1 відповідала нормам регламентованих документів [230], що свідчить про її високу якість, тому доцільно було проводити органолептичне оцінювання каші.

Органолептична оцінка каші з пшениці спельти № 1 найкраща від тривалості лушення зерна (табл. 6.7). Сильно виражений запах мала крупа за тривалості лушення зерна 80–180 с – 9 бала. Смак каші крупи з пшениці спельти № 1, за тривалості лушення зерна 120–180 с, був сильно виражений, що зумовлено нижчим вмістом оболонки зерна в крупі. Менша тривалість лушення зерна (20–100 с) зумовлювала виражений смак каші. Колір каші від кремового забарвлення з коричневим відтінком за тривалості лушення зерна 20–40 с, темно-кремового (60–100 с) до світло-кремового з жовтим відтінком за тривалості лушення зерна 120–180 с. Консистенція каші з крупи пшениці спельти не залежала від тривалості лушення та була розсипчастою – 9 бала.

Кулінарне оцінювання каші з крупи пшениці спельти № 1 залежно від тривалості луцення, бал

Тривалість луцення, с	Показник					Загальна оцінка
	Запах	Смак	Колір	Консистенція	Консистенція під час розжовування	
20	7	7	5	9	3	6,2
40	7	7	5	9	3	6,2
60	7	7	7	9	5	7,0
80	9	7	7	9	5	7,4
100	9	7	7	9	5	7,4
120	9	9	9	9	7	8,6
140	9	9	9	9	7	8,6
160	9	9	9	9	9	9,0
180	9	9	9	9	9	9,0
<i>НІР₀₅</i>	—					0,4

Проте основним параметром якості каші є консистенція під час розжовування, оскільки визначає рівень апетиту організму людини. Показник консистенції каші під час розжовування крупи з пшениці спельти № 1 від 3 до 9 бала залежно від тривалості луцення. Добре розжовувалась, була дуже ніжною, без хрусту каша (9 бала) з крупи за тривалості луцення зерна 160–180 с. Добре розжовувану, досить ніжну, без хрусту кашу (7 бала) 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 бала).

Отже, для зерна пшениці спельти оптимальним є індекс луцення 10–12 %. Загальна оцінка каші з крупи пшениці спельти № 1 відповідає дуже високому рівню – 8,6 бала. Проте в дієтичному харчуванні можна використовувати крупу з індексом луцення 6–8 %, оскільки загальна оцінка крупи висока – 7,4 бала.

Відповідно до «Правил...» [230] технологією перероблення зерна пшениці передбачено виробництво круп шліфованих № 1 і 2 із пшениці м'якої та круп із пшениці м'якої подрібнених і шліфованих № 1, 2 і 3. Відповідно до цих назв, продукти, що

отримані під час перероблення зерна пшениці спельти рекомендовано називати «крупа з пшениці спельти № 1» та «крупки з пшениці спельти подрібнені № 1, 2 і 3» (табл. 6.8).

Таблиця 6.8

Класифікація крупи з пшениці спельти за крупністю

Номер крупи	Діаметр 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
Крупки з пшениці спельти подрібнені			
№ 1	3,2	2,8	70
№ 2	2,8	2,2	70
№ 3	2,2	0,63	70

Встановлено, що вихід крупи з пшениці спельти № 1 порівняно з крупами із пшениці м'якої шліфованої № 1 і 2 був вищий на 24,6 % (рис. 6.16).

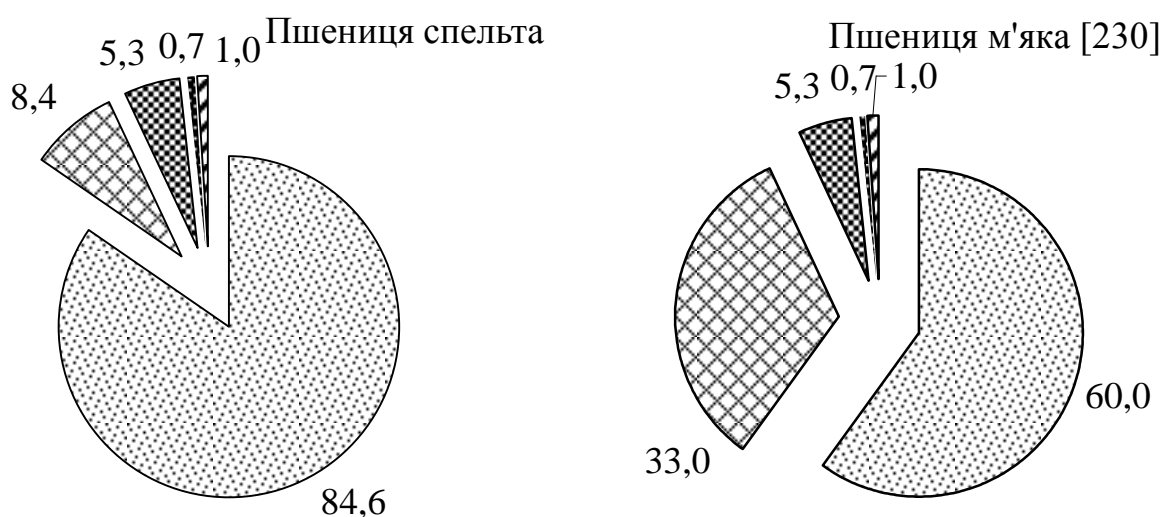


Рис. 6.16 Вихід крупи № 1, %:

- крупа № 1;
 – мучка кормова;
 – відходи I і II кат.;
 – механічні втрати;
 – усушка.

Загальний вихід крупи з пшениці спельти подрібнених № 1, 2 і 3 перевищував вихід таких із м'якої пшениці подрібнених і шліфованих на 14,1–19,3 % (рис. 6.17).

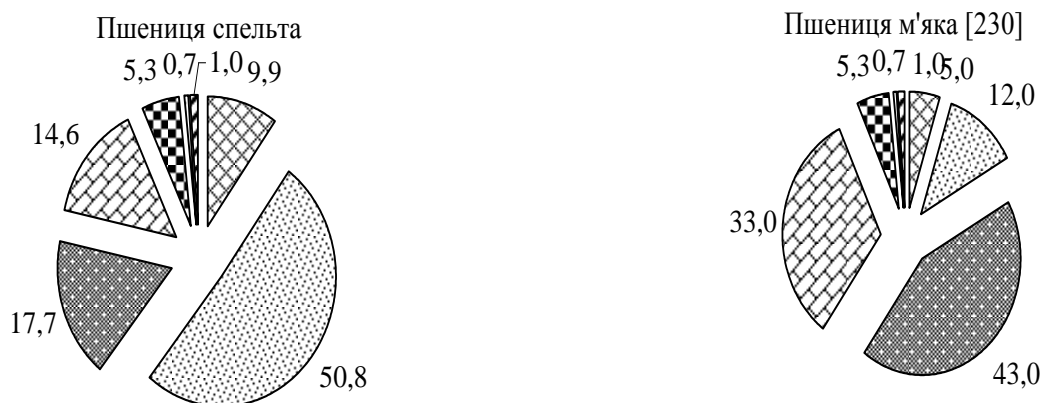


Рис. 6.17 Вихід крупи подрібнених № 1, 2 і 3, %

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

Тривалість варіння крупи з пшениці спельти подрібнених становила 18–25 хв залежно від номеру крупи (рис. 6.18). Найдовша тривалість варіння (25 хв) крупи подрібненої № 1, а найменша (18 хв) – № 3. Показники кольору, запаху, смаку та консистенція каші під час розжовування не відрізнялися, проте консистенція каші крупи № 3 була слабо розсипчастою (липкою) і відповідала 7 балам, тоді як крупи № 2 – розсипчаста (9 бала).

Отже, найкращу консистенцію каші під час розжовування і загальну органолептичну оцінку (7 і 8,6 бала) забезпечує зволоження зерна пшениці спельти до 15,0–15,5 % з відволоженням упродовж 30–60 хв за індексу лущення 11–12 %.

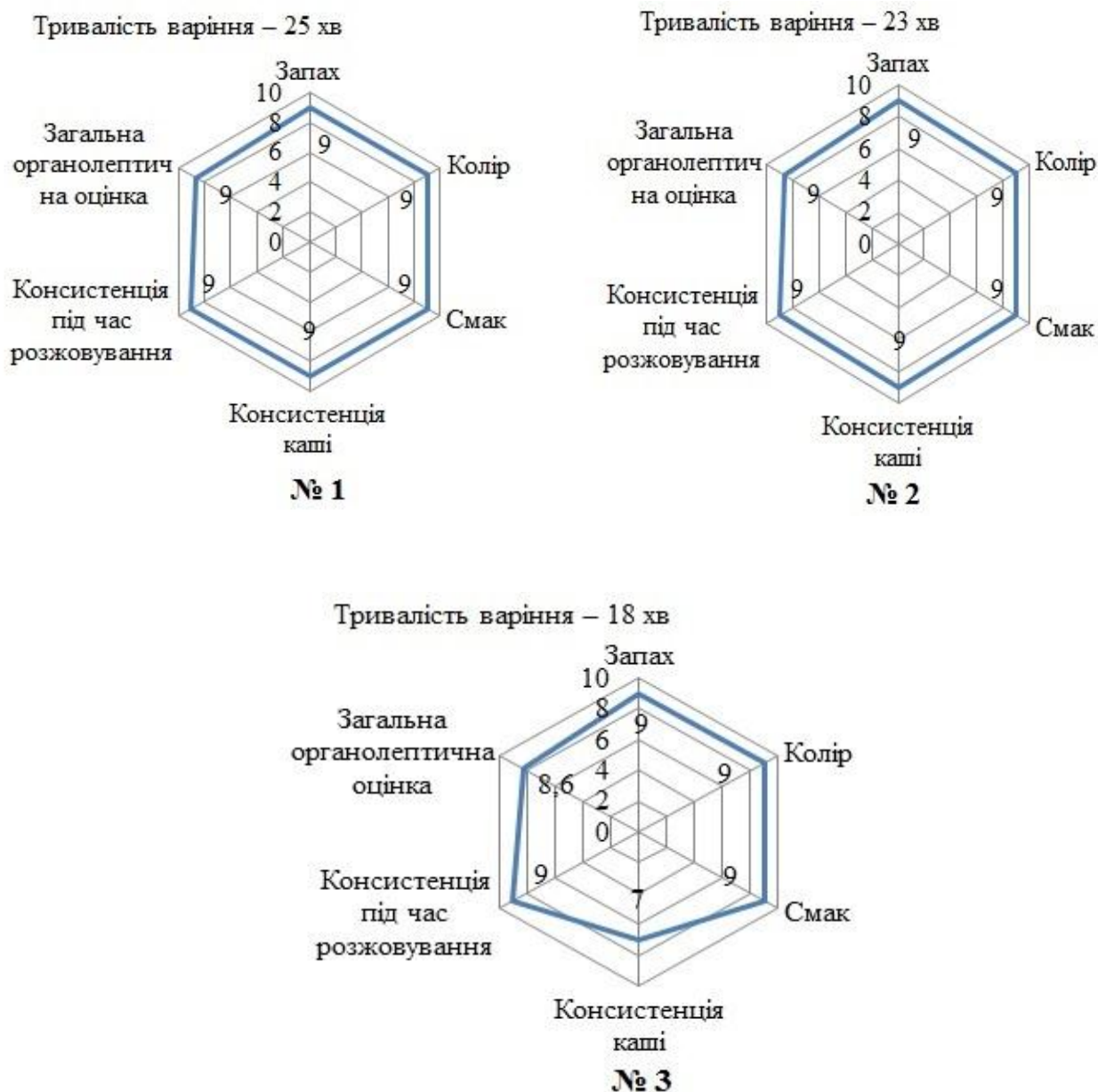


Рис. 6.18 Показники органолептичного оцінювання каші з крупи пшениці спельти подрібнених (2015 р.), бал

Крупи з пшениці спельти подрібнені № 1, 2 і 3 характеризуються високими показниками якості та можуть бути конкурентоспроможними в умовах сучасних ринкових відносин, оскільки мають меншу тривалість варіння (18–25 хв) порівняно з цілою крупою (42–60 хв). Крім цього крупу з пшениці спельти № 1 доцільно переробляти на крупу плющену, яка користується більшим попитом.

Отже, оптимальний індекс лушення зерна пшениці спельти сорту Зоря України становить 11–13 %, що забезпечує формування найвищої кулінарної

якості крупи. При цьому водотеплове оброблення зерна істотно впливає на вихід круп, але не змінює їх якості

6.4 Вплив пропарювання на вихід крупи плющеної із зерна пшениці спельти

Значному зменшенню тривалості приготування крупи сприяє її плющення. Під час плющення частково руйнується структура ядра, завдяки цьому збільшується їхня поверхня, проте і зменшується товщина, що полегшує поглинання води під час приготування каші [152, 413].

Технологічний процес отримання плющеної крупи 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 [167, 197, 321].

Режими пропарювання крупи встановлюють залежно від її виду та вихідної вологості. Використовуючи технічні можливості пропарювача безперервної дії можна регулювати його продуктивність у широкому діапазоні (0,5–2 т/год), а наявність надлишкового тиску пари дозволяє 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.

Встановлено [150], що найбільше впливає на вихід плющеної крупи вологість зерна перед водотепловим обробленням – зі збільшенням вологості зерна їхній вихід зростає. При цьому збільшення виходу плющеної крупи спостерігається за зменшеної тривалості відволоження та збільшення часу пропарювання. Це можна пояснити наявністю мінімально вільної вологи на поверхні ядер зерна після пропарювання перед плющенням, що покращує пластифікацію.

У результаті проведених досліджень встановлено, що вихід крупи плющеної за початкової вологості крупи № 1 14 % залежав від тривалості лушення, пропарювання та відволожування (рис. 6.19). Найбільший вихід крупи плющеної з пшениці спельти, незалежно від тривалості пропарювання, отримано за тривалості лушення зерна 20 с, що відповідало індексу лушення 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 %).

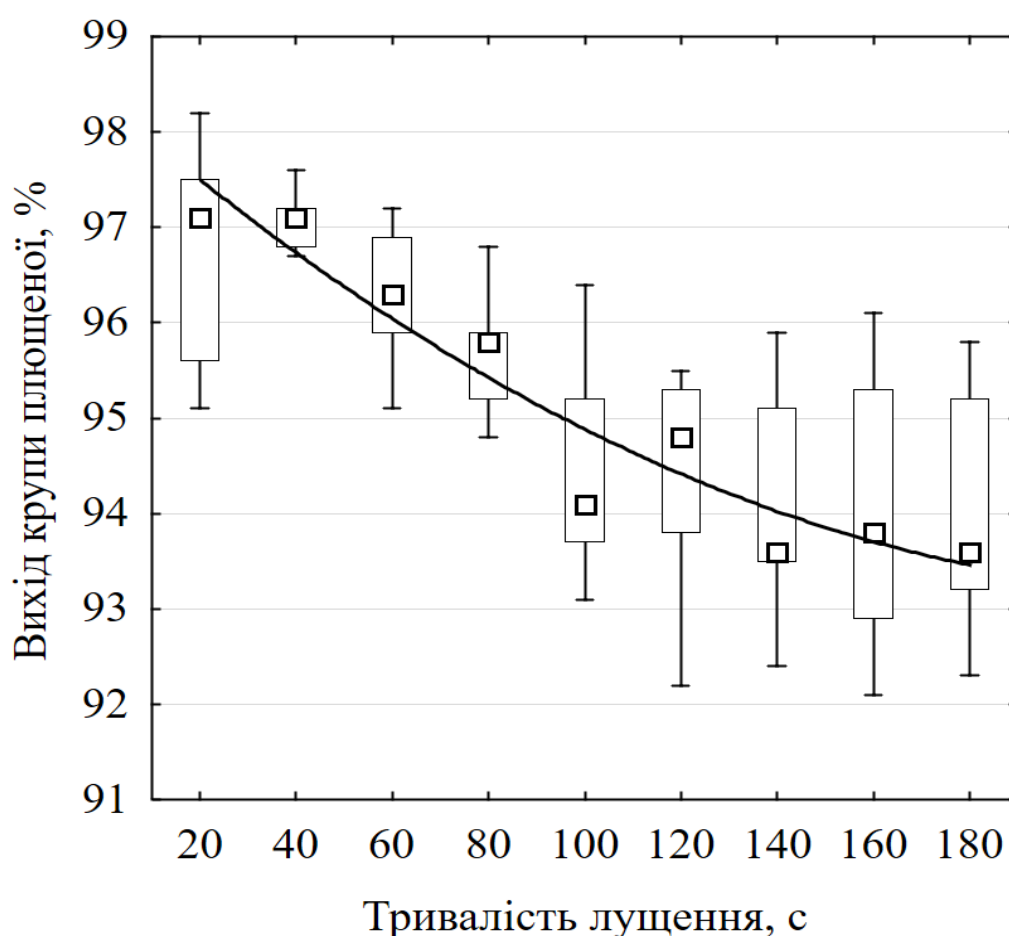


Рис. 6.19 Вихід крупи плющеної з пшениці спельти сорту Зоря України залежно від індексу лушення (2015 р.), %

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

Проте за тривалості лушення 100–160 с (індекс лушення 9–15 %) зростала роль пропарювання зерна. За тривалості лушення 120 с (індекс лушення 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 лушення (12,5–15,6 %).

Підвищення індексу лушення зерна 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, часточок крохмалю та білка, наявність яких може сприяти утворенню 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 (додаток Е.16). Так, найвищий вихід мучки кормової за пропарювання зерна впродовж 5 хв та тривалості лушення 160 с (індекс лушення 13,7 %) становив 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 упродовж 5 хв.

Важливим показником виробництва крупи плющеної [412] 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 залежала від тривалості лушення, пропарювання та відволожування (додаток Е.17). Найвища вологість

крупя 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 знаходилась у межах від 18,4 до 24,7 % залежно від режиму водотеплового оброблення. Це означає, що продукт додаткового сушіння не потребує, що зменшує 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 поживні властивості – смакові та харчові, зовнішній вигляд, підвищується стійкість під час зберігання [235].

Тривалість варіння каші з крупи плющеної з пшениці спельти істотно залежала від тривалості лушення (рис. 6.20).

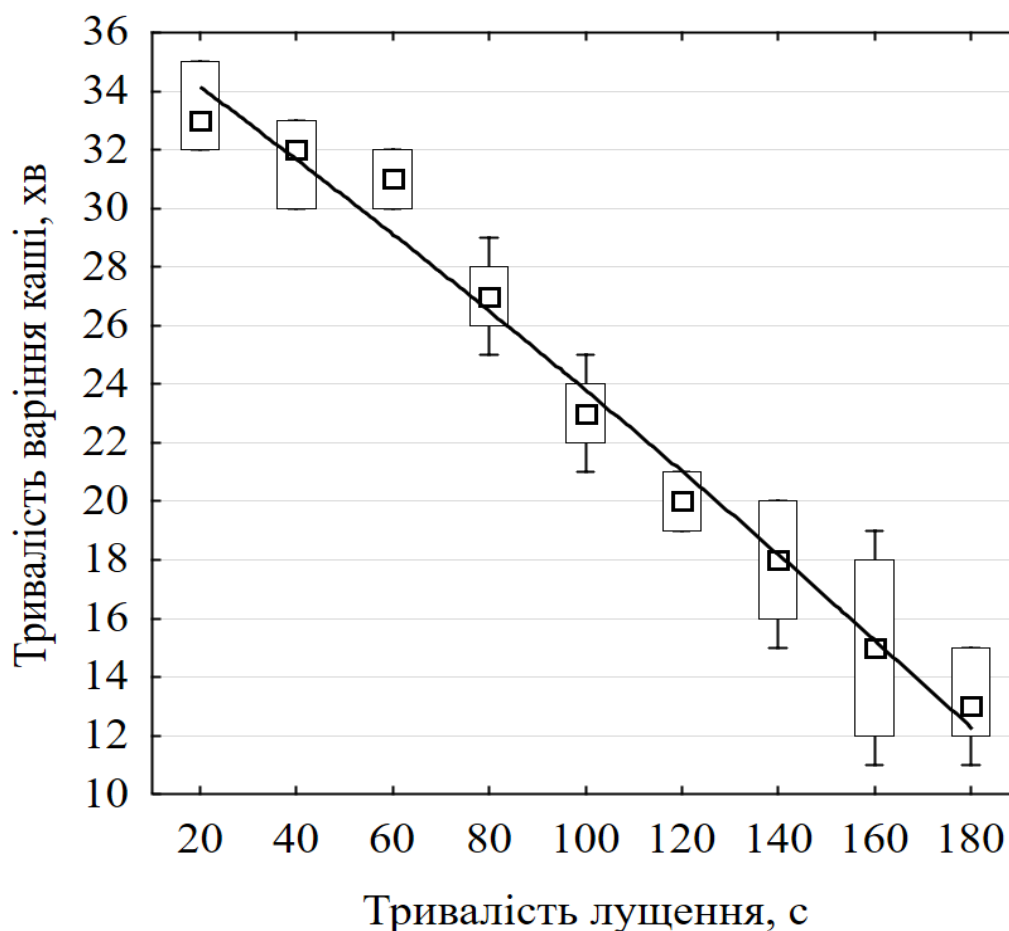


Рис. 6.20 Тривалість варіння каші з крупи плющеної з пшениці спельти сорту Зоря України (2015 р.), хв

Варіння каші відбувалось від 11 до 35 хв за різної тривалості лушення, проте не залежало від режиму відволожування й істотно не зменшувалось унаслідок збільшення тривалості пропарювання. Дослідженнями В. В. Новікова [362] встановлено, що оболонки гальмують процес передачі тепла, що знижує рівень денатурації білків і клейстеризації крохмальних зерен.

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

За встановленого оптимального індексу лушення зерна 11–13 %, що відповідає тривалості лушення 120–140 с, тривалість варіння каші з крупи плющеної з пшениці спельти становила 21 хв, що відповідає вимогам [230], де передбачено варіння крупи плющеної з зерна пшениці не більше 25 хв.

Коефіцієнт розварювання каші з крупи плющеної з пшениці спельти залежав від тривалості лушення зерна. Так, зі збільшенням тривалості лушення з 20 до 180 с (індекс лушення 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 Е.15), тому доцільно проводити органолептичне оцінювання.

На колір каші з крупи плющеної істотний вплив мала тривалість лушення, тоді як тривалість пропарювання та відволожування взагалі не змінювали на цей показник (додаток Е.18). За тривалості лушення зерна 20–40 с (індекс лушення 2,9–3,8 %) каша мала кремовий колір, що відповідав оцінці в 5 бала. Збільшення тривалості лушення зерна до 60–100 с (індекс лушення 4,7–9,1 %) зумовлювало появу темнішого кремового кольору каші з оцінкою в 7 бала, що пояснюється відмінністю забарвлення ендосперму й оболонок. Проте найвищу оцінку каші (9 бала) отримано за тривалості лушення зерна 120–180 с.

Консистенція каші від нерозсипчастої до слабо-розсипчастої залежала від тривалості лушення, що пояснюється відмінністю фізико-хімічних властивостей

оболонок і ендосперму зерна пшениці (додаток Е.19). Встановлено, що параметри водотеплового оброблення не впливали на цей показник. Так, незалежно від тривалості пропарювання та відволожування зерна, найгіршу консистенцію мала каша з тривалістю луцення зерна 20–40 с. Її консистенція була жорсткою з хрустом під час розжовування й утворювала грудки (3 бали).

Крупа плющена з пшениці спельти характеризувалась високою органолептичною оцінкою (рис. 6.21). Найнижчу загальну органолептичну оцінку мала крупа, отримана за тривалості луцення зерна 20–40 с (індекс луцення 2,9–3,8 %) – 6,6 бала. Зі збільшенням тривалості луцення зерна, органолептична оцінка крупи становила 7,4–9,0 бала.

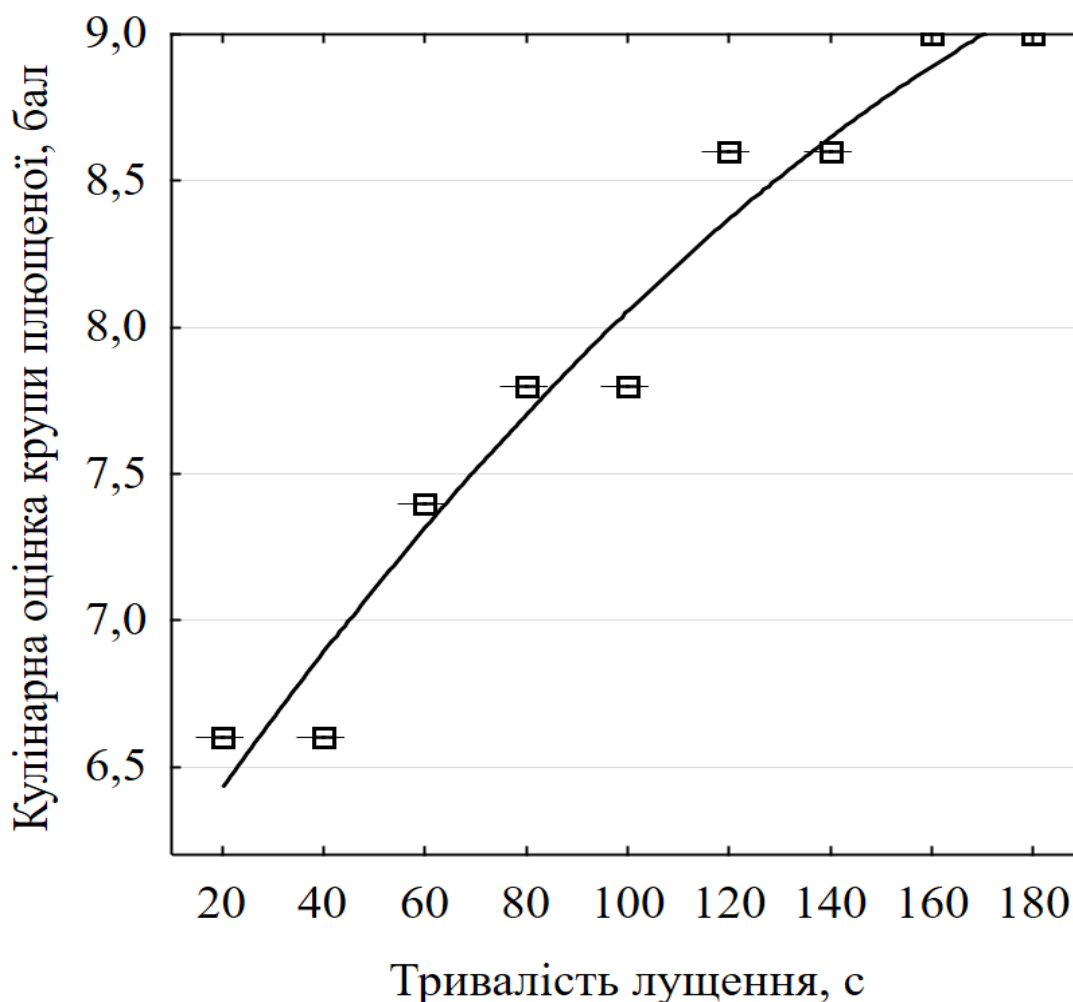


Рис. 6.21 Кулінарна оцінка крупи плющеної з пшениці спельти сорту Зоря України (2015 рр.), бал

Підвищення тривалості лушення до 100 с сприяло покращенню консистенції, проте каша була жорсткувата, утворювала невеликі грудки та мала слабкий хруст (5 бала). Досить ніжна, добре розжовувалась і без хрусту каша отримана за тривалості лушення 120–140 с (індекс лушення 10,9–12,5 %) – 7 бала. Максимального значення (9 бала) мали зразки каші з лушенням зерна впродовж 160–180 с, що відповідало індексу лушення 13,7–15,6 %.

Каша з крупи пшениці спельти характеризувалась сильно вираженим запахом, який не залежав від параметрів лушення та режимів водотеплового оброблення (додаток Е.20). Так, запах каші всіх досліджуваних зразків оцінювався в 9 бала.

Смак каші з крупи плющеної з пшениці спельти не залежав від режиму її водотеплового оброблення, проте залежав від тривалості лушення (додаток Е.21).

Отже, крупа з низьким індексом лушення (2,9–3,8 %) характеризувалась низькою загальною органолептичною оцінкою (6 бала). 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 бала) за тривалості лушення 160–180 с, що відповідає індексу лушення 13,7–15,6 % і не залежала від режимів водотеплового оброблення.

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. 6.9.

Таблиця 6.9

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	λ	20	5	5

У загальному вигляді функції представляли так:

$$F = f(X_1, X_2, X_3), \quad (6.16)$$

$$M = f(X_1, X_2, X_3), \quad (6.17)$$

$$W = f(X_1, X_2, X_3), \quad (6.18)$$

$$O = f(X_1, X_2, X_3), \quad (6.19)$$

$$TB = f(X_1, X_2, X_3), \quad (6.20)$$

де F – вихід крупи, %;

M – вихід мучки кормової, %;

W – вологість крупи перед плющенням, %;

O – загальна органолептична оцінка, бал;

TB – тривалість варіння, хв;

X_1 – тривалість лушення, %;

X_2 – тривалість пропарювання, хв;

X_3 – тривалість відволожування, хв.

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

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

$$F = 97,28111 - 0,06709X_1 + 0,00008X_1^2 - 0,01193X_2^2 + 0,00263 X_1X_2; \quad (6.21)$$

$$M = 2,718889 + 0,067086 X_1 - 0,000075X_1^2 + 0,011933X_2^2 - 0,002629X_2X_3; \quad (6.22)$$

$$W = 14,10556 - 0,17409 X_2 + 0,23585X_3 + 0,000012X_1^2 + 0,03027X_2^2 + 0,00043X_1X_2 - 0,00550X_2X_3; \quad (6.23)$$

$$TB = 36,78081 - 0,06492 X_1 + 0,00024 X_1^2; \quad (6.24)$$

$$O = 6,098182 + 0,022303 X_1 - 0,000030 X_1^2. \quad (6.25)$$

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. 6.10). Проте, таке зниження неістотне і вказує на високу харчову цінність і засвоюваність отриманого продукту.

Біохімічний склад зерна пшениці спельти та крупи плющеної з пшениці спельти (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

Отже, збільшення тривалості пропарювання та відволожування підвищує вихід готового продукту та знижує тривалість його варіння. Тому на основі економічних розрахунків під час виробництва крупи плющеної з пшениці спельти рекомендовано використовувати крупу з пшениці спельти № 1, проводити її пропарювання впродовж 10 хв і відволожувати 5–10 хв з тривалістю луцення 120–140 с, що відповідає індексу луцення 11–13 %.

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

6.5 Удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із пшениці спельти

На основі експериментальних і виробничих досліджень розроблено технологічні схему виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти (рис. 6.22). Відповідно до неї зерно зважують 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 магнітному

сепараторі У1–БМЗ (4) проводять вилучення металоманітних домішок, а потім очищують у повітряно-ситовому сепараторі ЗСМ–5 (7), де зерно очищується на двох рядах штампованих 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 відокремлення легких домішок. У разі перероблення плівкового зерна пшениці спельти після магнітного сепаратора У1–БМЗ за допомогою перекидного клапана (6) його подають в лушильну машину КМРЛ 1000 (5) для видалення плівок.

Після повітряно-ситового сепаратора зерно направляють на трієр ЗТО–5М (8), 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 (9), де відходять важковідокремлювальні домішки і плівки. Очищене зерно від плівок через магнітний захист спрямовують у бункер, а звідти на переробку.

Перероблення зерна пшениці спельти зазвичай проводять на підприємствах малої продуктивності, тому ефективним є виробництво кількох видів круп'яних продуктів.

Після очищення зерно пшениці спельти зволожують (10), відволожують у бункері (11) (див. рис. 6.22). Після цього, для ведення контролю виробництва, зерно перед етапом основного очищення зважують на автоматичних вагах.

Для досягнення індексу лушення зерна пшениці спельти – 11–13 %, зерношліфувальні машини А1–ЗШН замінюють на машини типу «Каскад» (12), що характеризуються вищою ефективністю роботи і здатні за один прохід забезпечувати необхідний індекс лушення.

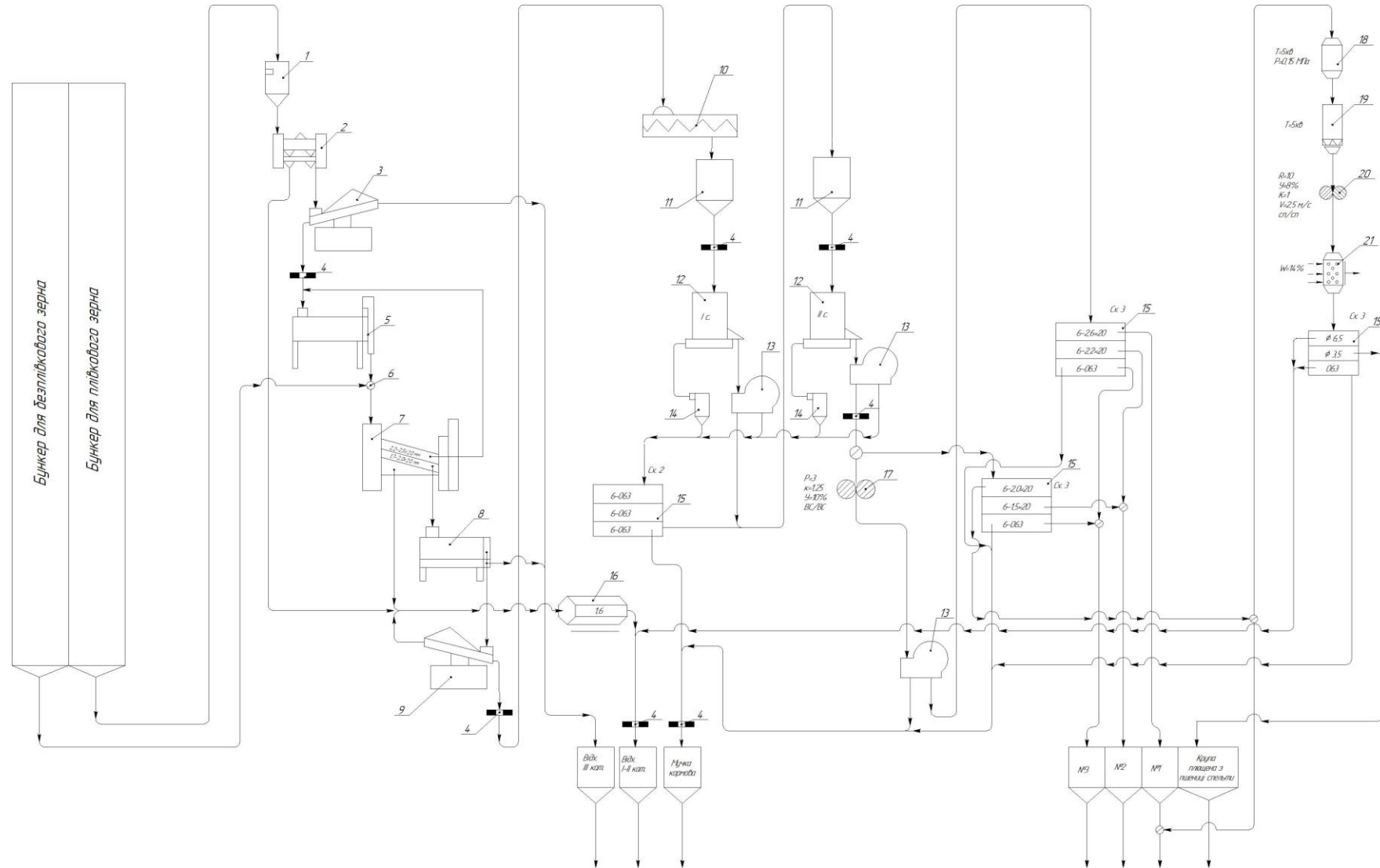


Рис. 6.22 Технологічна схема виробництва круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти

Після кожної системи проводять сепарування отриманого продукту повітряним сепаратором (13) із циклоном-розвантажувачем (14). Перед аспіраційною мережею та машинами ударно-стиральної дії встановлюють магнітну колонку.

Після другої системи круп'яний продукт, за необхідності, сепарують на розсійнику (15) для отримання крупи № 1 і подрібнюють на вальцьовому верстаті (17) та спрямовують на розсійник, 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. Для виробництва крупи плющеної з пшениці спельти використовують крупу з пшениці спельти № 1 без додаткового сортування. Крупу зважують, пропарюють у пропарювачі безперервної дії (18) за тиску насиченої пари 0,15 МПа впродовж 5 хв та відволожують у термоізолюваному бункері (19) упродовж 5 хв. Вологість крупи після водотеплового оброблення – 20 % і не потребує додаткового підсушування. Після темперування, зерно плющать на плющильному верстаті (20) за диференціалу 1 : 1. Крупу плющену сушать до вологості 14 % у сушарці (21). Крупу плющену з пшениці спельти отримують проходом сита Ø 6,5 мм і сходом сита Ø 3,5 мм на розсійнику. Перед аспіраційною мережею встановлюють магнітний сепаратор.

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 крупи з пшениці спельти № 1, круп подрібненої № 1, 2 і 3 та крупи плющеної з пшениці спельти (додаток 3.1, 3.2).

Висновки до розділу

1. Вихід крупи з пшениці м'якої № 1 та ефективність водотеплового оброблення залежить від типу твердості зерна. Цей показник для твердозерного зерна найбільше – від 84,1–97,2 % за 13%-ї вологості до 86,8–97,8 % за 15%-ї вологості залежно від тривалості лушення. Зерно м'якозерного типу не потребує водотеплового оброблення. Вихід крупи з пшениці м'якої № 1 м'якозерного типу становить відповідно 77,9–95,2 і 78,6–96,1 %. Економічно ефективно проводити зволоження зерна до 15,0–15,5 % незалежно від його типу твердості.

2. Індекс лушення зерна залежить від вмісту оболонки. Для зерна сорту Емеріно (твердозерний тип) індекс лушення становить 8–10 %, а для сорту Ужинок (м'якозерний тип) – 13–15 %, що забезпечує дуже високу кулінарну оцінку крупи – 8,2–9,0 бала. Проте тривалість варіння крупи з м'якозерного типу зерна пшениці найменша (48–51 хв) порівняно з крупою з твердозерного типу зерна (61–65 хв).

3. Встановлено, що для виробництва плющеної крупи найефективніше використовувати зерно м'якозерного типу пшениці м'якої, оскільки за пропарювання впродовж 15 хв і відволоження 5–10 хв вихід крупи найвищий – 98,2–98,5 %. Застосування цього режиму пропарювання забезпечує на 30 % більший чистий прибуток порівняно з переробленням твердозерного типу зерна.

4. На вихід борошна із зерна пшениці спельти впливає його зволоження. Тривалість відволоження має менший вплив, проте істотно змінює вихід борошна. Оптимальним режимом виробництва борошна на млинах низької продуктивності за односортного помелу є зволоження зерна до вологості 15,0–15,5 % з відволоженням упродовж 15–20 год. Застосування такого режиму водотеплового оброблення забезпечує вихід борошна 85,0–86,0 %

5. Вихід крупи з пшениці спельти № 1 залежить від тривалості лушення, зволоження та відволоження. Оптимальним водотепловим обробленням є зволоження зерна до вологості 15,0–15,5 % з відволоженням упродовж 30–60 хв. Вихід крупи з пшениці спельти № 1 від 93,4 до 97,1 % за лушення впродовж 20 с і від 79,0 до 85,5 % за найдовшого лушення зерна (160–180 с).

Вихід крупи збільшується завдяки зменшенню виходу мучки кормової.

6. Найвагоміший вплив на кулінарну оцінку крупи з пшениці спельти № 1 має тривалість лушення. Найкращі кулінарні властивості крупи забезпечує лушення зерна пшениці спельти впродовж 120–140 с або індекс лушення 10–13 %. При цьому каша має сильно виражений запах і смак, світло кремовий колір і досить ніжну без хрусту консистенцію. Проте тривалість варіння крупи з пшениці спельти № 1 становить 42–60 хв залежно від тривалості лушення.

7. На основі проведених досліджень та сучасних технологій переробки зерна в крупу розроблено технологічну схему виробництва крупи цілої і крупи з пшениці спельти подрібнених № 1, 2 і 3. Вихід крупи з пшениці спельти № 1 вищий на 24,6 %, круп подрібненої – на 14,1–19,3 % порівняно з існуючою технологією виробництва крупи із пшениці м'якої подрібненої і шліфованої, а крупа має дуже високу загальну кулінарну оцінку (8,6–9,0 бала) і низьку тривалість варіння 18–25 хв.

8. Вихід крупи плющеної більше залежить від тривалості лушення зерна пшениці спельти, ніж від режимів пропарювання. Проте це не впливає на кулінарну якість каші. За тривалості лушення 120–140 с (індекс лушення 11–13 %) економічно доцільно проводити пропарювання впродовж 10 хв з тривалістю відволожування 5–10 хв, що забезпечує вихід готового продукту 94,5–95,5 %. Тривалість варіння крупи плющеної зменшується до 17–18 хв.

9. Розроблено технологічну схему виробництва крупи плющеної з крупи пшениці спельти № 1, що забезпечує зменшення тривалості варіння каші на 4 хв і скорочення схеми виробництва з меншими енергосиловими витратами порівняно з технологією виробництва швидкорозварюваних пшеничних круп.

10. Отримані математичні моделі виробництва зернопродуктів із зерна пшениць повнофакторного експерименту є адекватними, відтворюваними, статистично надійними з відхиленою гіпотезою про наявність автокореляції та можуть бути використані для отримання проміжних значень змінних.

Результати досліджень розділу 6 були апробовані на шести конференціях

[288, 305, 306, 314, 377, 654] та представлені в п'ятьох наукових статтях [88, 304, 376, 382, 684], підручнику [373] і чотирьох патентах [472, 473, 474, 484].

1. Осокіна Н., Любич В., Возіян В. Вихід і якість крупи із зерна пшениці спельти залежно від індексу лушення // *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. Nitra. 2016. № 1. С. 341–345.
2. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід і якість крупи плющеної з пшениці спельти залежно від елементів технології переробки // *Зб. наук. пр. УНУС. Умань*. 2017. Вип. 90. С. 91–98.
3. 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.
4. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Л.Л. Новак, Л.Д. Руденко, Возіян В. В. Якість крупи із зерна спельти та її зв'язок з умістом білка // *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпропетровськ*. 2015. №4 (38). С. 11–15.
5. Любич В. В., Полянецька І. О. Якість цілої крупи із зерна спельти залежно від індексу лушіння та водно-теплової обробки. *Вісник Уманського НУС. Умань*. № 2. 2015. С. 34–39.
6. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вихід борошна із зерна спельти залежно від його зволоження та відволоження // *Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації: Міжнар. наук.-практ. конф. присвячена 100-річчю від дня народження Лесика Б. В.*. Київ. 2015. С. 38–39.
7. Liubych V. V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on cereal yield and its quality // *Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Межд. науч.-практ. интернет-конференции*. Соленое Займище. 2016. С. 2462–2470.
8. Любич В., Полянецька І., Новіков В., Воробйова Н., Возіян В., Довгун Р. Розробка технології відокремлення зерна пшениці спельти від плівок // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ ст.: матеріали 83 Міжн. наук. конф. молодих учених, аспірантів і*

студентів. Київ. 2017. С. 174.

9. 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. 2015. С. 7–18.
10. Любич В. В., Возіян В. В. Влияние степени шелушения зерна спельты на выход крупы и ее качество // Развитие биотехнологических и постгеномных технологий для оценки качества с.-х. сырья и создания продуктов здорового питания: 18 Межд. научн.-практ. конф., посвященная памяти В. М. Горбатова. Москва. 2015. С. 306–309.
11. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив вологості та тривалості відволоження на вихід цілої крупи із зерна спельти // Актуальні проблеми садівництва в сучасній аграрній науці: матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених. Умань. 2016. С. 150–151.
12. Технологія зберігання зерна з основами захисту від шкідників: Навч. посіб. / Осокіна Н. М., Мостов'як І. І., Герасимчук О. П., Любич В. В., Костецька К. В., Матвієнко Н. П. Київ: ННЦ «ІАЕ». 2016. 181 с.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Спосіб виробництва крупи з пшениці спельти № 1 і подрібнених із пшениці спельти № 1, 2, 3: пат. 118059 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОПРОДУКТІВ ІЗ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ

7.1 Техніко-економічні показники виробництва зернопродуктів

7.1.1 Економічна ефективність виробництва круп. Сучасний розвиток ринкової системи господарювання в Україні та адаптування його до вимог європейського і світового простору визначають доцільність переходу до інноваційної моделі збалансованого розвитку зернопродуктового комплексу [215]. Ефективна робота підприємств забезпечує соціальну стабільність у країні, оскільки зерно є універсальною та найпоширенішою сировиною, а зернопродукти історично займають велику частку в структурі споживання населенням [216].

Оскільки зерно пшениці спельти на ринку України відносно нове, а продукти його перероблення маловідомі, застосування крупоцехів і борошномельних комплексів малої продуктивності є економічно обґрунтованим.

Добова потужність зернопереробних підприємств становила 24 т/добу з коефіцієнтом її використання 0,8. Тому фактичний добовий обсяг виробництва становив 19,2 т, а річний обсяг перероблення зерна – 5856 т. Персонал підприємств також був сталим для всіх підприємств (додаток Ж.1). При цьому адміністративно-управлінський персонал може включати 9 осіб і працювати у дві зміни, на кожній зміні три основних працівники (додаток Ж.2). Норми виходу круп'яних продуктів за розроблених технологій виробництва представлені в додатках Ж.3 і Ж.8. За умови виробництва крупи з пшениці спельти № 1 вартість річного обсягу виробництва становить 102,81 млн грн (додаток Ж.4). Вартість зерна пшениці спельти – 9200 грн/т, загальна вартість переробленого зерна – 53,88 млн грн (9200×5856).

Розрахунки показали, що для будівництва круп'яного заводу з виробництва крупи з пшениці спельти необхідно витратити 73181,4 тис. грн (табл. 7.1). Проте прибуток від реалізації крупи з пшениці спельти становить 29629,5 тис. грн, а від реалізації крупи з пшениці м'якої №1 – 6334,0, чистий прибуток відповідно 23703,6 і 5067,2 тис. грн (див. табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Зведені витрати на виробництво крупи з пшениці спельти

Показник	Сума, тис. грн	До загальної вартості, %
Матеріальні витрати, всього	61195,3	83,6
в т. ч. сировина та основні матеріали	53875,2	—
допоміжні матеріали	3,7	—
транспортно-заготівельні витрати	5387,9	—
енергетичні витрати	1928,4	—
Витрати на оплату праці	919,8	1,3
Відрахування на соціальні заходи	341,1	0,5
Амортизація	1179,9	1,6
Інші операційні витрати	9545,4	13,0
Всього	73181,4	100

Рівень рентабельності виробництва крупи з пшениці спельти №1 становить 40,5 %, а з пшениці м'якої – 22,1 % (табл. 7.2). Термін окупності капітальних вкладень для крупи з пшениці спельти № 1 – 3,0 місяців, тоді як для крупи з пшениці м'якої №1 – 11,4 місяців, що обґрунтовується меншими втратами на обладнання та вищим виходом крупи з пшениці спельти.

Таблиця 7.2

Техніко-економічні показники ефективності будівництва підприємства з виробництва крупи №1

Показник	Крупа з	
	пшениці спельти №1	пшениці м'якої №1
Прибуток від реалізації сировини, тис. грн/рік	29629,5	6334,0
Рівень рентабельності продукції, %	40,5	22,1
Витрати на 1 грн товарної продукції, кг	0,7	0,8
Рівень продуктивності праці, т/працівника	6854,1	2337,9
Фондовіддача, т/грн	17,8	6,1
Чистий прибуток, тис. грн/рік	23703,6	5067,2
Термін окупності, місяців	3,0	11,4

Виробництво подрібненої крупи з пшениці є ефективнішим порівняно з цілою крупою (табл. 7.3). Так, рівень рентабельності виробництва їх становить

47,6 %, а термін окупності будівництва – 2,5 місяців, що зумовлено високою вартістю круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти.

Таблиця 7.3

Техніко-економічні показники ефективності будівництва підприємства з виробництва подрібнених круп

Показник	Крупа подрібнена з	
	пшениці спельти	пшениці м'якої
Прибуток від реалізації сировини, тис. грн/рік	34813,2	8073,3
Рівень рентабельності продукції, %	47,6	26,7
Витрати на 1 грн товарної продукції, кг	0,7	0,8
Рівень продуктивності праці, т/працівника	7199,6	2552,6
Фондовіддача, т/грн	18,7	6,6
Чистий прибуток, тис. грн/рік	27850,5	6458,6
Термін окупності, місяців	2,5	9,3

Вартість крупи з пшениці спельти № 1, яку використовували для отримання крупи плющеної, прийняли за 20000 грн/т, загальна вартість переробленого зерна становить: $20000 \times 5856 = 117120$ тис. грн (табл. 7.4).

Таблиця 7.4

Зведені витрати на виробництво крупи плющеної з пшениці спельти

Показник	Сума, тис. грн	До загальної вартості, %
Матеріальні витрати, всього	145613,4	85,3
в т. ч. сировина та основні матеріали	117120	–
допоміжні матеріали	3,7	–
транспортно-заготівельні витрати	11712,4	–
енергетичні витрати	16777,3	–
Витрати на оплату праці	919,8	0,5
Відрахування на соціальні заходи	341,1	0,2
Амортизація	1594,8	0,9
Інші операційні витрати	22270,4	13,1
Всього	170739,4	100

Розрахунки виходу продукції у натуральному та грошову виразі наведено в додатках Ж.10 і Ж.11.

Загальна сума витрат для виробництва крупи плющеної з пшениці спельти становить 170739,4 тис. грн, при цьому найбільші витрати на сировину для переробки – 117120 тис. грн. Тому рівень рентабельності становив би 8,3 %, з терміном окупності 7,5 місяців (табл. 7.5, додатки Ж.12–Ж.14).

Таблиця 7.5

Техніко-економічні показники ефективності будівництва підприємства з виробництва крупи плющеної

Показник	Крупа плющена з	
	пшениці спельти	пшениці м'якої
Прибуток від реалізації сировини, тис. грн/рік	14187,3	51226,5
Рівень рентабельності продукції, %	8,3	38,3
Витрати на 1 грн товарної продукції, кг	0,9	0,7
Рівень продуктивності праці, т/працівника	12328,5	12328,5
Фондовіддача, т/грн	23,3	23,3
Чистий прибуток, тис. грн/рік	11349,8	40981,2
Термін окупності, місяців	7,5	2,4

Вартість сировини пшениці м'якої нижча (10000 грн), тому ефективність виробництва крупи плющеної вища, оскільки рівень рентабельності становив 38,3 %, а термін окупності – 2,4 місяців.

7.1.2 Техніко-економічні показники виробництва борошна.

Обраховано, що при переробленні зерна пшениці спельти на борошно річна вартість отриманих продуктів становить 92480,3 тис. грн (дodatки Ж.15, Ж.16). Загальна вартість переробленого зерна становить 53,88 млн грн (9200 × 5856). Розрахунок вартості допоміжних матеріалів, енерговитрат і амортизаційні відрахування наведено в додатках Ж.17–Ж.19.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що загальні витрати на виробництво борошна із зерна пшениці спельти становили б 75559,3 тис. грн з основною часткою на матеріальні витрати – 81,3 % (табл. 7.6). Інші витрати

становили 0,7–13,0 % від загальної вартості.

Таблиця 7.6

Зведені витрати на виробництво борошна з пшениці спельти

Показник	Сума, тис. грн	До загальної вартості, %
Матеріальні витрати, всього	61415,9	81,3
в т. ч. сировина та основні матеріали	53875,2	–
допоміжні матеріали	3,6	–
транспортно-заготівельні витрати	5387,9	–
енергетичні витрати	2149,2	–
Витрати на оплату праці	1505,0	2,0
Відрахування на соціальні заходи	558,1	0,7
Амортизація	2224,8	3,0
Інші операційні витрати	9855,6	13,0
Всього	75559,3	100

Основні техніко-економічні показники виробництва борошна із зерна пшениці спельти наведено в табл. 7.7.

Прибуток від реалізації борошна зі спельти становив би 16921,0 тис. грн, плановий чистий прибуток – 13536,8 тис. грн, рівень рентабельності – 22,4 %, а термін окупності будівництва – 8,5 місяців.

Таблиця 7.7

Техніко-економічні показники ефективності будівництва підприємства з виробництва борошна

Показник	Борошно з	
	пшениці спельти	пшениці м'якої
Прибуток від реалізації сировини, тис. грн/рік	16921,0	14272,9
Рівень рентабельності продукції, %	22,4	43,8
Витрати на 1 грн товарної продукції, кг	0,8	0,7
Рівень продуктивності праці, т/працівника	4203,7	2130,3
Фондовіддача, т/грн	8,5	4,3
Чистий прибуток, тис. грн/рік	13536,8	11418,4
Термін окупності, місяців	8,5	9,8

Перероблення зерна пшениці м'якої було ефективнішим завдяки меншій

вартості сировини для виробництва борошна.

Отже, зерно пшениці спельти економічно ефективніше використовувати для виробництва круп'яних продуктів, оскільки для круп цілої та подрібнених термін окупності капіталовкладень з щорічним прибутком 27,85 млн грн, складає 2,5–3,0 місяців за рівня рентабельності – 40,5–47,6 %, для крупи плющеної з пшениці спельти – 11,35 млн грн з терміном окупності 7,5 місяців за рівня рентабельності 8,3 % та для борошна з пшениці спельти – 13,54 млн грн з терміном окупності 8,5 місяців за рівня рентабельності – 22,4 %.

Висновки до розділу

Проведені економічні розрахунки підтверджують доцільність впровадження розроблених технологій виробництва круп із пшениці спельти № 1 і подрібнених № 1, 2, 3, оскільки термін окупності капіталовкладень з щорічним прибутком 27,85 млн грн, складає 2,5–3 місяців за рівня рентабельності – 40,5–47,6 %, для крупи плющеної з пшениці спельти – 11,35 млн грн з терміном окупності 7,5 місяців за рівня рентабельності 8,3 % та для борошна з пшениці спельти – 13,54 млн грн з терміном окупності 8,5 місяців за рівня рентабельності – 22,4 %.

Результати досліджень розділу 7 були апробовані на двох конференціях [102, 285] і висвітлено в статті [82].

1. Господаренко Г. М., Любич В. В., Новіков В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив типу зерна пшениці на техніко-економічні показники круп'яного виробництва та кулінарну оцінку готового продукту // Вісник Уманського НУС. Умань. 2017. №1. С.38–44.
2. Любич В. В. Экономическая эффективность переработки зерна пшеницы спельты // Инновационное развитие АПК: социально-экономические проблемы и пути решения: материалы Межд. науч.-прак. конф.

Новосибирск. 2017. С. 165–166.

3. Господаренко Г. Н., Любич В. В., Кисельова М. І., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В. Техніко-економічні показники круп'яного виробництва залежно від типу зерна пшениці озимої // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2017. С. 76–77.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано й по новому вирішено проблему формування якості зерна різних видів пшениць (м'яка, спельта, щільноколоса, ефіопська) і продуктів його перероблення, яке здійснено за комплексом встановлених нами хіміко-технологічних показників залежно від абіотичних і біотичних чинників, особливостей сорту, удобрення, кореляційних залежностей між властивостями зерна і параметрами його перероблення. На основі цього розроблено моделі сорту та рекомендації з визначення придатності зерна різних видів, сортів і ліній для перероблення, запропоновано технологічні схеми отримання зернопродуктів із високими натуральними та споживними властивостями.

1. На основі проведеного огляду наукової літератури встановлено, що процес формування технологічних властивостей зерна сортів пшениці м'якої та спельти, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., залежно від абіотичних і біотичних чинників вивчений недостатньо. Відсутні раціональні напрями перероблення зерна малопоширених видів пшениць (спельта, щільноколоса, ефіопська). Крім цього, вітчизняні технології виробництва круп'яних продуктів характеризуються низьким виходом готового продукту, високими енерговитратами, недостатнім асортиментом готової продукції, недостатньо вивчено вплив водотеплового оброблення на вихід і якість круп із зерна пшениці м'якої різних типів і борошна зі спельти.

2. За результатами досліджень теоретично обґрунтовано особливості формування якості зерна сортів і ліній різних видів пшениць залежно від абіотично-біотичних чинників. Урожайність пшениці м'якої досліджених сортів становить 5,03–12,45 т/га, маса 1000 зерен – 38,1–51,8 г, натура зерна – 700–809 г/л, вміст білка – 10,9–18,6 %, вміст клейковини – 22,6–40,6 %. Вміст амінокислот у зерні, амінокислотний та інтегральний скор сортів і ліній пшениці м'якої також залежать від їх селекційно-генетичного походження. Найбільш збалансований вміст амінокислот має зерно пшениці м'якої сорту Кулундинка, в решти сортів одна або

більше (4–5) амінокислот лімітовані. Найвища антиоксидантна активність зерна пшениці м'якої сорту Чорноброва з фіолетовим забарвленням зернівок – 70,2 %, у решти сортів низька – 22,9–31,5 %.

Урожайність ліній пшениці м'якої, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., у середньому за п'ять років становить 9,46–10,69 т/га, маса 1000 зерен – 41,8–54,4 г, натура зерна – 621–785 г/л, вміст білка – 16,9–21,0 %, що на 23–58 % вище від стандарту, зі збалансованим амінокислотним складом та антиоксидантною активністю 28,0–31,1 %. Пшениця м'яка інтрогресивних ліній за врожайності 6,68–8,92 т/га формує натуру зерна 772–774 г/л, масу 1000 зерен – 43,2–45,2 г, вміст білка – 13,9–16,4 %, клейковини – 20,6–23,9 %, має антиоксидантну активність 31,8–32,4 %, проте вміст метіоніну й лізину в зерні лімітований (амінокислотний скор 41–79 %).

3. Продуктивність пшениці щільноколосої залежить від абіотичних чинників: урожайність – 9,01–11,05 т/га, маса 1000 зерен – 38,1–42,9 г, натура зерна – 750–788 г/л, вміст білка – 13,5–15,9 %, клейковини – 20,7–25,6 %. У зерні вищий вміст глютамінової, аспарагінової кислот, проліну, аргініну, гліцину, лейцину, валіну. Вміст вільних амінокислот – 0,81 %, метіонін і лізин – лімітовані. Антиоксидантна активність зерна – 36,5 %.

4. У зерні пшениці ефіопської маса 1000 зерен – 39,2–43,7 г, натура зерна – 766–793 г/л, високий вміст білка – 18,5–20,3 % і клейковини – 38,4–45,2 % залежно від абіотичних і біотичних чинників. При цьому врожайність її становить 3,24–5,39 т/га. Амінокислотний скор бездефіцитний, з високим індексом комплексного оцінювання вмісту есенційних амінокислот. Зерно містить 1,03 % вільних амінокислот, має найвищу антиоксидантну активність (71,3 %) з еквівалентом хлорогенової кислоти 1002 мкг/г.

5. Комплексним оцінюванням встановлено, що сорти пшениці спельти формують урожайність зерна 3,71–5,47 т/га, масу 1000 зерен – 39,1–51,0 г, лінії – відповідно 7,62–8,78 т/га і 43,6–53,1 г. Натура зерна від 704–767 до 707–770 г/л, вміст білка – від 12,6–21,1 до 12,0–19,5 %. Біологічна цінність зерна пшениці спельти вища порівняно з пшеницею м'якою за високого амінокислотного скору (108–309 %) і забезпечує біологічну потребу дорослої людини в ізолейцині (28–46 %), триптофані (16–43),

проліні (16–40), глютаміновій кислоті (22–35), валіні (21–36), лейцині (17–30 %). У зерні сортів і ліній пшениці спельти різний вміст небілкових азотовмісних сполук – від 2 до 18 %. Вміст клейковини істотно залежить від селекційно-генетичного походження сортів і ліній, у зерні сортів становить 26,2–46,3 %, ліній – 25,5–42,8 %. Технологічні властивості зерна інтрогресивних ліній подібні до властивостей зерна міжвидових ліній пшениці спельти.

6. Вихід борошна за односортного помелу із зерна сортів і ліній пшениці м'якої варіює від 75,3 до 81,7 %, середньозважений показник вмісту золи – від 0,59 до 0,62 %, білизна – від 48 до 65 од. п. Найвищу білизну (65 од. п.) має борошно, отримане із зерна білозерних сортів пшениці (Ас Maskinnon, Кулундинка). Об'єм хліба з борошна вищого сорту – від 303 до 520 см³, що відповідає 1,0–7,6 бала, з обойного борошна останній на 15–20 % менший. Загальна оцінка хліба з борошна вищого сорту становить 5,0–8,8, а з обойного – 4,7–8,3 бала. Екструдувannya крупи № 1 підвищує її кулінарну оцінку на 10–30 %. Найвища оцінка (9 бала) каші за кольором у екструдованого продукту з нелущеного зерна сортів білозерної пшениці м'якої. Найкращі показники має печиво з борошна вищого сорту за клейковини з індексом деформації понад 100 од. п. ВДК.

7. Зерно пшениці щільноколосої має найменші крупність (2,2–2,4 мм), вирівняність (48,0 %) і вміст крупної фракції (8,5 %), проте досить високий вміст ендосперму – 86,0 %. Борошно з нього має високу білизну – 61 од. п., характеризується високими хлібопекарськими і круп'яними властивостями. Фізико-механічні властивості зерна пшениці ефіопської подібні до властивостей зерна пшениці м'якої, проте вміст ендосперму в ньому найнижчий – 79,8 %. Зерно належить до м'якозерного типу. У борошні вміст золи 0,62 %, білизна – 30 од. п. З нього доцільно виготовляти хліб, цілу, подрібнену, плющену крупи і кондитерські вироби.

8. Геометричні параметри зернівок пшениці спельти варіюють у широкому діапазоні порівняно з пшеницею м'якою. Борошно з пшениці спельти сорту Зоря України містить у 2,6–5,7 рази більше мікроелементів, ніж з пшениці

м'якої, має середньозважений вміст золи 0,61–0,84 %, показник білизни – 43–51 од. п. Максимальна газотримувальна здатність тіста з борошна пшениці спельти настає після 60–90 хв бродіння, після чого швидко знижується. Якість хліба висока – 7,2–8,4 бала або 80–93 % максимального значення. Макаронні властивості борошна середні (5–6 бала). Борошно із зерна всіх сортів і ліній пшениці спельти, крім інтрогресивної лінії НАК 34/12–2, має високі кондитерські властивості.

9. Застосування системного підходу для оцінювання зерна досліджуваних видів, сортів і ліній пшениць дає підставу визначати його придатність для хлібопекарських потреб за трьома показниками (вміст білка, клейковини, індекс її деформації), для круп'яних і кондитерських – за одним (відповідно вміст білка та індекс деформації клейковини), оскільки між цими показниками та якістю готового продукту встановлено високий кореляційний зв'язок.

10. Найвища врожайність (5,07–6,11 т/га) і найкраща якість зерна (вміст білка 13,5–14,3 %, вміст клейковини 28,1–30,0 %) формуються за мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення ($N_{135}P_{135}K_{135}$ і гній 13,5 т + $N_{68}P_{101}K_{54}$) в польовій сівозміні незалежно від попередника. Встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу, віднесеного до IV зони радіоактивного забруднення, питома активність радіоактивних нуклідів у зерні пшениці м'якої після тривалого (50 років) застосування цих систем удобрення в сівозміні підвищена, при чому найвища активність (69,3–87,2 Бк/кг) ^{40}K . Водночас у зерні менший вміст мангану, заліза, міді, кобальту, нікелю, кадмію, свинцю, хрому. За органічної й органо-мінеральної систем удобрення в зерні зростає вміст цинку. Питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерні не перевищує ГДК.

11. У результаті застосування азотних добрив у середньому за три роки врожайність зерна пшениці м'якої сорту Тронка збільшується від 6,64 до 8,69 т/га, сорту Артемісія – від 4,39 до 5,79 т/га. Урожайність зерна пшениці спельти сорту Зоря України підвищується від 4,55 до 5,44 т/га, сорту Європа – від 3,27 до 4,95 т/га. У зерні зріс уміст стронцію, нікелю, натрію, цинку, заліза, міді, селену – на 20–33 %, алюмінію, мангану, сірки, хлору, олова, йоду – на 10–17, магнію, кальцію,

кремнію, ванадію, титану, свинцю, кадмію – на 3–9 %. У зерні пшениці спельти найбільше підвищується вміст натрію, хлору, селену, кадмію – на 23–33 %, найменше – фосфору, калію, міді, стронцію, ванадію, свинцю, титану – на 2–5, решти елементів – на 6–15 % порівняно з варіантом без добрив, а вміст кобальту і хрому не змінюється. Зерно пшениці спельти найбільше забезпечує добову потребу людини у нікелі, цинку, залізі, кремнії, селені, оскільки інтегральний скор на 26–141 % вищий порівняно з пшеницею м'якою.

12. Встановлено, що 100 г зерна пшениці м'якої сорту Артемісія найбільше задовольняє біологічну потребу дорослої людини у вітамінах B_1 , B_3 (на 32–40 % більше порівняно із сортом Тронка), пшениці спельти сорту Зоря України – у вітамінах B_6 , B_1 , B_7 – на 30–60 %, а найменше каротином – на 0,3–0,6 % залежно від удобрення. Інтегральний скор решти вітамінів становить 10–42 %. Найбільше зростає інтегральний скор вітамінів B_6 , B_1 , B_7 , B_5 , B_3 (12–30 % порівняно з контролем), найменше – вітамінів E , B_9 , B_2 , B_4 (на 0,3–4 %).

13. При застосуванні азотних добрив вміст білка в зерні пшениці м'якої твердозерної сорту Тронка підвищується з 11,4 % у варіанті без добрив до 13,1 % у варіанті з $P_{60}K_{60} + N_{120}$, а в зерні сорту Артемісія – відповідно з 17,3 до 21,1 %. За таких умов вміст білка в зерні пшениці спельти сорту Зоря України зростає відповідно з 19,9 до 24,0 %, у зерні сорту Європа – з 18,7 до 22,3 %. Роздрібне застосування азотних добрив забезпечує вищі показники вмісту білка, особливо за внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} S_{70} + N_{60}$ – унаслідок кращого забезпечення рослин азотом і сіркою. Зерно сорту Тронка, вирощене на фоні внесення $P_{60}K_{60} + N_{60} S_{70} + N_{60}$, забезпечує максимальний вихід біоетанолу – 3147 л/га.

14. Виявлено тенденцію щодо ефективності водотеплового оброблення зерна пшениці м'якої різного типу твердості. Вихід крупи найбільше варіює для твердозерного зерна – від 84,1–97,2 за вологості 13 % до 86,8–97,8 % за вологості 15 % залежно від тривалості луцення, а для зерна червонозерного м'якозерного типу – змінюється неістотно. Доведено, що економічно доцільно зволожувати зерно до 15,0–15,5 % незалежно від типу його твердості.

15. У технології підготовки зерна пшениці спельти для виробництва борошна за односортного помелу оптимально його зволожувати до вологості 15,0–15,5 % з відволожуванням упродовж 15–20 год. Це забезпечить вихід борошна 85,0–86,0 % з вмістом золи 0,65–0,72 % і білизною 48–50 од. п.

16. Вихід крупи з пшениці спельти № 1 залежить від тривалості лушення, зволожування й відволожування. Оптимальним водотепловим обробленням є зволожування зерна до вологості 15,0–15,5 % з відволожуванням упродовж 30–60 хв з індексом лушення 11–13 %. Вихід крупи (87 %) з пшениці спельти № 1 вищий на 24,6 %, круп подрібнених (78 %) – на 14,1–19,3 % порівняно з існуючою технологією виробництва круп із пшениці м'якої подрібненої. При цьому крупа швидко вариться (18–25 хв) і має дуже високу загальну кулінарну оцінку (8,6–9,0 бала).

17. Встановлено, що для виробництва крупи плющеної найефективнішими є сорти м'якозерного типу пшениці м'якої, що забезпечує її вихід 98,2–98,5 %. Для отримання крупи плющеної з пшениці спельти ефективно пропарювати зерно впродовж 10 хв і відволожувати його 5–10 хв, що дає вихід готового продукту 94,5–95,5 %.

18. Водотеплове оброблення зерна на заводі продуктивністю 24 т/добу з виробництва круп з пшениці спельти № 1 і подрібнених № 1, 2, 3 скорочує термін окупності капіталовкладень до 2,5–3 місяці, дає щорічний прибуток 27,85 млн грн за рівня рентабельності 41–48 %, для круп плющених із пшениці спельти – 11,35 млн грн з терміном окупності 7,5 місяців за рівня рентабельності 8 %, для борошна з пшениці спельти – 13,54 млн грн з терміном окупності 8,5 місяців за рівня рентабельності 22 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЕРЖАВНИМ, НАУКОВО-ДОСЛІДНИМ УСТАНОВАМ І ВИРОБНИЦТВУ

Державному підприємству «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» внести пшеницю спельту, пшеницю щільноколосу та пшеницю ефіопську до типового складу пшениці.

Селекціонерам використовувати розроблені моделі сортів пшениці м'якої й пшениці спельти.

Науково-дослідним установам застосовувати способи визначення ендосперму, клейковиноутворювальних білків, кондитерських властивостей зерна та методики визначення якості зернопродуктів пшениці.

Аграрним і зернопереробним підприємствам використовувати зерно пшениці м'якої сортів Подолянка, Ужинок, Щедра нива, Суасон, Емеріно, Лупус, Чорноброва для виробництва круп, екструдованого продукту та борошна хлібопекарського, а сорту Паннонікус, крім того, – для виготовлення кондитерських виробів.

Із зерна пшениці щільноколосої виробляти хліб і крупи, з пшениці ефіопської – борошно хлібопекарське і кондитерське та круп'яні продукти.

Продукти високої біологічної цінності виготовляти із зерна пшениці спельти сортів Зоря України, Європа, пшениці м'якої сорту Артемісія, біоетанол – із зерна сорту Тронка. При вирощуванні пшениці м'якої й пшениці спельти застосовувати модель агротехнології, що забезпечує отримання врожаю високої якості.

У технологічному процесі круп'яних заводів використовувати розроблені нормативні матеріали: «Технологічна інструкція на виробництво крупи з пшениці спельти № 1 і круп подрібнених № 1, 2, 3» (2017 р.), «Технологічна інструкція на виробництво крупи плющеної з пшениці спельти» (2017 р.).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Авдусь П. Б., Сапожникова А. С. Определение качества зерна, муки и крупы: монография. Москва: Колос. 1976. 336 с.
2. Аверкиева Н. Н. Изменение клейковины и физических свойств теста в процессе тестоведения пшеницы разной «силы» // Тез. докл. науч. конф. молодых специалистов и аспирантов ВНИИЗ. Москва. 1965. С. 13.
3. Аверкиева Н. Н., Вакар А. Б. Изменение дисульфидных связей и сульфгидрильных групп клейковины в тесте // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. 1968. №6. С. 6–7.
4. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство // Агроном. 2006. № 3. С. 12–15.
5. Адаменко Т. І. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату // Агроном. 2007. № 1. С. 8–9.
6. Адаменко Т. І. Особливості погодних умов весняно-літньої вегетації сільськогосподарських культур в Україні // Агроном. 2009. № 3. С. 12–13.
7. Адамень Ф. Ф., Радченко Л. А., Женченко К. Г. Продуктивність зернопаропросапної сівозміни залежно від рівня мінерального живлення // Вісник аграрної науки. 2008. №11. С. 11–13.
8. Адрианов С. Н., Воробьев Г. Т., Макурин В. С., Агеев В. П. Влияние извести, навоза и минеральных удобрений на продуктивность озимой ржи и качество зерна при различных погодных условиях // Агрехимия. 1993. №9. С. 35–45.
9. Алексахин Р. М., Ратников А. Н., Санжарова Н. И. Поведение радионуклидов в системе почва–растение и ведение растениеводства на подвергшихся радиоактивному загрязнению территориях // Вестник РАСХН. 1996. № 4. С. 18–20.
10. Алексахин Р. М., Моисеев И. Т., Тихомиров Ф. А. Поведение ¹³⁷Cs в системе почва–растение и влияние внесения удобрений на накопление радионуклидов в урожае // Агрехимия. 1992. № 8. С. 127–138.

11. Алексеев В. П., Грушин Е. А. Качество ректифицированного спирта // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2001. №1. С. 34–35.
12. Алимзянов Д. И. Интенсификация подготовки зерна для мельниц малой производительности : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет пищевых производств. Москва. 2010. 23 с.
13. Алитов Ш. И., Смолин Н. В., Путаев С. В. Влияние средств химизации на соединение тяжелых металлов в почве, растениях и промывных водах // Вестник Краснодарского ГАУ. 2000. № 2. С. 57–60.
14. Алієв Е. Б., Шевченко І. А. Дослідження аеродинамічних властивостей насіння олійних культур // Вісник аграрної науки. 2017. № 2. С. 63–65.
15. Амелин А. В., Азарова Е. Ф., Куликов Н. И., Ларионова Л. И., Цыбакова Ю. Н. Роль сорта в формировании урожая // Земледелие. 2002. №1. С. 42.
16. Андрійченко Л. В., Хомяк П. В., Рибка В. С., Компанієць В. О. Агроекологічні та економічні аспекти вирощування озимої пшениці в умовах південного Степу України // Наукові праці: Науково-методичний журнал. Миколаїв. 2010. Вип. 119. С. 22–24.
17. Артюх О. Д. Вплив погодних умов на якість зерна пшениці озимої після різних попередників // Вісник аграрної науки. 2001. Вип. 3. С. 26–28.
18. Асанішвілі Н. М., Скотарь О. В. Продуктивність озимих зернових культур залежно від технології вирощування // Зб. матеріалів наук.-прак. конф. аспірантів (27–28 лютого 2002 р.). Вінницький ДАУ. Вінниця. 2002. С. 34–35.
19. Асланов Г. А. Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2006. № 10. С. 30–31.
20. 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.
21. Афанасьєв В., Сухарєва Н. Спеціальна обробка зернових компонентів і комбикормів варта уваги // Зерно і хліб. 2009. №3. С. 48–50.

22. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология / Дж. Ацци; пер. с англ. Н. А. Емельяновой, О. В. Лисовской, М. П. Шикеданц; под ред. В. Е. Писарева. Москва: Изд-во иностранной литературы, 1959. С. 242 – 243.
23. Бабич М. Б., Байрам-Гали В. З., Калиниченко В. Н. Новое оборудование и технологии для крупяного производства // Хранение и переработка зерна. 2000. № 8. С. 35–36.
24. Бабич М. Б., Байрам-Гали В. З., Калиниченко В. Н. Переработка зерна в зерновые хлопья и крупы, не требующие варки // Хранение и переработка зерна. 2001. № 9. С. 26–29.
25. Баган А. В. Оцінка сучасних сортів озимої м'якої пшениці за врожайністю та якістю зерна // Збірник Уманського ДАУ. Тези наукової конференції. 2007. С. 63–64
26. Бажай-Жежерун С. А. Продукты из пророщенного зерна «зернышко пикантное» // Зернові продукти і комбікорми. 2015. № 9. С. 3–7.
27. 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.
28. Бакарджиєв Р. О., Комарова І. Б., Кисельов О. В. Розрахунок математичної моделі багатофакторного експерименту за допомогою ППП Statistica // Науковий вісник ТДАТУ. 2012. Вип. 2. Т. 2. С. 59–65.
29. Барабаш М., Гребенюк Н., Татарчук О. Зміна клімату при глобальному потеплінні // Водне господарство України. 1998. № 3. С. 9–12.
30. Бараболя О. В. Вплив мінеральних добрив та норм висіву насіння на врожайність і якість зерна пшениці твердої ярої // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Київ. 2007. №6. С. 96–102.
31. Бараболя О. В. Вплив попередників на врожайність та якість зерна сортів пшениці м'якої озимої // Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. 2011. №76. С. 102–105.
32. Батт А., Чумаченко Ю. Оптимальна вологість лушення зерна житниці перед помелом 15–16 % і 2,5–3,3 % зняття оболонки // Зерно і хліб. 2009. №2. С.35.

33. Бачурская Л. Д., Гуляев В. Н. Пищевые концентраты: монография. Москва: Пищевая промышленность. 1976. 335 с.
34. Белоус Н. М., Шаповалов В. Ф., Моисеенко Ф. В., Драганская М. Г. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2006. № 36. С. 22–29.
35. Беляев М. И. Индустриальные технологии производства продукции общественного питания: монография. Москва: Экономика, 1989. 270 с.
36. Беркутова Н. С., Швецова И. А. Микроструктура пшеницы. Москва: Колос, 1977. 126 с.
37. Беседова Е. А. Качество зерна сегодня // Ставропольский бизнес. 2010. С. 15–18.
38. Білітюк А. П. Агротехнологічні основи вирощування тритикале в Україні. Київ. 2005. 248 с.
39. Блажевич Л. Ю. Вплив агрометеорологічних факторів на тривалість етапів на продуктивність тритикале ярого // Науковий вісник Київського НАУ. 2008. Вип. 123. С. 87–93.
40. Богатырева Т. Г. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2013. Вып. 2. С. 40–43.
41. Бойко П., Коваленко Н. Потенциальная продуктивность зерновых культур в севооборотах // Зерно. 2017. №4. С. 20–23.
42. Боровиков В. П., Боровиков И. П. Statistika. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. Москва: Филинь. 1997. 608 с.
43. Браслин С. Н. Совершенствование технологии выделения ядра с целью выработки гречневой крупы улучшенного качества : автореф. дис. ... канд. техн. Наук. Московский институт пищевой промышленности. Москва. 1983. 25 с.
44. Бреус Н. М. Черноземы Лесостепной зоны умеренно континентальной восточноевропейской фации // Черноземы СССР (Украина): [науч. труды ВАСХНИЛ. Ответ. ред. В. М. Фридланд и др.]. Москва. 1981. С. 38–80.
45. Букреева Г. И., Беспалова Л. А., Кудряшов И. Н., Пузырная О. Ю.,

- Васильев А. В., Васильева А. М. Реализация потенциала качества зерна новых сортов озимой пшеницы. Земледелие. 2011. № 4. С. 21–23.
46. Бутковский В. А., Мерко А. И., Мельников Е. М. Технологии зерноперерабатывающих производств. Москва. Интеграф сервис. 1999. 472 с.
47. Вайнштейн С. Г., Масик А. М., Ермак И. В. Пищевые волокна в лечении органов пищеварения // Гастроэнтерология. 1985. Вып. 7. С. 87–89.
48. Вакар А. Б. Клейковина пшеницы. Москва: АН СССР, 1961. 252 с.
49. Васадзе Ю., Болгашвили Г. Влияние отдельных видов минеральных удобрений на урожай озимой пшеницы // Аграрная наука. 2006. №10. С. 22.
50. Васбиева М. Т., Зиновьев Д. С. Влияние длительного применения осадков сточных вод на содержание тяжелых металлов в почве и растениях // Плодородие. 2013. № 5. С. 35–37.
51. Василенко З. В., Артёмова Е. Н. Растительные добавки в технологии пищевых продуктов: монография. Орёл: ГТУ. 2006. 244 с.
52. Вахмистров Л. Б., Смирнова В. В. Оптимизация суммарной дозы N+P+K и соотношения N:P:K в удобрении озимой пшеницы для Лесостепи Украины //Агрохимия. 1991. №4. С. 25–33.
53. Верещинський О. П. Чи потрібно вилучати мілке зерно при проведенні сортових помелів пшениці // Хранение и переработка зерна. 2011. № 3. С. 20–21.
54. Визначник екологогенетичного статусу та родючості ґрунтів України [Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А.]. Київ: Колообіг. 2005. 304 с.
55. Виноградова И. Л. Совершенствование технологии овсяного крупяного продукта, не требующего варки : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет пищевых производств. Москва. 2003. 19 с.
56. Виробництво основних видів промислової продукції в Україні [Електронний ресурс] http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2006/pr/prm_ric/prm_ric_u/vov2005_u.html.

57. Возіян В. В., Любич В. В. Технологічні властивості зерна спелти залежно від удобрення // Інноваційний потенціал світової науки XXI сторіччя: Зб. статей учасників 26 Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя. 2014. С. 19–20.
58. Возіян В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Технологічні властивості зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Зб. наук. пр. Вінницького НАУ. Вінниця. 2013. Вип. 1. С. 121–125.
59. Войсковой А. А., Дубина В. Качество зерна и хлебопекарская оценка пшеницы в Ставропольском крае // Хлебопродукты. 2003. №12. С. 24–28.
60. Войтенко С. И., Иванова В. И. Отзывчивость озимой пшеницы на удобрения в зависимости от ее предшественников // Агрехимия. 1985. № 3. С. 44–51.
61. Волкодав В. В., Гончар О. М., Захарчук О. В., Климович М. Ю. Сорт – як основа продовольчої безпеки України // Науковий вісник НАУ. 2004. №79. С. 75–79.
62. Габибов М. А. Последствие минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы // Зерновое хозяйство. 2001. №1. С.11–13.
63. Гайдай Г. С., Іванова В. В. Використання сучасних технологій та обладнання для переробки круп'яних культур // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: Матеріали Всеукр. Конф. Умань. 2013. С 36–38.
64. Гаро В. Е. Влияние воднотепловой обработки зерна на белковые вещества и качество пшеничной муки: автореф. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.18.02 «Технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов». Одесса. 1981. 21 с.
65. Гасанова І. Максимум для пшениці // Рослинництво. 2013. № 5. С. 46–51.
66. Гасанова І. І. Кількість та якість клейковини зерна пшениці озимої в умовах північного степу України // Бюлетень інституту зернового господарства. 2008. С. 14–17.
67. Гасанова І. І. Особливості формування якості зерна пшениці озимої в

- північному Степу України // Бюлетень інституту зернового господарства. 2007. № 31–32. С. 177–180.
68. Гасанова І. І., Бондаренко А. С., Пороцька А. С., Гирка А. Д. Вплив заходів агротехніки на якість зерна озимої пшениці в північному Степу // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. Дніпропетровськ. 2006. №№ 26–27. С. 95–98.
69. Гинзбург А. С., Громов М. А. Теплофизические свойства зерна, муки и крупы: монография. Москва: Колос. 1984. 304 с.
70. 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.
71. Голик В. С. Селекція *Triticum durum* Desf.: монографія. Харків. 1996. 387 с.
72. Голик О. В., Богуславский Р. Л., Твердохлеб Е. В., Поздняков В. В., Диденко С. Ю. Пленчатые виды пшеницы для органического земледелия // Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС. Междун. науч.-прак. конф. Материалы докладов, сообщений. М. 2016. Том 1. С. 368–378.
73. Головоченко. А. П. Технологии, нормы качества и товарная экспертиза крупы: монография. Самара.СГСХА.2003. 196 с.
74. Гончаров Н. П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей: монография. Новосибирск. 2002. 252 с.
75. Горн Е. Лучше чем пшеница, но... // Фермерське господарство. 2008. № 4 (372). С. 21–22.
76. Городній М. М. Науково-методичні рекомендації з оптимізації мінерального живлення сільськогосподарських культур та стратегії удобрення. Київ. 2004. 120 с.
77. Городній М. М., Макаренко М. В. Прогнозування врожаю зерна озимої пшениці за вмістом мінерального азоту в лучно-чорноземному карбонатному ґрунті північного Лісостеп України // Аграрна наука і освіта. 2003. Т.4. №3–4. С. 54–57.
78. Городній М. М., Присташ І. В. Вплив систематичного застосування

- добрив у сівозміні на вміст і рухомість цинку в ґрунті та поглинання його рослинами кукурудзи // Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ: НАУ. 2004. № 79. С.59–67.
79. Господаренко Г. М., Ткаченко І. Ю. Якість пшениці спельти залежно від удобрення // Вісник Сумського НАУ. 2013. Вип. 11 (26). С. 47 – 50.
80. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ: ТОВ «СІК ГРУПІ УКРАЇНА». 2015. 376 с.
81. Господаренко Г. М., Любич В. В., Листопад Ф. К. Вихід біоетанола з урожаю зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2017. Вип. 94. С. 74–85.
82. Господаренко Г. М., Любич В. В., Новіков В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив типу зерна пшениці на техніко-економічні показники круп'яного виробництва та кулінарну оцінку готового продукту // Вісник Уманського НУС. Умань. 2017. №1. С.38–44.
83. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Амінокислотний склад білка пшениці спельти залежно від сорту та лінії. Вісник Уманського НУС. 2016. № 1. С. 44–48.
84. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від вуглеводно-амілазного комплексу // Агробіологія. Біла Церква. 2015. № 2 (121). С. 57–61.
85. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення // Вісник Уманського НУС. Умань. 2015. № 1. С. 11–16.
86. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В. Вміст вітамінів у зерні сортів пшениці спельти залежно від мінерального живлення // Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях до вирішення продовольчої безпеки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Центральне. 2017. С. 113–114.
87. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Киселева М. И. Вплив гібридизації *Tr. aestivum* L. / *Tr. spelta* L. на геометричну

характеристику зернівок пшениці спельти. Матеріали VI Міжн. наук. конф.: Селекційно-генетична наука і освіта. Умань. 2017. С. 157–158.

88. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новак Л. Л., Руденко Л. Д., Возіян В. В. Якість крупи із зерна спельти та її зв'язок з умістом білка // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. №4 (38). 2015. С. 11–15.
89. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В. Геометричні параметри зернівок пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Агробіологія. 2017. №1. С. 105–111.
90. Господаренко Г. М., Любич В. В., Ткаченко І. Ю. Вплив норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка в зерні пшениці спельти озимої // Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку: Міжнар. науково-практична конф. Дніпропетровськ. 2015. С. 103–104.
91. Господаренко Г. М., Любич В. В., Ткаченко І. Ю. Продуктивність пшениці спельти озимої залежно від строків внесення азотних добрив // Агрохімічні та агроекологічні проблеми підвищення родючості ґрунтів і використання добрив: матеріали Міжн. наук.-прак. інтернет-конференції. Дубляни. 2015. С. 240–247.
92. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Любич В. В., Полянецька І. О. Круп'яні властивості зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. 2017. №1. С. 12–16.
93. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Воробйова Н. В., Улянич І. Ф., Капрій М. М. Характеристика твердості та міцності зернівок пшениці спельти залежно від сорту та лінії // Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2017. Вип. 93. С. 86–94.
94. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Воробйова Н. В., Улянич І. Ф., Капрій М. М. Характеристика хлібопекарських властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V Міжн. наук.-практ. конференції молодих вчених і спеціалістів. Центральне. 2017. С. 34–35.

95. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Капрій М. М. Оцінювання борошномельних властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2017. № . С. 140–145.
96. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Нікітіна О. В. Вплив тривалого застосування добрив на вміст легкорозчинних сполук калію в чорноземі опідзоленому. Зб. наук. пр. Вінницького НАУ. 2015. № 1. С. 5–13.
97. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Нікітіна О. В. Фізико-хімічні властивості чорнозему опідзоленого в тривалому польовому досліді // Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. 2015. Вип. 87. С. 7–13.
98. Господаренко Г. М., Стасіневич О. Ю., Прокопенко Е. В. Врожайність зерна ячменю ярого за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні // Вісник Уманського НУС. 2015. №1. С. 3–6.
99. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Влияние удобрения пшеницы спельты на формирование белка и клейковины в зерне. Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив: матеріали Всеукр. наук.-прак. конф. Умань. 2017. С. 41–42.
100. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Вміст амінокислот у зерні сортів і ліній пшениць в умовах органічного виробництва // Органічне виробництво і продовольча безпека: матеріали V Міжн. наук.-прак. конф. Житомир. 2017. С. 27–32.
101. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Фізичні властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. Актуальні проблеми підвищення родючості ґрунтів та застосування агрохімічних засобів в агрофітоценозах: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Дубляни. 2017. С. 276–282.
102. Господаренко Г. Н., Любич В. В., Кисельова М. І., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В. Техніко-економічні показники круп'яного виробництва залежно від типу зерна пшениці озимої. Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та

- рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань, 2017. С. 76–77.
103. Господаренко Г., Ткаченко І. Якість пшениці спелти залежно від особливостей удобрення азотними добривами // Вісник Львівського НАУ: серія «Агрономія». 2014. № 18. С. 68 – 75.
104. ГОСТ 10840–64. Зерно. Методы определения натурности. Москва. 1964. 6 с.
105. ГОСТ 10843–76. Зерно. Метод определения пленчатости. Москва. 2001. 5 с.
106. ГОСТ 10845–98. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала. Москва. 2000. 6 с.
107. ГОСТ 10987–76. Зерно. Методы определения стекловидности. Москва. 1977. 4 с.
108. ГОСТ 26361–2013. Мука. Метод определения белизны. Москва. 2014. 7 с.
109. ГОСТ 30178–96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения тяжелых металлов. Москва. 2010. 8 с.
110. ГОСТ 30498–97 Зерновые культуры. Определение числа падения. Москва. 1997. 10 с.
111. Гриник І. В. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників і рівнів живлення в умовах Лісостепу // Вісник аграрної науки. 2001. № 7. С. 14–15.
112. ГСТУ 46.045–2003. Зерно. Метод визначення умовної крохмалистості. Київ. 2003. 7 с.
113. Губанов Я. В., Иванов Н. Н. Озимая пшеница: монография. Москва: Агропромиздат. 1988. 303 с.
114. Гудзь В. П., Примак І. Д., Рибак М. Ф. Адаптивні системи землеробства. // Агробіологічна оцінка сільськогосподарських культур. Київ. 2007. 150 с.
115. Гудков І. М., Гайченко В. А., Кашпаров В. О. Радіоекологія. Київ: НУБіП України, 2011. 368 с.
116. Гунько С. М. Зміна якості зерна пшениці озимої та виготовленого з нього борошна за тривалого зберігання // Науковий вісник НУБіП України. 2011. Ч. 2 (162). С. 213–217.
117. Гуртовой М. В., Гаврилов О. В. [Електронний ресурс]: ОНАХТ. Одеса, 2005.
118. Дедов А. В., Придворев Н. И., Верзилин В. В., Кузнецова Л. П. Система

- удобрения, продуктивность культур и плодородие чернозема выщелоченного // *Агрохимия*. 2004. №5. С.36–46.
119. Демидов О. А., Васильківський С. П., Гудзенко В. М. Рівень вияву та зв'язок урожайності, висоти рослин і стійкості до вилягання ячменю озимого у Лісостепу // *Вісник аграрної науки*. 2016. № 10. С. 30–34.
120. Демин В. А., Свиридов Д. А. Влияние расчетных систем удобрения на величину урожая и качество продукции яровых и озимых зерновых культур в севообороте на темно-серой лесной почве Центрального Района России // *Агрохимия*. 2000. №5. С.24–33.
121. Демішев Л. Ф. Складові успіху при вирощуванні озимої пшениці. // Зберігання та переробка зерна. 2004. №3. С. 27.
122. Демский А. П., Власов А., Шульдинер Ю. Агрегатные мельницы малой мощности сортовой муки // *Хлебопродукты*. 2000. № 9. С.12–14.
123. Демский А. П., Цыплаков А. Агрегатная мельница высокосортной муки (производительностью 2 т/ч) // *Хлебопродукты*. 1998. № 4. С.7–8.
124. Деревянко А. М. Погода и качество зерна озимых культур. Ленинград: Гидрометиздат. 1989. 127 с.
125. Джари С. А. Формирование урожая и качества зерна озимой тритикале в зависимости от агротехнических приемов возделывания: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет пищевых производств. Москва. 2003. 25 с.
126. Джон Харапьяк. Озимой пшенице необходим дополнительный азот // *Зерно*. 2007. №1. С.65–67.
127. Дмитриев А. В. Разработка и исследование пневмомеханического шелушителя: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Казанский государственный аграрный университет. Казань. 2003. 24 с.
128. Дмитрук Є. А., Любич В. В., Новіков В. В., Полянецька І. О. Вплив вологості зерна тритикале озимого та тривалості відволожування на вихід ядра // *Наукові праці ОНАХТ*. 2014. № 46. С. 19–23.
129. Довганюк І. С. Вибір виду рослинної сировини та способів її підготовки

- для отримання жиророзчинних пігментів // Наукові здобутки молоді вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. Київ. 2012. С. 45–48.
130. Домарецький В. А., Остапчук М. В., Українець А. І. Технологія харчових продуктів. Київ. 2003. 572 с.
131. Дорофеев В. Ф., Якубцинер М. М., Руденко М. И., Мигушова Э. Ф., Удачин Р. А., Мережко А. Ф., Семенова Л. В., Новикова М. В., Градчанинова О. Д., Шитова И. П. Пшеницы мира. Москва: Колос, 1976. 487 с.
132. Дорохов Б. А. Изменение хозяйственных признаков у озимой пшеницы в результате селекции и в зависимости от погодных условий: монография. Каменная Степь. 2014. 146 с.
133. Дрижирук В. В. Глобальное потепление климата и мировое сельское хозяйство // Агровісник. 2008. № 10. С. 37–39.
134. Дричко В. Ф., Поникарова Т. М. Системы методов изучения почвенного покрова, деградированного под влиянием химического загрязнения // Труды Почв. института им. В. В. Докучаева. 1992. С. 51–54.
135. 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 IX. С. 119–124.
136. Дробот В. І., Семенова А. Б., Михонік Л. А. Технологічні аспекти використання борошна спельти у хлібопеченні // Продовольчі ресурси: Зб. наук. пр. 2014. № 2. С. 15–17.
137. 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.
138. Друз'як В. Г., Ключко В. П., Цандур М. О. Формування якості зерна озимої пшениці на зрошуваних чорноземах Степу України // Вісник

- аграрної науки. 1997. №1. С.34–37.
139. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. Київ. 2007. 7 с.
 140. ДСТУ 4252:2003. Зернові культури та продукти помелу зернових. Визначання загальної золи. Київ. 2003. 6 с.
 141. ДСТУ ISO 21415–1:2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Ч. 1. Визначення сирової клейковини ручним способом. Київ. 2011. 12 с.
 142. ДСТУ ISO 520:2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен. Київ. 2015. 10 с.
 143. ДСТУ ISO 7302:2003. Зерно і зернові продукти. Визначання загального вмісту жиру. Київ. 2003. 9 с.
 144. ДСТУ ГОСТ 29144:2009. Зерно і зернопродукти. Визначення вологості (базовий контрольний метод) Київ. 2009. 11 с.
 145. 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.
 146. Егоров Г. А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна: монография. Москва: Колос. 1973. 264 с.
 147. Егоров Г. А. Технологические свойства зерна: монография. Москва: Агропромиздат. 1985. 334 с.
 148. Егоров Г. А. Технология муки и крупы. Москва. 1999. 336 с.
 149. Егоров Г. А. Технология муки. Технология крупы. Москва. 2005. 296 с.
 150. Егоров Г. А. Управление технологическими свойствами зерна. Воронеж. Воронежский государственный университет. 2000. 348 с.
 151. Егоров Г. А., Мартыненко Я. Ф., Петренко Т. П. Технология и оборудование мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности. Москва. 1996. 210 с.
 152. Егоров Г. А., Мельников Е. М., Журавлёв В. Ф. Технология и оборудование мукомольно–крупяного и комбикормового производства.

- Москва: Колос. 1979. 368 с.
153. Егоров Г. А., Мельников Е. М., Максимчук Б. М. Технология муки, крупы, комбикормов. Колос. 1984. 340 с.
154. Егоров Г. А., Петренко Т. П. Технология муки и крупы. Москва: Издательский комплекс МГУПП. 1999. 336 с.
155. Ермаков В. А., Марьин А. Н. Экспериментальное исследование процесса непрерывного пропаривания зерна гречихи // Весник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 114–119.
156. 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.
157. Жекова О. І., Любич В. В. Урожайність та якість зерна гібридів F_{3-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених. Умань. 2012. С. 47–49.
158. Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Парій Ф. М. Використання *Triticum spelta* L. в селекції сортів пшениці м'якої // Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні: матеріали I Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2012. С. 77–79.
159. Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Парій Ф. М. Формування хлібопекарських властивостей зерна гібридами F_{4-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі стан та перспективи: Зб. тез V Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Харків. 2012. С. 36–37.
160. Жемела Г. П. Вплив попередників на елементи структури врожайності та якість зерна пшениці озимої залежно від сортових властивостей // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2012. №1. С. 33–36.
161. Жемела Г. П. Якість зерна озимої пшениці: монографія. Київ: Урожай. 1973. 184 с.
162. Жемела Г. П., Лященко А. И. Влияние органических и минеральных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы при различных

- способах обработки почвы // *Агрохимия*. 1991. №7. С.23–26.
163. Жемела Г. П., Мусатов А. Г. Агротехнічні основи підвищення якості зерна. Київ: Урожай. 1989. 160 с.
164. Жемела Г. П., Писаренко П. В. Удосконалення технології вирощування екологічно чистого і якісного зерна озимої пшениці // *Зб. наук. пр. Уманського держ. агр. ун-ту (Спец. Вип. Біологічні науки і проблеми рослинництва)*. Умань. 2003. С. 702–707.
165. 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.
166. Жемела Г. П., Шакалій С. М. Вплив попередників на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 72–77
167. Жигунов Д. А. Режимы влаготепловой обработки зерна пшеницы различных типов // *Хранение и переработка зерна*. 2012. № 10. С. 53–57.
168. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи: монография. Ленинград: Колос. 1971. 752 с.
169. Жуковский П. М. Пшеница в СССР: монография. Ленинград: Сельхозгиз. 1957. 610 с.
170. 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*. Харків: ХДУХТ. 2011. Ч. 1. С. 63.
171. 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.
172. Зенкова А. Н., Каминский В. П., Пятницкая И. Н., Панкратьева И. А., Давыдова И.А., Политуха О.В. Крупяные продукты как компонент здорового питания. Москва: ГНУ Россельхозакадемии. 2008. 72 с.

173. Зерновые культуры [Д. Шпаар, С Каленская, Х. Гинапп и др.] Москва. 2008. 656 с.
174. Иванова М. В. Товароведная оценка белков муки зародышей пшеницы и использование лейкозина в производстве мучных кондитерских изделий и соусов для общественного питания: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.15. Московский государственный университет технологий и управления. Москва. 2011. 25 с.
175. Иванова Т. И. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием математических моделей. Москва. 1989. 95 с.
176. Иванова Т. И., Егорова Т. К., Кожемякова Р. Н. Влияние возрастающих доз азотных, фосфорных и калийных удобрений и их разных сочетаний на продуктивность культур в севообороте, качество урожая и плодородие почвы // Результаты исследований в длительных опытах с удобрениями по зонам страны. Москва. 1982. Вып. 12. С. 83–129.
177. Иванова Т. И., Кожемякова Р. Н. Влияние погодных условий и удобрений на содержание белка в зерне озимой пшеницы и его аминокислотный состав в условиях нечерноземной зоны // Агрoхимия. 1985. № 2. С. 37–46.
178. Иванова Т. И., Цыгуткин А. С., Костина Л. П. Изучение влияния удобрений на физические свойства зерна озимой пшеницы на основе постановки опыта по неполной факториальной схеме // Агрoхимия. 1999. №4. С.56–60.
179. Иунихина В. С. Крупяные продукты: взгляд с точки зрения здорового питания // Материалы научно-практической конференции «Технология крупяных продуктов вчера, сегодня, завтра». Москва: Издательский комплекс МГУПП. Ч. 2. 2007. С. 4.
180. Ільків Л. А. Ефективність переробки зерна в АПК // Наукові праці НУХТ. 2011. № 39. С. 51–53.
181. Іоргачова К. Г., Макарова О. В., Хвостенко К. В., Вовченко О. М. Обґрунтування вибору груп борошняних кондитерських виробів для

- використання борошна з м'язозерної пшениці // *Зернові продукти і комбікорма*. 2012. № 3. С. 25–30.
182. Іщенко А. В. Урожай та білковість зерна ярої твердої пшениці залежно від гідротермічних умов Степу України // *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. Вип. 3 (35). С. 28–33.
183. Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. *Биохимия зерна и хлебопродуктов*. Санкт-Петербург: ГИОРД. 2005. 512 с.
184. Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. *Биохимия зерна и хлебопродуктов: монография*. Петербург: ГИОРД. 2005. 512 с.
185. 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. М. В. Ломоносова. Одесса. 1980. 23 с.
186. Каминский В. Д., Бабич М. Б., Шувалов С. Е. Влияние водно-тепловой обработки зерна гречихи на пищевую ценность и микрофлору крупы // *Хранение и переработка зерна*. 2000. № 12. С. 36–37.
187. 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.
188. Каминский В. Д., Остапчук Н. В. *Производство крупы: монография*. Київ: Урожай. 1992. 64 с.
189. Карманенко Н. М., Бухарева Н. С. Влияние осеннего и ранневесеннего внесения азотных удобрений на динамику использования азота озимой пшеницей // *Агрехимия*. 1991. №9. С.11–20.
190. Карпенко В. П., Любич В. В., Возіян В. В. Вплив вмісту білка на кулінарну оцінку плющеної крупы, отриманої із зерна спельти залежно від сорту // *Збереження біорізноманіття в контексті сталого розвитку: матеріали Всеукр. наук. конф. Черкаси*. 2015. С. 75–77.
191. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Любич В. В., Полянецька І. О.,

- Петренко В. В. Технологічна оцінка клейковини зерна спельтоподібних сортів і ліній пшениці (*Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L.) // Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Чабани. 2015. Вип. 2. С. 192–199.
192. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В. Технологічна оцінка клейковини зерна спельтоподібних сортів і ліній пшениці // Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства». 2015. Вип. 2. С. 192–198.
193. Каталог сортів Миронівської селекції. Миронівка. 2008. 127 с.
194. Кафлевська С. Г., Козяр Н. О. Стан та проблеми розвитку ринку зерна в Україні. Ефективна економіка. Дніпропетровськ. 2013. № 4. Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/?n=4&y=2013>.
195. Квасніцька Л. С. Вплив сівозмінного чинника та удобрення на врожайність і показники якості зерна пшениці озимої в польових сівозмінах Лісостепу Правобережного // Вісник аграрної науки. 2015. №4. С. 19–22.
196. Керефорова Л. Ю., Ташилов Х. С. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от вида и сочетания удобрений при разных дозах сроках их внесения // Зерновое хозяйство. 2007. №5. С. 15–16.
197. Кирдяшкин В. В., Мельников Е. М., Ушакова А. В. Производство зерновых хлопьев быстрого приготовления // Индустрия продуктов зернового питания – третье тысячелетие. Тезисы докладов. Москва: МГУПП. 1999. Ч. 2. С. 58.
198. Кириченко Ф. Г., Абакуменко А. В., Литвиненко Н. А. Урожай озимой мягкой пшеницы в зависимости от высоты растений // Вестник ВАСХНИЛ. 1982. № 6. С. 3–6.
199. Кирпа М. Я. Методологія визначення якості насіння зернових культур // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ. 2016. №10. С. 20–25.
200. Кирпа М. Я., Скот С. О. Особливості сепарування зерна кукурудзи // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ.

2007. № 30. С. 127–132.
201. Киселева М. И., Жемчужина Н. С., Любич В. В. Устойчивость к бурой ржавчине сортов озимой пшеницы, возделываемых в Правобережной Лесостепи Украины // Защита и карантин растений. № 4. 2015. С 45–47.
202. Киселева М. И., Коломиец Т. М., Пахолкова Е. В., Жемчужина Н. С., Любич В. В. Дифференциация сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по устойчивости к наиболее вредоносным возбудителям грибных болезней // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 3. С. 299–309.
203. Кірізій Д. А., Лісневич Л. О., Починок В. М. Продуктивність та особливості реутилізації азоту в контрастних за якістю зерна рослин озимої пшениці різних генотипів // Фізіологія і біохімія культурних рослин. 2008. Т. 40. №1. С. 23–31.
204. Ковальов В. Б., Чорний Д. Л., Трембіцька О. І. Вплив систем удобрення на динаміку важких металів у ланцюгц ґрунт – рослина // Вісник ЖНАЕУ. Житомир. 2009. № 1. С. 159–170.
205. Ковальов В. Б., Романчик Л. Д., Трембіцька О. І., Рибак В. В. Економічна ефективність органо-мінеральних систем удобрення у коротко ротацийній сівозміні // Зб. наук. пр.. Ін-ту сільського господарства Полісся. 2012. Вип. 5. С. 12–16.
206. Коваленко Г. Д., Рудя К. Г. Радиоэкология Украины. Київ: Київський університет. 2001. 167 с.
207. 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.
208. Когут П. М., Лихочвор В. В. До питання підживлення сортів озимої пшениці азотними добривами на різних етапах органогенезу // Проблеми агропромислового комплексу України: стан і перспективи: тези наук. конф. присвяченої 140-річчю заснування ЛДСГІ. Львів. держ. с.-г. ін-т, 1996. – С. 32–33.

209. Коданев И. М. Повышение качества зерна. Москва: Колос. 1976. 304 с.
210. Кожемякова Р. Н. Урожай и качество зерна озимой пшеницы при длительном применении минеральных удобрений в севообороте на дерново-подзолистой почве: автореферат на соиск. науч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.04 Москва. 1980. 16 с.
211. Козуб Н. А., Богуславский Р. Л., Созинов И. А., Твердохлеб Е. В., Ксиниас И., Блюм Я. Б., Созинов А. А. Аллели по локусам запасных белков у образцов *Triticum spelta* L. и их встречаемость у родственных пшениц // Цитология и генетика. Т. 48. № 1. 2014 г. С 41–51.
212. Козьмина Н. П. Технологические свойства сортов крупяных и зернобобовых культур : монография. Москва: Колос. 1981. 176 с.
213. Козьмина Н. П., Любарский Л. Н. Пшеница и оценка ее качества. Москва: Колос, 1968. 491 с.
214. Колючий В. Т., Власенко В. А., Борсук Г. Ю. та ін. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України: монографія. Київ: Аграр. наука. 2007. 794 с.
215. Комісаренко Є. М. Структурні елементи сталості хлібопродуктового підкомплексу // Вісник Хмельницького НАУ, 2008. №3. С. 174–177.
216. Комісаренко Є. М. Сутність сталості аграрного виробництва // Вісник Сумського НАУ. 2008. Вип. 12/2. С. 71–75.
217. Компанієць В. О. Еколого-економічні аспекти застосування добрив у технології вирощування озимої пшениці // Вісн. Полтав. держ. аграр. акад. 2006. №2. С.148–153.
218. Кононюк Л. М., Натальчук Т. А. Особливості сортової реакції пшениці озимої на технологічні прийоми вирощування в Північному Лісостепу // Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ. 2011. №3–4. С.55 –63.
219. Кононюк Л. М., Олійник К. М., Асанішвілі Н. М. Ефективність технологій вирощування озимої пшениці в північному Лісостепу // Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН Київ. 2004. С. 61–66.

220. Конопльова Є. Л. Урожайність та якість зерна сучасних сортів пшениці озимої в північному Степу України // Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні. Тези Першої Міжн. науково-практичної конференції, присвяченої 10-й річниці від Дня утворення Українського інституту експертизи сортів рослин. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006». 2012. С. 225–226.
221. Корчагин А. А., Ильин Л. И., Мазиров М. А., Бирик Т. С., Петросян Р. Д., Марков А. А., Гаспарян А. Р. Ресурсы адаптации агротехнологий в различные по метеоусловиям годы // Земледелие. 2017. № 1. С. 16–20.
222. Костащук М. В., Липитан Р. М., Мартинюк Л. С. Потенціал продуктивності сортів озимої пшениці // Цукрові буряки. 2015. № 5. С. 15–16.
223. Костенко Н. В., Шіхабутінова О. В. Нерозплющені зародки, збагачені крупи і якісне борошно // Зерно і хліб. 2003. №3. С.40–41.
224. Коткова Н. С. Тенденції розвитку виробництва і використання біоетанола в Європейському Союзі // Наукові праці НУХТ. 2015. Том 21. № 1. С. 112–120.
225. Кочеткова А. А. Функциональные продукты в концепции здорового питания // Пищевая промышленность. 1999. № 3. С. 4–5.
226. Краєвська С. П. Аналіз хімічного складу різних видів сировини як перспективного джерела для виробництва БАД до їжі // Наукові здобутки молоді вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали Всеукр. конф. Київ. 2012. С. 16–18.
227. Кретович В. Л. Биохимия растений. Москва. 1980. 445 с.
228. Кривченко В. И. Селекция и генофонд растений на устойчивость и инфекционным болезням // Вестник с.-х. науки. 1982. № 8. С. 71–78.
229. Кривченко В. И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней: монография. Москва. 1984. С. 303.
230. 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.

231. Кудря С. І., Ключко М. К., Кудря Н. А. Вологозабезпеченість і урожайність пшениці озимої залежно від попередника // Вісник аграрної науки. 2007. № 11. С. 23–26.
232. Кудрявицька А. М. Агрохімічне обґрунтування використання добрив під озиму та яру пшеницю в сівозміні на лучно-чорноземному ґрунті північної частини Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.04 Київ. 2005. 18 с.
233. Кузнецова Л. С., Сиданова Л. Ю. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. Москва: Мастерство, 2002. 320 с.
234. Кукуленко С. Г., Газінська Т. В., Козак С. В., Гаврилюк В. М. Добрі сорти – запорука урожаю. Насінництво. 2013. № 8. С. 11–18.
235. Кулешов Н. Н. Процесс зернообразования в связи с технологическими качествами урожая // Вестник сельскохозяйственной науки. 1964. № 5. С. 28–33.
236. Кульбіда М, Адаменко Т. Озима пшениця на Слобожанщині містить 24 % білка, а в Баварії – лише 12 % // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2007. № 10. С. 9–10.
237. Кульбіда М., Адаменко Т. За тривалою аномально вологою погодою в Україні все частіше спостерігається суха // Зерно і хліб. 2009. С. 12–14.
238. Кульбіда М., Адаменко Т. Усі сорти пшениці нарощують вміст білка в зерні у міру зменшення географічної широти // Агроном. 2008. №1. С. 84–85.
239. Куприца Я. Н. Технология мукомольного производства: монографія. Москва: Колос. 1958. 228 с.
240. Куприца Я. Н. Физико-химические основы размола зерна: монографія. Москва: Заготиздат. 1946. 213 с.
241. Курдюмов В. И., Павлушин А. А., Карпенко Г. В. та ін. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа: монографія. Ульяновск: УГСХА им. П. А. Столыпина. 2013. 290 с.
242. 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.

243. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв. Навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури. 2006. 341 с.
244. Лазарев В. И. Влияние предшественников, удобрений и метеорологических условий на качество зерна озимой пшеницы // Зерновое хозяйство. 1996. № 1. С.7–9.
245. Лазебна І. Ринок кондитерських виробів України // Товари і ринки. 2011. №1. С. 67–76.
246. Ламан Н. А. Биолого-экологические особенности формирования высокопродуктивных посевов хлебных злаков: селекционные аспекты // Весці Академії Аграрних Навук Республіки Беларусь. Минск: Весці ААН, 1999. № 3. С. 52–58.
247. Лапа В. В., Ивахненко Н. Н., Бавтрук А. А. Продуктивность зернотравянопропашного севооборота и плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы при применении различных систем удобрения // Агрохимия. 2009. №6. С. 22–31.
248. Ларченко К. А., Моргун Б. В. Ознаки якості зерна пшениці та методи їх поліпшення // Физиология и биохимия культурных растений. 2010. №6. С. 463–474.
249. Леонов О. Ю. Технологічні та хлібопекарські властивості зразків пшениці м'якої ярої залежно від походження // Селекція і насінництво. 2014. № 105. С. 130–140.
250. Лисюк Г. М. Технологія борошняних кондитерських та хлібобулочних виробів. Суми, 2009. 347 с.
251. Литвиненко М. А. Високоврожайні, екстрасильні, пластичні // Насінництво. 2012. №11. С. 2–8.
252. Литвиненко М. А. Основні віхи науково-дослідницької роботи в історії відділу селекції та насінництва пшениці // Зб. наук. праць СГІ. Одеса, 2002. Вип. 3. С. 9–21.
253. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу // Насінництво. 2010. № 6. С. 1–6.
254. Литвиненко М. А. Сорт і якість зерна // Насінництво. 2013. № 3. С. 1–4.

255. Литвиненко М. А., Лифенко С. П., Голуб Є. А. Сильні та екстрасильні сорти пшениці // Насінництво. 2014. № 8. С. 1–6.
256. Лихочвор В. В. Урожайність та якість зерна озимої пшениці залежно від сорту, норми добрив і норми висіву насіння Західного Лісостепу // Зб. наук. пр. Уманського НУС. 2011. С. 754–758.
257. Лихочвор В. В. Урожайність та якість зерна озимої пшениці залежно від сорту та норми мінеральних добрив // Вісник аграрної науки. 2006. Спец. вип. С. 73–76.
258. Лихочвор В. В., Грець Р. Р. Озима пшениця. Львів: Українські технології. 2002. 88 с.
259. Лихочвор В., Демчишин А. Озима пшениця: урожайність та якість зерна різних сортів // Пропозиція. 2003. №3. С. 31–33.
260. Лісовал А. П. Зміна родючості і формування урожайності культур зерно-бурякової сівозміни на лучно-чорноземному кабонатному ґрунті Лісостепу України // Міжнародний реферативний журнал. 2006. Кн. 3. С. 81–83.
261. Літвінова О. А. Вплив тривалого застосування добрив на калійний режим сірого лісового ґрунту // Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. К. 2003. Вип.4. С.26–30.
262. Лозінська Т. П. Формування елементів продуктивності нових сортів пшениці м'якої ярої в умовах Лісостепу // Агробіологія. 2013. Вип. 10. С. 22–25.
263. Лозінський М. В. Використання фізичних показників зерна при доборі на якість пшениці озимої // Вісник Білоцерківського ДАУ. 2006. Вип. 43. С. 5–10.
264. 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. Ч. 1. С. 32–33.
265. Лопатинский С. Н. Расширяется ассортимент круп // Мукомольно-

- елеваторная и комбикормовая промышленность. 1983. № 8. С. 7–8.
266. Лузан Ю. Состояние и перспективы аграрного страхования // Наук. виробничий журнал Агро Вісник України. 2007. №6 (18). С. 15–18.
267. Лукин С. В., Сушков В. П. Влияние удобрений и погодных условий на урожайность озимой пшеницы // Зерновое хозяйство. 2005. № 3. С. 2–4.
268. Лыфенко С. Ф., Ериняк Н. И., Нарган Г. П. Селекция сортов озимой пшеницы интенсивного типа // Сб. научн. тр. Одесского СГИ. Одесса. 2002. Вип. 3 (43). С. 22 – 42.
269. Любич В. В. Аминокислотная характеристика зерна различных сортов и линий пшеницы спельты // Вестник Прикаспия. 2016. № 4. С. 34–37.
270. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2016. Вип. 89. С. 199–206.
271. Любич В. В. Вихід борошна з урожаю зерна пшениці озимої залежно від сорту // Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах: Зб. тез Міжн. наук.-прак. конф. присвяченої 50-й річниці від початку розвитку рисівництва в Україні. Скадовськ. 2013. С. 194.
272. Любич В. В. Вміст анатомічних частин в зерні спельти озимої залежно від сорту // Інновації в сучасній селекції та генетиці сільськогосподарських культур: тези доповідей Всеукр. наук. конф. молодих учених. Одеса. 2014. С. 22–23.
273. Любич В. В. Вміст білка в зерні спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. [Електронний ресурс] // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №3. Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2013_3/index.html.
274. Любич В. В. Вплив видів, норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка та клейковини в зерні пшениці спельти. Теорія і практика інноваційних розробок молодих вчених у ґрунтово-агрохімічній науці: матеріали Всеукр. наук.-прак. конф. Харків. 2017. С. 40–41.
275. Любич В. В. Выход муки из сортов пшеницы озимой разного эколого-

географического происхождения // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, по священной 85-летию со дня рождения Л. Г. Боброва. Алматы. 2013. С. 364–365.

276. Любич В. В. Количество и качество клейковины пшеницы озимой в зависимости от сорта // Сучасні технології вирощування зернових, бобових та технічних культур: матеріали Міжн. наук.-прак. інтернет-конференції. Херсон. 2014. С. 212–215.
277. Любич В. В. Кондитерські властивості зерна пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. Уманського НУС. Умань. 2017. Вип. 91. С. 46–54.
278. Любич В. В. Лінійні розміри зернівки сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Інноваційний шлях розвитку суспільства: проблеми, досягнення та перспективи: зб. наук. пр. Міжн. наук.-прак. інтернет-конференції. Кам'янець-Подільський. 2013. С. 16–18.
279. Любич В. В. Натура зерна пшениці озимої залежно від сорту // Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва: Зб. тез доповідей Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Миронівка. 2013. С. 43.
280. Любич В. В. Оцінка технологічних властивостей зерна безплівкового сорту спельти залежно від рівня азотного живлення // Рациональне використання земельних ресурсів, збереження і підвищення родючості ґрунтів: матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених. Рівне: О. Зень. 2014. С.50–52.
281. Любич В. В. Оцінювання круп'яних властивостей зерна спельти за якістю каші з плющеної крупи // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2016. С. 59–62.
282. Любич В. В. Технологічні властивості зерна спельтоподібних гібридів F₃₋₅, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. [Електронний ресурс] // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №4. Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2013_4/index.html.

283. Любич В. В. Формування вмісту білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти. Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин: матеріали Міжн. наук. конф. Одеса. 2017. С. 92–94.
284. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. №2. 2017. С. 35–41.
285. Любич В. В. Экономическая эффективность переработки зерна пшеницы спельты. Инновационное развитие АПК: социально-экономические проблемы и пути решения: материалы Международной науч.-прак. конф. Новосибирск. 2017. С. 165–166.
286. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Вміст клейковини та її якість в зерні спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2012. Вип. 15. С. 243–246.
287. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Стійкість спельтоїдних гібридів, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L., проти шкідників і хвороб // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2012. Вип. 14. С. 474–477.
288. 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.
289. 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.
290. Любич В. В., Возіян В. В. Органолептична оцінка каші з плющеної крупы спельти залежно від соту // Зб. наук. пр. молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса, 2015. С. 378–379.

291. 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.
292. Любич В. В., Возіян В. В. Плівчастість спельти залежно від сорту // Матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених, присвяченій 170-й річниці від дня заснування Уманського НУС. Умань. 2014. С. 48–49.
293. Любич В. В., Возіян В. В. Урожайність та якість зерна безплівкового сорту спельти залежно від норм азотних добрив // Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави: матеріали Міжн. наук.-практ. конф. Київ. 2014. С. 182–183.
294. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Успадкування вмісту білка та клейковини гібридами F_{4-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Вісник Львівського НАУ. Львів. 2012. №16. С. 74–81.
295. Любич В. В., Новиков В. В. Сравнительная характеристика физических свойств зерна тритикале озимого и пшеницы озимой // Вестник Прикаспия. 2015. №4. С.21–24.
296. Любич В. В., Новіков В. В. Зміна показників склоподібності та вмісту золи в зерні тритикале залежно від геометричних розмірів зернівки // Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва: Зб. тез доповідей Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених. Миронівка. 2013. С. 42.
297. Любич В. В., Новіков В. В., Полянецька І. О. Вміст есенційних амінокислот у зерні пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: тези доповідей V Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених. Київ. 2016. С. 60–61.
298. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возіян В. В. Хлебопекарные свойства зерна спельты в зависимости от сорта // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практ. интернет-конференции. Соленое Займище. 2016. С. 1908–1914.

299. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возиян В. В.. Использование *Triticum aestivum* L. для повышения продуктивности пшеницы. Saarbrücken, Germany: Lap Lambert Academic Publishing. 2016. 252 с.
300. Любич В. В., Полянецкая И. О., Сухомуд О. Г., Возиян В. В. Урожайность и физические показатели некоторых сортов пшеницы мягкой озимой // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: тези доповідей Всеукр. наук. конф. Умань. 2013. С. 74–75.
301. Любич В. В., Полянецкая И. О., Сухомуд О. Г., Возиян В. В. Урожайность и основные качественные показатели пшеницы мягкой озимой в зависимости от сорта // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2013. С. 63–64.
302. Любич В. В., Полянецька І. О. Оцінка сортів пшениці озимої за хлібопекарськими властивостями та врожайністю зерна // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2013. Вип. 11. С. 118–121.
303. Любич В. В., Полянецька І. О. Прояв господарсько-цінних ознак нових зразків пшениці в Правобережному Лісостепу // Теоретичні та прикладні аспекти збереження біорізноманіття: матеріали наук. конф. молодих дослідників. Умань. 2013. С. 75–77.
304. Любич В. В., Полянецька І. О. Якість цілої крупи із зерна спельти залежно від індексу луштиння та водно-теплової обробки. Вісник Уманського НУС. Умань. 2015. С. 34–39.
305. Любич В. В., Полянецька І. О., Возиян В. В. Вихід борошна із зерна спельти залежно від його зволоження та відволоження // Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації: Міжнар. наук.-практ. конф. присвячена 100-річчю від дня народження видатного вченого, доктора сільськогосподарських наук, професора Лесика Бориса Васильовича. Київ. 2015. С. 38–39.
306. Любич В. В., Полянецька І. О., Возиян 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, 2016. С. 150–151.
307. 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.
308. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хімічний склад зерна пшениці спельти залежно від сорту. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. Vol. 1. 2015. P. 450–454.
309. Любич В. В., Полянецька І. О., Зайчук О. М. Оцінка на якість зерна у гібридних популяцій F₄ і F₅ *T. aestivum* L. / *T. spelta* L. // Матеріали Міжн. наук. конф. 16–18 березня 2016 року присвяченої світлій пам'яті Федора Микитовича Парія. Умань. 2016. С. 215–216.
310. Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В. Вплив видів, норм і строків застосування азотних добрив на вихід біоетанола з урожаю зерна сортів пшениці озимої. Новітні агротехнології: теорія та практика: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2017. С. 112–113.
311. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Возіян В. В. Формування технологічних властивостей зерна сортів пшениці озимої // Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату: матеріали тез Міжн. наук.-прак. конф. Мелітополь-Кирилівка. 2013. С. 70–73.
312. Любич В. В., Сухомуд О. Г., И.О. Полянецкая, Любич В. В. Использование спельты в селекции сортов пшеницы мягкой для улучшения качества зерна // Генетика і селекція: досягнення і проблеми: тези доповідей Міжн. наук. конф. Умань. 2014. С. 136–137.
313. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Полянецька І. О. Господарсько-цінні ознаки пшениці спельти // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали XX Всеукр. наук.-прак. конф. Запоріжжя. 2013. С. 25–26.
314. Любич В., Полянецька І., Новіков В., Воробйова Н., Возіян В., Довгун Р. Розробка технології відокремлення зерна пшениці спельти від плівок. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у

- XXI ст.: матеріали 83 Міжн. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів. Київ. 2017. С. 174.
315. Макаренко В. М. Влияние условий минерального питания на продуктивность озимой пшеницы в интенсивном севообороте Лесостепи Украины. Киев. 1997. С. 44–51.
316. Макаренко М. В. Вплив тривалого застосування добрив на формування врожаю озимої пшениці на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті північної частини Лісостепу України: автореферат на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.04 Київ. 2006. 20 с.
317. Макаренко М. В., Бордюжа Н. П. Вплив добрив на якість зерна та хлібопекарно-технологічні показники борошна пшениці озимої, вирощеної на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті // Науковий вісник НАУ. 2008. Вип. 126. С. 142–172.
318. Макляк К. Круп'яна нива // Фермер. 2017. № 8. С. 98–100.
319. 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. Москва: ЦНИИТЭИ Минзага. 1978. Вып. 88. С. 98–102.
320. Маленький Б. Е., Лебедев В. Б., Винников Г. А. Технология приемки, хранения и переработки зерна. Москва. 1990. 367 с.
321. 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.
322. Маренич М. М. Технологічні властивості сортів озимої м'якої пшениці // Вісник аграрної науки. 2010. С. 25–29.
323. Маркевич И. М., Буштевич В. Н. Результаты изучения исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Беларуси // Земледелие и селекция в Беларуси. 2013. Вып. 49. С. 282–291.
324. Маркова М. Г., Мельников Е. М., Панкратов Г. Н. Структурный анализ технологических схем подготовки зерна к помолу. М: Хлебпродинформ. 2000. С. 3–8.

325. Мартин А. Г., Осипчук С. О., Чумаченко О. М. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія. Київ. 2015. 256 с.
326. Машков Б. М., Тевосян В. Т. Справочник по качеству зерна и продуктов его переработки: монография. Москва: Колос. 1971. 352 с.
327. Мелешкина Е. П. Современные аспекты качества пшеницы для выработки муки и крупы // Материалы 6-ой международной конференции. «Мельница-2011. Модернизация. Инновации. Техническое перевооружение». Москва: МПА. 2011. С. 19–24.
328. Мельников Е. Исследования по совершенствованию технологии крупяного производства // Сборник докладов и статей Юбилейной научной конференции. Москва: МГУПП. 2002. 125 с.
329. 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.
330. Мельников Е. М. Обогащение промежуточных продуктов на крупозаводах: монография. Москва: Колос. 1974. 112 с.
331. Мерзлая Г. Е., Гаврилова В. А., Булыга Н. Л. Эффективность навоза и минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы // Агрехимия. 1991. №4. С. 35–39.
332. Мерко А., Мельников Е. Производство быстрорастворимой крупы и зерновых хлопьев // Хлебопродукты. 1998. № 12. 20 с.
333. Мерко І. Т., Моргун В. А. Наукові основи технології зберігання і переробки зерна: монографія. Одеса. 2001. 207 с.
334. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. За ред. Ткачик С. О. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2015. 160 с.
335. Мироненко Н. Н. Качество зерна озимой тритикале в процессе длительного хранения и его долговечность в условиях Центрально-Черноземного региона РФ: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Воронежская ГТА. Воронеж. 2005. 23 с.

336. Михно М. Ринок борошна й круп // The Ukrainian Farmer. 2015. №10. Режим доступу: <http://www.agrotimes.net/journals/article/rinok-boroshna-j-krup>.
337. Моисеева А. И. Технологические свойства пшеницы. Москва: Колос, 1975. 112 с.
338. Мокриевич Г. Л. Цинк в системе удобрения полевых культур // Агрохимия. 1972. № 4. С. 94–99.
339. Моргун В. А., Жегалюк Е. В. Разработка технологи получения крупы из зерна сориза // Труды 56-ой науч. конф.: материалы Всеукр. конф. 8 октября 1996 г. Одесса. 1996. С. 9.
340. Моргун В. В., Тарасюк О. І., Починок В. М., Рибалка О. І. Унікальні за хлібопекарською якістю зерна селекційні лінії пшениці з рідкісними алелями *Gli/Glu*-локусів. Физиология растений и генетика. 2014. Т. 46. № 4. С. 302–308.
341. Моргун В. О. Наукові основи технології виробництва пшеничного борошна і крупы підвищеної харчової цінності: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.02 Одеська національна академія харчових технологій. Одеса. 1999. 33 с.
342. Моргун В. О. Нешліфовані крупы із зерна озимої твердої пшениці VI типу // Зерно і хліб. 1997. №3. С. 23.
343. Моргун В. О., Соц С. М. Підготовка зерна гречки до переробки з використанням НВЧ обробки // Наукові праці ОНАХТ. 2011. № 24. С. 11–16.
344. Моргун В., Жигунов Д. Уміють відбирати пшеничні зародки на млинзаводах Європи та Америки // Зерно і хліб. 2007. №2. С. 16–18.
345. Моргун В., Жигунов Д. Чимало існує технологічних секретів при відборі зародкових пластівців і борошна. Їх треба знати // Зерно і хліб. 2007. №3. С. 26–28.
346. Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы [Шелепов В. В., Маласай В. М., Пензев А. Ф., Кочмарский В. С., Шелепов А. В.]. Мироновка. 2004. 524 с.
347. Мостенська Т. Л., Рибачук-Ярова Т. В., Бойко І. А. Методичні вказівки

- до виконання економічної частини. Київ: НУХТ.2006. 32 с.
348. Наумов И. А. Совершенствование кондиционирования и измельчения пшеницы и ржи: монография. Москва: Колос. 1975. 175 с.
349. Невмивако Т. В. Вплив попередників на врожайність і якість зерна пшениці озимої // Вісник аграрної науки. 2008. №4. С. 74–76.
350. Неволіна К. Н., Сосніна І. Д. Урожайность и параметры адаптивной способности и стабильности озимых зерновых культур при возделывании по различным предшественникам в условиях Предуралья // Земледелие. 2016. № 8. С. 42–44.
351. 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.
352. Недвига М. В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України. Київ: Сільгоспосвіта. 1994. 344 с.
353. Немченко В. В., Филиппов А. С. Оптимизация приемов агротехники перспективных сортов яровой пшеницы // Земледелие. 2011. № 6. С. 15–17.
354. Нестерець В. Г., Кулешов О. О., Гасанорва І. І. Вплив погодних умов, попередників і мінеральних добрив на формування врожайності та якості зерна різних сортів озимої пшениці // Хранение и переработка зерна. 2007. № 8. С. 24–27.
355. Никитин В. В., Воронин А. Н., Навальнев В. В., Карабутов А. П. Значение отдельных агротехнологических факторов в биологизации земледелия // Агрехимия. 2013. № 8. С. 53–58.
356. Никульников И. М., Боронтов О. К., Ситникова В. В., Полухин В. Е. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от агротехники в зерно-свекловичном севообороте // Зерновые культуры. 1998. №1. С.9–10.
357. Нилова Л. П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров. Санкт-Петербург: ГИОРД. 2005. 416 с.
358. Ниниева А. К., Козуб Н. А., Созинов И. А., Леонов О. Ю.,

- Рыбалка А. И., Твердохлеб Е. В., Богуславский Р. Л. Характеристика образцов *Triticum spelta* L. по показателям качества зерна и электрофоретическим спектрам запасных белков // Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2013. Т. 11. №1. С 96–105.
359. Нінієва А. К. Генетичне різноманіття спельти озимої за господарськими ознаками в умовах східної частини Лісостепу України // Селекція і насінництво. 2012. Вип. 101. С. 156–167.
360. Нінієва А. К. Селекційна цінність спельти в умовах східної частини Лісостепу України // Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. 2013. Вип. 82. С. 159–166.
361. Новак Ж. М., Жекова І. О. Характеристика пшениці озимої *Triticum spelta* L // Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. 2011. Вип. 75. С. 128–132.
362. 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.
363. Новіков В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Оптимізація технологічного процесу переробки зерна методами гарячого кондиціонування // Інноваційний потенціал української науки ХХІ сторіччя: матеріали ХХ Всеукр. наук.-прак. конф. Запоріжжя. 2013. С. 31–32.
364. Носко Б. С., Медведев В. В., Непочатов О. П., Скороход В. І. Роль добрив у підвищенні ефективності землеробства у посушливих умовах // Вісник аграрної науки. 2000. №5. С. 11–15.
365. Носко Б. С., Меркулова Т. А., Юнакова Т. А. Вплив агрохімічного фону чорнозему типового і мінеральних добрив на закономірності використання пшеницею озимою макро- і мікроелементів ґрунту // Вісник аграрної науки. 2001. С. 9–12.
366. Нуруллин Э. Г., Дмитриев А. В. Способы шелушения крупяных культур // Информационный листок ТЦНТИ. 1999. № 74. С. 19–23.
367. Оверченко Б. П. Вплив мінеральних добрив на врожайність та якість

- зерна пшениці озимої // Вісник аграрної науки. 2003. № 6. С. 29–30.
368. Овсянникова Л., Орлова С., Гончарук Г. Ефективне очищення насіння від важковідокремлюваних домішок // Зерно і хліб. 2007. № 2. С. 24–25.
369. Овчаренко А. В. Разработка технологии и оценка качества овсяной крупы, полученной гидротермобарометрическим способом : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. Кемерово. 2009. 22 с.
370. Олійник К. М., Давидюк Г. В. Продуктивність і якість зерна пшениці озимої за різних технологій вирощування // Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2011. №83. С. 72–77
371. Орлюк А. П., Гончар О. М., Усик Л. О. Генетичні маркери пшениці Київ: Алефа. 2006. 144 с.
372. 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.
373. Осокіна Н. М., Герасимчук О. П., Матвієнко Н. П. Технологія зберігання і переробки зерна. Київ. 2012. 320 с.
374. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Технологічна оцінка зерна пшениці та тритикале для круп'яного виробництва. Вісник Уманського НУС. 2015. № 2. С. 28–33.
375. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Технологічна оцінка зерна сортів ячменю, пшениці та тритикале для круп'яного виробництва // Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Умань. 2016. Вип. 88 (1). С. 111–125.
376. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід і якість крупи плющеної з пшениці спельти залежно від елементів технології переробки // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2017. Вип. 90. С. 91–98.
377. 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.
378. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вміст крохмалю в зерні спельти залежно від удобрення // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2014. С. 161–163.
379. 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.
380. 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.
381. Осокіна Н. М., Полянецька І. О., Любич В. В., Возіян В. В. Оцінка сортів пшениці озимої за виходом борошна з урожаєм зерна пшениці озимої // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 22. С. 142–145.
382. Осокіна Н., Любич В., Возіян В. Вихід і якість крупи із зерна пшениці спельти залежно від індексу лушніння // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Nitra. 2016. № 1. С. 341–345.
383. Остапенко Н. В. Влияние погодных условий и азотного питания на фотосинтетическую деятельность озимой пшеницы // Агрохимия. 2003. № 3. С. 37.
384. Остапчук М. В., Станкевич Г. М., Гончарук Г. А. Системні методи визначення характеристик зернових мас // Хранение и переработка зерна. 2005. № 11. С. 31–34.
385. Остапчук Н. В. Математическое моделирование технологических процессов хранения и переработки зерна. Москва: Колос. 1977. 240 с.
386. Пабат І. А., Коваленко В. Ю. Озима пшениця і її удобрення на чорноземах в Степу // Агроогляд. 2003. №6 (21). С. 33–35.
387. Павло А. Н. О параллелизме модификационной и генетической

- изменчивости признаков качества зерна // Сельскохозяйственная биология. 1986. № 1. С. 13–27.
388. Павлов А. Н. Современные представления о действии удобрений на качество зерна злаковых культур // Система удобрений и качество урожая. Москва. 1980. Вып. 59. С. 23.
389. Павлоцкая Л. Ф., Дуденко Н. В., Эдельман М. М. Физиология питания. Москва: Высшая школа, 1989. 368 с.
390. Павлюк Н. Т., Шевченко В. Е. Селекционно-генетические основы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы и тритикале в центрально-черноземной зоне. Воронеж: ВГУ, 1988. 192 с.
391. Пархуць І. М. Урожайність та якість пшениці озимої залежно від удобрення на дерново-підзолистих поверхнево оглєсєних ґрунтах передкарпаття // Вісник аграрної науки. 2006. С. 11–16.
392. Пахотина И. В., Колмако Ю. В. Признаки морфологии зерновки и ее размеры при оценке качества зерна твердой пшеницы // Хранение и переработка зерна. 2012. № 6. С. 24–25.
393. Петренко В. В., Осипова Т. Ю. Переработка низкокачественного зерна пшеницы на спирт // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2014. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://agro.snauka.ru/2014/03/1352>.
394. Петренко В., Новік В. Кондитерські властивості зерна пшениці залежно від умов вирощування. Продовольча індустрія АПК. 2012. №1. С. 39–41.
395. Петруня Е. В. Разработка технологии продуктов быстрого приготовления из твердой пшеницы : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет пищевых производств. Москва. 2005. 25 с.
396. Петухов М. П., Дудина Н. Х., Изотов В. Г. Влияние уровня удобрения на урожай и качество зерна яровой пшеницы в звене севооборота // Агрехимия. 1974. №9. С. 53–59.
397. 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.

398. Погорелова И. И. Биохимическое обоснование и разработка технологии получения рисовой крупы повышенного качества и биологической ценности: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Кубанский ГТУ. Краснодар. 2001. 22 с.
399. 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. Ч. 1. С. 281–290.
400. Подпратов Г. І., Ящук Н. О. Придатність зерна пшениці спельти озимої для хлібопекарських та кормових цілей // Новітні агротехнології. 2013. № 1(1). С. 71–79.
401. Политыко П. М., Тоноян С. В., Киселев Е. Ф., Прокопенко А. Г., Вольпе А. А. Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы при различных технологиях возделывания. Земледелие. 2011. № 6. С. 27–28.
402. Полумбрик М. О., Литвяк В. В., Ловкис З. В., Ковбаса В. Н. Углеводы в пищевых продуктах: монографія. Минск: ИВЦ Минфина. 2016. 592 с.
403. 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 НУС. Київ. 2012. 20 с.
404. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Використання внутрішньовидової та міжвидової гібридизації в селекції пшениці озимої // Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: матеріали III Всеукр. наук.-прак. конф. з міжнародною участю. Тернопіль. 2013. С. 96–98.
405. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Вміст білка та його вихід з урожаєм зерна пшениці озимої залежно від сорту // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 21. С. 235–240.
406. Полянецька І. О., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Урожай та якість зерна спельтоїдних гібридів F₃₋₅, одержаних від схрещування *Triticum aestivum*

- L. / *Triticum spelta* L. Біологія: від молекули до біосфери: матеріали VII Міжн. конф. молодих учених. Харків. 2012. С. 150.
407. 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 // Зб. наук. пр. Одеса. 1996. С. 117–132.
408. Попереля Ф., Червоніс М., Литвиненко М., Соколов В., Вовкодав В. Стратегія вирощування і використання української пшениці в ринкових умовах // Пропозиція. 2003. №3. С. 31–33.
409. Поперечний А. М. Термічна обробка нетрадиційної харчової сировини // Торгівля і ринок України: темат. зб. наук. пр. Донецьк: ДДКІ, 1995. С. 168–170.
410. 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. Вып. 5. С. 12–22.
411. Поснова Л. П., Беркутова Н. С. Современные методы оценки технологических свойств пшеницы по твердозерности // Мукомольно-крупяная промышленность. 1990. С. 15–19.
412. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах [Крошко Г. Д., Левченко В. І., Назаренко Л. Н. та ін.]. Київ: Віпол. 1998. 163 с.
413. Притульська Н. В. Ідентифікація продовольчих товарів: теорія і практика: монографія. Київ: НТЕУ. 2007. 193 с.
414. Прищеп Н. И., Просянников Е. В., Коровяковская С. О. Совершенствование методологии агрохимических исследований. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1997. С. 152–165.
415. Прокошев В. В., Дерюгин И. П. Калий и калийные удобрения. Москва: Ледум, 2000. 185 с.
416. Пузік Л. М. Технологія зберігання і переробки зерна. Харків, 2013. 312 с.
417. Пумпянский А. Я. Технологические свойства мягких пшениц. Ленинград. 1971. 320 с.
418. Пшеницы мира. Под. ред. Д. Д. Брежнева, В. Ф. Дорофеев. Ленинград:

Колос, 1976. 488 с.

419. Пшениця спельта / Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, Ф. М. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, Я. С. Рябовол, О. Г. Сухомуд / За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с.
420. Рибалка О. І. Які характеристики повинно мати борошно для бісквітів? // *Хранение и переработка зерна*. 2004. № 11. С. 43–45.
421. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення. Київ: Логос, 2011. 496 с.
422. Рибалка О. І., Моргун Б. В., Починок В. М. Сучасні дослідження якості зерна пшениці у світі: біосинтез та накопичення запасних білків, структура, агрегація і реологія у зв'язку з технологією зерно продуктів // *Физиология и биохимия культурных растений*. 2011. Т. 3. № 6. С. 463–477.
423. Рибалка О. І., Моргун В. В., Починок В. М. Генетичні основи селекції сортів пшениці за спеціалізацією їх технологічного використання // *Физиология и биохимия культурных растений*. 2012. Т. 44. № 2. С. 95–124.
424. Рибалка О. І., Поліщук С. С., Поздняков В. В., Діденко С. Ю. Антиоксидантна активність та інші характеристики харчової цінності зерна ячменю // *Вісник Харківського НАУ*. 2016. Вип. 3(39). С. 64–71.
425. Рибалка О. І., Топораш І. Г., Червоніс М. В. Вміст білка в зерні: чи цього досить // *Хранение и переработка зерна*. 2004. №10. С. 31–34.
426. Рибалка О., Парфентьев М. Поведемо розмову про сорти та гібриди зернових, призначених для одержання біоетанола // *Зерно і хліб*. 2007. № 3. С. 13–16.
427. Романенко О. Л., Дударева Г. Ф., Шевченко М. С. Гарантія високої продуктивності озимої пшениці // *Хранение и переработка зерна*. 2004. № 3. С. 27–29.
428. Романенко О. Л., Стрекаловська О. В., Романенко Н. О., Черенков А. В., Шевченко М. С. Добрива та регулювання якості зерна пшениці озимої // *Хранение и переработка зерна*. 2006. №3(81). С.19–21.
429. Россошанская Н. А. Разработка технологии пшеничных хлопьев : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский ордена трудового

- красного знамени институт пищевой промышленности. М. 1986. 23 с.
430. Руденко В. М. Математична статистика. Київ: Центр учбової літератури. 2012. 304 с.
431. Румянцева В. В. Товароведно-технологические аспекты разработки пищевых продуктов функционального и специализированного назначения: монография. Воронеж: Научная книга. 2010. 62 с.
432. Русанов В. І. Озима пшениця. Технологія // Насінництво. 2004. №5. С. 7.
433. Русанов В. І. Технології вирощування озимої пшениці та їх оцінка // Агроном. 2008. №4. С. 84–88.
434. Рыбалко А. И., Топораш И. Г. Качество украинской пшеницы // Хранение и переработка зерна. 2007. №9. С. 30–33.
435. Рябовол Л. О., Кисельова М. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Рябовол Я. С. Формування врожайності та вмісту білка в зерні спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. // Селекція і насінництво. Харків. 2017. Вип. 111. С. 107–114.
436. Рябчун В. К. Господарська цінність ярих тритикале – [Електронний ресурс]. – Режим доступу :<http://ukrseeds.narod.ru/>
437. Рябчун Н. І., Єльніков М. І., Звягін А. Ф. Спеціальна селекція і насінництво польових культур. Харків, 2010. 462 с.
438. Рядчиков В. Г. Улучшение зерновых белков и их оценка. Москва: Колос, 1978. 368 с.
439. Самсонов М. М. Сильные и твердые пшеницы. Москва: Колос, 1976. 168 с.
440. Сапега В. А. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в условиях Севера Казахстана // Науч.тех.бюл. Сиб. НИИСХ. 1999. Вып. 5–6. С. 24–31.
441. Сафонова О.М., Разборська О. О. Вплив імпульсної водно-теплової обробки зерна пшениці на його структурно-механічні властивості // Вібрації в техніці та технологіях. №1 (61). 2011. С. 168–171.
442. Сафонова О. М., Тіщенко Л. М., Гавриш Т. В. та ін. Технологічні властивості

- зерна, борошна і тіста: монографія. Харків: Апостроф. 2012. 252 с.
443. Свидинюк І. М., Шморгун О. В. Реалізація біологічного потенціалу зернових культур за різних технологій вирощування // Зб. наук. пр. ННЦ “Інститут землеробства УААН”: спецвип. Київ. 2008. С. 49–55.
444. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України / За ред. В. Т. Колючого, В. А. Власенка, Г. Ю. Борсука. Київ: Аграрна наука. 2007. 800 с.
445. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці [Шелепов В. В., Гаврилюк М. М., Чебаков М. П., та ін.]. Миронівка. 2007. 405 с.
446. Семененко Н. Н. Баланс азота удобрений // Земледелие. 1999. №1. С. 43.
447. Сердюк Л. В. Научное обоснование формирования качества комбинированных зерновых продуктов повышенной пищевой ценности: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.18.15. Одесская АПТ. Одесса. 2001. 33 с.
448. Сердюков П. И. К вопросу о стекловидности пшеницы // Хранение и переработка зерна. Труды ВНИИЗ. 1957. Вып. 34. С. 104–112.
449. Сидоренко А. В., Снігир В. П. Екологічний чинник і якість зерна пшениці озимої // Вісник Полтавської ДАА. 2011. №2. С. 45–47.
450. 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.
451. 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. Вып. 1. С. 66–77.
452. Скурихин И. М., Волгарева М. Н. Химический состав пищевых продуктов: справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов // Москва: Агропромиздат. 1987. 360 с.
453. Скурихин И. М., Нечаев А. П. Все о пицци с точки зрения химика. Москва: Высшая школа. 1991. 288 с.
454. Смирнова И. В. Интенсификация технологии спирта с использованием ультразвука в процессе водно-тепловой обработки пшеницы: автореф.

дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет пищевых производств. Москва. 2007. 25 с.

455. Смирнова Л. Г. Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы на выщелоченном эродированном черноземе // Зерновое хозяйство. 2006. №4. С.23–24.
456. Смирнова Ю. Д., Рабинович Г. Ю. Изменение физико-химических показателей дерновоподзолистых почв различного гранулометрического состава под влиянием жидкофазных биосредств // Новые технологии и 21 экологическая безопасность в мелиорации: матер. Междун. конф. молодых ученых и специалистов. Коломна. 2008. С. 165–168.
457. 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.
458. Соболева Е. В., Данина М. М. Основы технологии пищевых продуктов. Москва: НИУ ИТМО. 2013. 56 с.
459. Соболевський В. С., Горбенко В. В., Денисенко В. Д. Холодне кондиціонування зерна // Зерно і хліб. 2007. № 3. С. 31–33.
460. Созинов А. А., Жемела Г. П. Улучшения качества зерна озимой пшеницы и кукурузы. Москва. 1983. 267 с.
461. Созинов А. А., Козлов В. Г. Повышение качества зерна озимых пшениц. Москва: Колос. 1970. 134 с.
462. Соколов В. М. Потенціал нових сортів та гібридів // Насінництво. 2009. №9. С. 1–5.
463. Соколова О. Я., Стряпков А. В., Антимонов С. В., Соловых С. Ю. Тяжелые металлы в системе элемент–почва–зерновые культуры // Вестник ОГУ. 2006. № 4. С. 106–110.
464. Сорока В. І., Улич Л. І., Василюк П. М., Хахула В. С. Ефективне використання селекційно-генетичного потенціалу сортів пшениці озимої м'якої // Агробіологія. 2011. № 6. С. 13–18.
465. 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 НУХТ. 2013. Т.1. Вип. 44. С. 7–10.
466. Соц С. М., Кустов І. О. Крупа вівсяна плющена з голозерного вівса // Наукові праці ОНАХТ. 2012. Вип. 42. Т. 1. С. 33–35.
467. Соц С. М., Кустов І. О. Підготовка голозерного вівса до переробки // Хранение и переработка зерна. 2013. № 4. С. 37–38.
468. 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.
469. Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале та пшениці: пат. 113900 Україна, МПК G01N 27/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 06340; заявл. 10.06.2016., чинний з 27.02.2017, Бюл. № 4.
470. Спосіб визначення кондитерських властивостей зерна тритикале і пшениці: пат. 118968 Україна, МПК А 21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В., Кротик А. С.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13205; заявл. 23.12.2016., чинний з 11.09.2017, Бюл. № 17.
471. Спосіб визначення форми зернівки (насінини) у зернових і зернобобових культур пат. 76472 Україна. № у 2021205989; заявл. 17.05.12; опубл. 10.01.13, Бюл. № 1.
472. Спосіб виробництва крупи з пшениці спельти № 1 і подрібнених із пшениці спельти № 1, 2, 3: пат. 118059 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.
473. 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.

474. 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.
475. Спосіб кулінарної оцінки екструдату із зерна тритикале та пшениці або круп'яних продуктів: пат. 112841 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 08014; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24.
476. 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.
477. Спосіб кулінарної оцінки крупи манної із зерна тритикале та пшениці: пат. 112842 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. – № у 2016 08016; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24.
478. Спосіб лабораторного виготовлення бісквіта з борошна тритикале ті пшениці та його оцінка: пат. 118362 Україна, МПК А 21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13202; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.08.2017, Бюл. № 15.
479. Спосіб лабораторного виготовлення та кулінарної оцінки печива цукрового з борошна тритикале і пшениці: пат. 118361 Україна, МПК А 21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13200; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.08.2017, Бюл. № 15.
480. Спосіб лабораторного виготовлення та оцінки кексу з борошна тритикале і пшениці: пат. 118060 Україна, МПК А 21D 8/02 / Любич В. В.; заявник та

- власник УНУС. № у 2016 13216; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.
481. Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти: пат. 109225 Україна МПК МПК А21D 8/00 / Господаренко Г. М., Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2015 11532; заявл. 23.11.2015; чинний з 10.08.2016, Бюл. № 15.
482. Спосіб лабораторного розмелювання зерна пшениці та тритикале: пат. 116324 Україна, МПК В02С 4/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. № у 2016 13207; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.05.2017, Бюл. № 9.
483. Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале: пат. 118058 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.
484. 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.
485. Спосіб оцінки якості хліба зі спельти: пат. 110269 Україна МПК А21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2015 12030; заявл. 04.12.2015; чинний з 10.10.2016, Бюл. № 19.
486. Спосіб оцінювання хліба з обойного борошна тритикале і пшениці: пат. 115922 Україна, МПК А21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13218; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.
487. Спосіб холодного кондиціонування зерна пшениці: пат. 68550 Україна, МПК В02В 1/04 / Вещинський О. П.; заявник і власник Верещинський О. П.. № у 2011 11984; заявл. 12.10.2011; чинний з 26.03.2012, Бюл. № 6.
488. Стародубцев В. Н., Срепанова Л. П., Коренькова Е. А. Сортовая вариабельность, продуктивный адаптивный потенциал и качество урожая сортов озимой пшеницы. Земледелие. 2011. № 6. С. 22–23.

489. Стаціонарні польові досліді Україн. Реєстр атестатів. Київ: Аграрна наук. 2014. С. 141.
490. Стрихар А. Є., Кавунець В. П., Яблунівська М. П., Сіроштан А. А. Врожайність та посівні якості насіння озимої пшениці залежно від попередників і удобрення // Насінництво. 2009. № 3. С. 20–22.
491. Суروهегин 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.
492. Сухарський В. С. Управління зовнішньоекономічною діяльністю: монографія. Тернопіль: Астон. 2001. 285 с.
493. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Формування якості зерна пшениці озимої за різних норм добрив і застосування фунгіциду Фалькон 460 ЕС, к.е. та стійкість її до ураження бурюю листовою іржею. Агробіологія. 2011. № 6. С. 114–119.
494. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Оцінка хлібопекарських властивостей пшениці озимої залежно від сорту // Фитосанитарная безопасность и контроль сельскохозяйственной продукции: материалы Международной научно-практической конференции. Бояны. 2013. С. 267–277.
495. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2013. Вип. 3. С. 176–178.
496. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2013. Вип. 17. С. 309–311.
497. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Войтовська В. І., Бех Н. С., Недяк Т. М. Перспективи використання крохмалевмісних культур для отримання біоетанола // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2011. Вип. 12. С. 279–284.
498. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Жекова О. І., Парій Ф. М. Якість зерна спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. Вип. 81. 2012. С. 183–189.

499. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О. Проблема підвищення вмісту білка в зерні пшениці та шляхи її вирішення // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2012. Вип. 80. С. 106–112.
500. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О., Парій Ф. М. Порівняльна продуктивність сортів пшениці озимої, створених методами внутрішньовидової та міжвидової гібридизації // Селекційно-генетична наук і освіта: тези доповідей Міжн. наук. конф. Умань. 2013. С. 107–109.
501. Танская А., Овдиенко А. Украинская пшеница урожая 2016 года: вопрос качества остается открытым // Хранение и переработка зерна. 2016. № 8. 13–15.
502. Таранин С. А. Исследование процессов шелушения ячменя с целью создания малогабаритного шелушителя горизонтального типа : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет пищевых производств. Москва. 2005. 24 с.
503. Тараріко Ю. О. Біоенергетичне аграрне виробництво в Лісостепу України // Вісн. аграр. науки. 2011. № 7. С.9–13.
504. Твердохліб О. Успадкування ознак у гібридів видів і сортів і ліній підроду *Vaeoticum* з твердою пшеницею та їхньому потомстві від ступінчастих схрещувань // Вісник Львівського університету. Львів. 2011. Вип. 55. С. 73–80.
505. Твердохліб О. В. Любич В. В., Полянецька І. О. Стійкість інтрогресивних ліній пшениці м'якої до ураження основними грибковими хворобами // матеріали Всеукр. конф. молодих учених. Умань. 2013. С. 122–123.
506. Твердохліб О. В. Трансгресивні форми м'якої пшениці від схрещувань з *T. kiharae* Dorof. et Migusch. та *T. miguschovae* Zhiron // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Харків. 2011. № 947. С. 111–117.
507. Твердохліб О. В., Богуславський Р. Л. Видове різноманіття пшениці, напрямки і перспективи його використання // Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. Умань. 2012. Вип. 80. Ч. 1. С. 37–47.

508. Твердохліб О. В., Голік О. В., Нінієва А. К. та ін. Спельта і полба в органічному землеробстві // Посібник українського хлібороба. 2013. С. 154–155.
509. Тележенко Л. М., Михайлова К. А. Збагачення раціону харчування людини фізіологічно активними компонентами за рахунок споживання соків та напоїв / Л. М. Тележенко // Зернові продукти і комбікорми. 2015. № 9. С. 9–13.
510. 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.
511. Терещенко Ю. Ф. Наукове обґрунтування формування продуктивності, якостей продовольчого зерна та насіння озимої пшениці в південній частині правобережного Лісостепу: Автореф. дис. докт. с.-г. наук: 06.01.09. НАУ. Київ. 1999. 33 с.
512. 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.
513. Технологии пищевых производств. А. П. Нечаев [и др.]; под ред. А.П. Нечаева. Москва. 2005. 768 с.
514. Технологія зберігання зерна з основами захисту від шкідників / Осокіна Н. М., Мостов'як І. І., Герасимчук О. П., Любич В. В., Костецька К. В., Матвієнко Н. П. Київ: ННЦ «ІАЕ». 2016. 181 с.
515. Тихоненко Д. Г., Вергунов В. А., Горін М. О. та ін. Ґрунтознавство в Україні: монографія. Харків. 2016. 473 с.
516. 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.
517. Тоболова Г. В. Геометрическая характеристика зерна тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski. в условиях северной Лесостепи Тюменской

- области // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 9. С. 40–43.
518. Топораш И. Г. Взаимосвязь показателя число падения с другими показателями качества пшеницы с низким числом падения // Хранение и переработка зерна. 2010. № 7. С. 24–26.
519. Улич О. Л. Екологічна спроможність ново зареєстрованих сортів пшениці озимої м'якої. Вісник аграрної науки. 2015. №1. С. 51–55.
520. Уліч Л. І. Оптимізація використання сортів озимої пшениці м'якої // Вісник аграрної науки. 2006. № 6. С. 31–34.
521. Уліч Л. І., Листкова В. М. Сорти пшениці озимої для інтенсивних технологій // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин: Наук.-практ. ж-л. Київ. 2006. С. 103–107.
522. Урубков С. А. Разработка технологий новых видов крупы и муки из зерна тритикале: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет пищевых производств. Москва. 2014. 31 с.
523. Феоктістов П. А., Помонт С. А. Основні вимоги до адаптивності сорту озимої пшениці в умовах глобальних змін у кліматі // Наук. техн. бюл. МПП імені В.М. Ремесла. Київ. 2004. Вип. 3. С. 40–45.
524. Фесенко К. М. Найкращими властивостями відрізняються пластівці з тритикале, отримані методом пропарювання зерна під тиском 0,17 МПа впродовж 6-8 хв. // Зерно і хліб. 2009. № 2. С. 25–26.
525. Финни К. Ф., Ямазаки У. Т. Качество твердозерной, мягкой и дурум пшениц // Пшеница и ее улучшение. Москва. 1970. С.469–497.
526. Фирсова М. К., Попова Е. П. Оценка качества зерна и семян: монография. Москва: Колос. 1981. 224 с.
527. Флис І. М., Макар М. І Вплив режиму волого-теплової обробки гречаного зерна на вихід крупи // Механізація і електрифікація сільського господарства. 2014. Вип. 99 (1). С. 376–383.
528. Фурманова Ю. П., Корж Т. В., Шаповаленко О. И. Воздушная гречиха продукт, изготовленный с помощью микроволн // Инновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения:

- матералы Междунар. научно-практ. конф. Кутаиси. 2015. С. 353–358.
529. Хоботова Е. Б., Уханьова М. І., Гречишкіна О. В. Радіаційно-екологічні аспекти застосування добрив // Вісник СевДТУ. Вип. 97. 2009. С. 137–176.
530. Ходаніцький В., Ходаніцька О. Полба і спельта: нові перспективи вирощування // Пропозиція. 2017. № 3. С. 84–88.
531. Хомовський Д. І. Вплив норм висіву та мінеральних добрив на урожайність пшениці ярої м'якої в умовах південно-західної частини Лісостепу України // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. К., 2012. Вип. 14. С. 371–375.
532. Цильке Р. А., Сапега В. А. Метеорологические условия вегетационного периода и урожайность яровой пшеницы в Северном Казахстане // Сибирский вестник с.-х. науки. 2002. №2. с. 16–20.
533. Черемха Б. Спостереження і технологічний догляд за посівами озимої пшениці // Пропозиція. 2004. № 1. С.48–50.
534. Черенков А. В., Шевченко М. С., Романенко О. Л., Бондаренко А. С. Якість зерна озимої пшениці на півдні України та шляхи її підвищення // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. Дніпропетровськ. 2009. №37. С. 8–12.
535. Черенков А. В., Шевченко М. С., Хорішко С. А., Романенко О. Л. ослідження продуктивності та якості сортів озимих культур в Степу України. Агроном. 2011. № 3. С. 72–75.
536. Чумаченко Ю. Д. Повышение эффективности подготовки зерна тритикале к помолу // Научные труды ОНАХТ. 2001. Вип. 34. Т. 1. С. 13–15.
537. Чумаченко Ю. Д. Снижение энергозатрат процесса крупобразования зерна тритикале // Зернові продукти і комбіорма. 2012. № 2. С. 35–37.
538. Чумаченко Ю., Волошенко О. При луценні тритикале треба зволожувати його до 15 % і знімати 2–3 % оболонки // Зерно і хліб. 2010. № 3. С. 19.
539. Шафран С. А., Прошкин В. А. Влияние агрохимических свойств почв центрального района на урожайность зерновых культур // Агрохимия. 2008. № 7. С. 5–12.
540. Шафран С. А., Хачидзе А. С., Мамедов М. Г., Васильев А. И.

- Эффективность применения азотных удобрений под различные сорта зерновых культур // Сб. науч. тр. Немчиновка. 2006. С. 353–366.
541. Швецова И. А., Максимчук Б. М., Попов Н. А. Хлебопекарские свойства муки повышенной дисперсности из цельносмолотого зерна пшеницы // Хлебопекарская и кондитерская промышленность. 1985. № 6. С. 32–35.
542. Швецова И. А., Колкунова Г. К. Дисперсность, степень повреждения крахмала и водопоглощение муки // Труды ВНИИЗ. 1976. Вып.83. С. 71–81.
543. Шевченко О. Плівчасті пшениці як новий ресурс органічної продукції // Агрперспектива: інформаційно-аналітичний журнал. 2013. № 6. С. 12–19.
544. Шелепов В. В., Чебаков Н. Н., Вергунов В. А. та ін. Пшеница: история, морфология, биология, селекция: монография. Мионовка: ЗАТ Мионовская типография. 2009. 575 с.
545. Ширинян М., Бугаєвський В., Кільдюшкин В., Солдатенко А. Система удобрення озимих колосових в енергозберігаючих технологіях // Агроном. 2006. №3. С.104–106.
546. Шкапов Е. И. Совершенствование технологии диспергирования зерна для производства хлебобулочных изделий: автореф. дис ... канд. техн. наук: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Московский государственный университет пищевых производств. Москва. 2002. 24 с.
547. Шнейдер Т. И., Поландова Р. Д., Пастушенко Т. М. Повысить микробиологическую чистоту макаронных изделий из диспергированного зерна пшеницы // Хлебопечение России. 2001. №1. С. 28–29.
548. Шустикова Е. П., Шаповалова Н. Н. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественника, минеральных удобрений и условий увлажнения в длительном полевом опыте на черноземе обыкновенном // Агрхимия. 2012. №7. С. 48–56.
549. Эмсли Дж. Элементы. Москва: Мир. 1993. 256 с.
550. 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.

551. Ядамсурэнгийн Б. Х. Разработка технологии производства продуктов функционального назначения из ячменя: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Восточно-сибирский государственный технологический университет. Улан-Уде. 2003. 24 с.
552. Якушина Л. М., Бекетова Н. А. Бендер Е. Д., Харитончик Л. А. Использование методов ВЭЖХ для определения витаминов в биологических жидкостях и пищевых продуктах // Вопросы питания. 1993. № 1. С.43–47.
553. Якубке Х.-Д., Ешкайт Х. Аминокислоты, пептиды, белки. Москва: Мир/ 1985. 438 с.
554. Abdel-Aal E. S. M. Kernel, milling and baking quality of spring type spelt and einkorn wheats // J. Cereal Sci. 1997. № 26. P. 363–370.
555. 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.
556. 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.
557. 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.
558. Abdel-Aal, E. Alte Weizenarten: Na hrwert und Verwendungsmo-glichkeiten // Getreide Mehl und Brot. 2003. № 57. P. 323–328.
559. Abdel-Aal, E. S. M. Hucl, P. Sosulski, F. W. Food uses for ancient wheats // Cereal Foods World. 1998. № 43. P. 763–766.
560. Abdelkhalik S. M., Salem A. K. M., bdelaziz A. R., Ammar M. H. Morphological and sequence-related amplified polymorphism-based molecular diversity of local and exotic wheat genotypes // Genetics and Molecular Research. 2016. Vol. 15 (2). P. 1–9.
561. Abid M., Tian Z., Ata-Ul-Karim, Cui S. T., Liu Y., Zahoor Y., Jiang R., Dai D. Nitrogen Nutrition Improves the Potential of Wheat

- (*Triticum aestivum* L.) to Alleviate the Effects of Drought Stress during Vegetative Growth Periods // *Front Plant Sci.* 2016. Vol. 7. <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2016.00981/full>.
562. 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.*
563. Adams V., Ragaei S., Abdel-Aal E. M. Rheological properties and bread quality of frozen yeast-dough with added wheat fiber // *J Sci Food Agric.* 2017. Vol. 97. P. 191–198.
564. Adom K. K., M. E. Sorrells, Liu R. H. Phytochemical Profiles and Antioxidant Activity of Wheat Varieties // *J. Agric. Food Chem.* 2003. Vol. 51. P. 7825–7834.
565. Adom K. K., Liu R. H. Rapid peroxy radical scavenging capacity (PSC) assay for assessing both hydrophilic and lipophilic antioxidants // *J. Agric. Food Chem.* 2005. Vol. 53. P. 6572–6580.
566. Adom K. K., Sorrells M. E., Liu R. H. Phytochemicals and Antioxidant Activity of Milled Fractions of Different Wheat Varieties // *J. Agric. Food Chem.* 2005. Vol. 53. P. 2297–2306.
567. Alghamdi S. S., Khan A. M., Ammar M. H., El-Harty E. H. Phenological, nutritional and molecular diversity assessment among 35 introduced lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes grown in Saudi Arabia // *Int. J. Mol. Sci.* 2014. Vol. 15. P. 277–295. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms15010277>.
568. Andruszczak S., Kraska P., Kwiecińska-Poppe E. et al. Weed infestation of crops of winter spelt wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *spelta*) cultivars grown under different conditions of mineral fertilization and chemical plant protection // *Acta Agrobotanica.* 2012. Vol. 65 (3). P. 109–118.
569. Angioloni A. 1., Collar C. J. Nutritional and functional added value of oat, Kamut, spelt, rye and buckwheat versus common wheat in breadmaking // *Sci Food Agric.* 2011. № 91. P. 1283–1292.
570. Anson N. M., Van Den Berg R., Havenaar R. et al. Ferulic Acid from

- Aleurone Determines the Antioxidant Potency of Wheat Grain (*Triticum aestivum* L.) // J. Agric. Food Chem. 2008. Vol. 56. P. 5589–5594.
571. Antolovich M., Prenzler P. D., Patsalides E. et al. Critical review: methods for testing antioxidant activity // The Analyst. 2002. Vol. 127. P. 183–198.
572. Apak R., Gorinstein S., Bohm V. et al. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report) // Pure Appl. Chem. 2013. Vol. 85. No. 5. P. 957–998.
573. Arabshahi S., Urooj A. Antioxidant Properties of Various Solvent Extracts of Mulberry *Morus indica* L. Leaves // Food Chem. 2007. Vol. 102. P. 1233–1240.
574. Aradottir G. I., Martin J. L., Clark S. J., Pickett J. A., Smart L. E. Searching for wheat resistance to aphids and wheat bulb fly in the historical Watkins and Gediflux wheat collections // Ann Appl Biol. 2017. Vol. 170. P. 179–188.
575. Arufe S., Chiron H., Dore J., Savary-Auzeloux I., Saulnier L., Della Valle G. Processing & rheological properties of wheat flour dough and bread containing high levels of soluble dietary fibres blends // Food Res Int. 2017. Vol. 97. P. 123–132.
576. Bakare A. H., Osundahunsi O. F., Olusanya J. O. Rheological, baking, and sensory properties of composite bread dough with breadfruit (*Artocarpus communis* Forst) and wheat flours // Food Sci Nutr. 2016. Vol. 4. P. 573–587.
577. Baron S., Carignan J., Ploquin A. Dispersion of heavy metals (metalloids) in soils from 800-year old pollution (Mont-Lozere, France) // Environ. Sci. Technol. 2006. V. 40. P. 5319–5326.
578. Barroso M., Silva A., Oliveira D. The use of curvature and measures to discriminate among equilibrium moisture equations for mustard seed // J. of Stored Products Research. 2008. V. 44. P. 67–70.
579. Belitz H. D., Grosch W. Food chemistry // Berlin, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag. 1999. P. 631–636.
580. Belyea R. L., Rausch K. D., Tumbleson M. E. Composition of corn and distillers' dried grains with solubles from dry grind ethanol processing // Bioresource Technology. 2004. № 94. P. 293–298.

581. Bepirszcz K., Budzyński W. Wartość technologiczna ziarna *Triticum aestivum* L. ssp. *vulgare* oraz ssp. *spelta* L. w zależności od poziomu agrotechniki // Ogólnopolska Konferencja pt.: Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* L. ssp. *spelta*) w warunkach zmian klimatu. Puławy. 2011. P. 3–5.
582. Beta T., Nam S., Dexter J. E., Sapirstein H. D. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fractions // *Cereal Chem.* 2005. Vol. 82, No 4. P. 390–393.
583. Blahovec, J., Lahodova, M. Moisture-induced changes of mass and dimension characteristics in some cereal grains // *International Agropysics.* 2015. Vol. 29. P. 1–12.
584. Bojňanská T., Frančáková H. The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications // *Rostl. Výr.* 2002. № 48. P. 141–147.
585. 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.
586. Bowerman A. F., Newberry M., Dielen A. S., Whan A., Larroque O., Pritchard J., Gubler F., Howitt C. A., Pogson B. J., Morell M. K., Ral J. P. Suppression of glucan, water dikinase in the endosperm alters wheat grain properties, germination and coleoptile growth // *Plant Biotechnol.* 2016. V. 14. P. 398–408.
587. Brindzova L., Zalibera M., Simon P. et al. Screening of cereal varieties for antioxidant and radical scavenging properties applying various spectroscopic and thermoanalytical methods // *Intern. J. Food Sci. Techn.* 2009. Vol. 44. P. 784–791.
588. Buerli M. A desk – study. The Global Facilitation Unit for Underutilized Species // *Farro In Italy.* 2006. P. 18–20.
589. Bultynck L., Fiorani F., Lambers H. 1999. Control of leaf growth and its role in determining variation in plant growth rate from an ecological perspective // *Plant Biology.* 1999. Vol. 1. P. 13–18.

590. 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.
591. Cacak-Pietrzak G., Gondek E., Jończyk Kr. Porównanie struktury wewnętrznej oraz właściwości przemiałowych ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej z uprawy ekologicznej // Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. 2013. № 574. P. 3–10.
592. Campbell K. G. Spelt: agronomy, genetics and breeding // Plant Breed. Rev. 1997. № 15. P. 187–213.
593. Capouchová I. Technological quality of spelt (*Triticum spelta* L.) from ecological growing system // Sci. Agric. Bohem. 2001. № 32 (4). P. 307–322.
594. Carlsen M. H., Halvorsen B. L., Holte K. [et al.] The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide // Nutr. J. 2010. Vol. 9. P. 3–11.
595. Carter J. W., Madl R., Padula F. Wheat antioxidants suppress intestinal tumor activity in Min mice // Nutr. Res. 2006. Vol. 26. P. 33–38.
596. Cauvain S. P., Young L. S. The ICC handbook of cereals, flour, dough & product testing: methods and applications // DEStech Publications, Inc. 2009. 498 p.
597. Ceglińska A. Technological value of a spelt and common wheat hybrid // Electronic J. Polish Agric. Universities. 2003. № 6 (1). P. 1–9.
598. Cenkowski S., Ames N, Muir W. E. Infrared processing of oat groats in a laboratory-scale electric micronizer // Canadian Biosystems Engineering. 2006. Vol. 48. P. 3. 266
599. Chaddock R. E. Exercises in statistical methods. Houghton, 1952. 166 p.
600. Choi Y., Jeong H.-S., Lee J. Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea // Food Chemistry. 2007. Vol. 103. P. 130–138.
601. Cubadda R., Marconi E. Technological and nutritional aspects in emmer and spelt // Hulled Wheats. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 4. Proc. of the First International Workshop on Hulled Wheats. Castelvechio Pascoli. Italy. 1995. P. 203–211.
602. Cukelj N., Novotni D., Curic D. Antioxidant properties of whole grain cereals

- // J. Food Technology, Biotechnology and Nutrition. 2010. Vol. 5. P. 18–23.
603. Delcour, J. A., Hosney R. C. Principles of Cereal Science and Technology // AACC International Inc, St. Paul, Minnesota, USA. Third Edition. 2010. 285 p.
604. Demirkesen I. . Rheological properties of gluten-free bread formulations // Journal of Food Engineering. 2010. Vol. 96. P. 295–303.
605. Dolijanovic Z., Oljaca S., Kovacevic D., Đorđević S., Brdarthe J. Effects of different fertilizers on spelt grain yield (*Triticum aestivum* L. *ssp* *spelta*) // IV International Symposium «Agrosym 2013». 2013. P. 506–510.
606. Dubois B., Bertin P., Mingeot D. Molecular diversity of alpha-gliadin expressed genes in genetically contrasted spelt (*Triticum aestivum* L. *ssp*. *spelta*) accessions and comparison with bread wheat (*T. aestivum* L. *ssp*. *aestivum*) and related diploid *Triticum* and *Aegilops* species // Mol Breed. 2016. Vol. 36. P. 152.
607. 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.
608. 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.
609. Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Zusammensetzung und Verotentl. die Eigenschaften von Dinkelproteinen // Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V.-Detmold. 2000. Bd. 284. S. 38–59.
610. Escarnot E. Jacquemin J-M, Agneessens R., Paquot M. 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.
611. FAO statistica [Електронний ресурс]. Agriculture bases. Електрон. дані (6 файлів). – Режим доступу <http://apps.fao.org>.
612. Federal Statistical Office Germany, 2011. Request by mail, response by Doris Schmeling on 12/04/2011.
613. Feng Y., Qu R., Yang Y. Rich haplotypes of Viviparous-1 in *Triticum*

- aestivum* L. subsp. *spelta* with different abscisic acid sensitivities // J Sci Food Agric. 2017. Vol. 97. P. 497-504. doi: 10.1002/jsfa.7751.
614. Fogarasi A.-L., Kun S., Tanko G., Stefanovits-Banyai E., Hegyesne-Vecseri B. A comparative assessment of antioxidant properties, total phenolic content of einkorn, wheat, barley and their malts // Food Chemistry. 2015. V. 167. P. 1–6.
615. Fontana L., Cummings N. E., Arriola Apelo S. I., Neuman J. C., Kasza I., Schmidt B. A., Lamming D. W. Decreased Consumption of Branched-Chain Amino Acids Improves Metabolic Health // Cell Rep. 2016. Vol. 16. P. 520–530.
616. Fragmenta Agronomica. 2008. № 1 (97). P. 228–239.
617. Gallardo C., Jimenez L., Garcia-Conesa M. T. Hydroxycinnamic acid composition and *in vitro* antioxidant activity of selected grain fractions // Food Chem. 2006. Vol. 99. P. 455–463.
618. 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. 2001. Vol. 4. P. 85–87.
619. Gani A., Wani S. M., Masoodi F. A., Hameed G. Whole-grain cereal bioactive compounds and their health benefits: areview // J. Food Process Technol. 2012. Vol. 3. P. 3–10.
620. Garcia-Molina M. D., Barro F. Characterization of Changes in Gluten Proteins in Low-Gliadin Transgenic Wheat Lines in Response to Application of Different Nitrogen Regimes // Front Plant Sci. 2017. Vol. 8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28289425>.
621. Gąsiorowski, H. Pszenica orkisz – zboże ekologiczne // Przegląd Zbożowo-Młynarski. 2004. № 5. P. 13–14.
622. Gianotti A., Danesi F., Verardo V. et al. Role of cereal type and processing in whole grain *in vivo* protection from oxidative stress // Frontiers in Bioscience. 2011. Vol. 16. P. 1609–1618.
623. Gray, J. Carbohydrates: nutritional and health aspects // ILSI Europe concise

- monograph series. Brussels. 2003. № 10. P. 30.
624. Graybosch R. A., Peterson C. J., Shelton D. R., Baenziger P. S. Genotypic and environmental modification of wheat flour protein composition in relation to end-use quality // *Crop Sc.* 1996. V. 36. № 2. P. 296–300.
625. Greffeuille V., Abecassis, Rousset M., Oury F.-X., Faye A., C. Bar L'Helgouac'h, Lullien-Pellerin V. Grain characterization and milling behavior of near-isogenic lines differing by hardness // *Theor Appl Genet.* 2006. Vol. 114 (1). P. 1–12.
626. 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.
627. Gupta P. K., Mir R. R., Mohan A., Kumar J. Wheat genomics: present status and future prospects // *Int. J. Plant Genomics.* 2008. Vol. 36. <http://dx.doi.org/10.1155/2008/896451>.
628. Gyuga P., Demagante A. L., Paulsen G. M. Photosynthesis and grain growth of wheat under extreme nitrogen nutrition regimes during maturation // *J. Plant Nutr.* 2002. № 6. P. 1281–1290.
629. Haqel I. Sulfur and baking-quality of bread making wheat // *Sino-German workshop on Aspects of Sulfur Nutrition of Plants*, Shienyang. 2005. Sonderh 283. P. 23–26.
630. Hector D., Fukai S., Yoyne P. Adapting a barley growth model to predict grain protein concentration for different water and nitrogen availabilities // *Australian Society of Agronomy Inc. Australia.* 1997. P. 117–121.
631. Hidalgo M. A., Brandolinib, Pompeia C., Piscozzi R. Carotenoids and tocols of einkorn wheat (*Triticum monococcum ssp. monococcum* L.) // *J. Cereal Sci.* 2006. Vol. 44. P. 182–193.
632. Hosenev R. S. Structure of cereals // *In Principles of cereal Science and Technology;* American Association of cereal Chemists: St. Paul, MN. 1994. P. 1–28.
633. Hrska S., Brindza J., Fencik R. Dedicnost obsahu zakladnych frakci bielkovin y zrne ozimnej psenice // *Polnohospodarstvo.* 1987. V. 32. № 12. P. 1055–1065.
634. Ivanisova E., Ondrejovic M., Silhar S. Antioxidant activity of milling fractions

- of selected cereals // Nova Biotech. Chim. 2012. Vol. 11, No 1. P. 45–56.
635. Janick J. Plant an introduction to world crops / Jules Janick, Robert W. Schery. San Francisco. 1981. 868 p.
636. Kaliniewicz, Z. A theoretical analysis of cereal seed screening in a string sieve // Technical Sciences. 2013. № 16 (3). P. 234–247.
637. Kasarda D. D., Ovidio R. D. Deduced amino acid sequence of an α -gliadin gene from spelt wheat includes sequences active in celiac disease // Cereal Chem. 1999. № 76. P. 548–551.
638. Kent N. L., Evers A. D. Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture // Woodhead Publishing. 1994. 334 p.
639. Klepacka J., Fornal L. Ferulic acid and its position among the phenolic compounds of wheat // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2006. Vol. 46, No 8. P. 639–647.
640. Kohajdová Z., Karovičová J. Nutritional value and baking applications of spelt wheat // Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria. 2008. Vol. 7(3). P. 5–14.
641. 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.
642. Koutroubas S. D., Fotiadis S., Damalas C. A. Biomass and nitrogen accumulation and translocation in spelt (*Triticum spelta* L.) grown in a Mediterranean area // Field Crops Research. 2012. № 127. P. 1–8.
643. Krawczyk P., Ceglińska A., Kardialik J. Porównanie wartości technologicznej ziarna orkisz z pszenicą zwyczajną // Żywność Nauka Technologia Jakość. 2008. № 5 (60). P. 43–51.
644. Kučerová J. J. The effect of year, site and variety on the quality characteristics and bioethanol yield of winter triticale // Journal of the Institute of Brewing & Distilling. 2007. № 113. P. 142–146.
645. Lachman J., Hejtmánková K., Kotíková Z. Tocols and carotenoids of einkorn, emmer and spring wheat varieties: Selection for breeding and production // J. Cereal Sci. 2013. Vol. 57. P. 207–214.

646. Lacko-Bartošová M., Otepka P. Evaluation of chosen yield components of spelt wheat cultivars // *J. Central Eur. Agric.* 2001. № 2. P. 279–284.
647. Lacko-Bartošová M., Rádlová M. The significance of spelt wheat cultivated in ecological farming in the Slovak Republic // *Proceeding of conference «Organic farming 2007»*. Praha: ČZV. 2007. P. 79–81.
648. Li W. D., Pickard M. D., Beta T. Effect of thermal processing on antioxidant properties of purple wheat bran // *Food Chemistry*. 2007. Vol. 104. P. 1080–1086.
649. Li Y., Ma D., Sun D., Wang C., Zhang J., Xie Y., Guo T. Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods // *The Crop Journal*. 2015. Vol. 3. P. 328–334.
650. Li, X. Zhou, L. Liu, F. Zhou, Q. Cai, J. Wang, X. Dai, T. Cao, W. Jiang, D. Variations in Protein Concentration and Nitrogen Sources in Different Positions of Grain in Wheat. *Front Plant Sci*. 2016. Vol. 7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27446169>.
651. Lim S.-T., Lee J.-H., Shin D.-H. Comparison of Protein Extraction Solution for Rice Starch Isolation and Effects of Residual Protein Content on Starch Pasting Properties. *Starch. Starke*, 1999. V. 51. P. 120–125.
652. Lin P.-Y., Czuchajowska S. Starch properties and stability of club and soft white winter wheats from the Pacific Northwest of the United States. *Cereal Chem.* 74:639–646. doi:10.1094/CCHEM.1997.74.5.639.
653. Liu W., Brennan M. A., Serventi L., Brennan C. S. Effect of cellulase, xylanase and alpha-amylase combinations on the rheological properties of Chinese steamed bread dough enriched in wheat bran // *Food Chem.* 2017. Vol. 234. P. 93–102.
654. Liubych V. V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on cereal yield and its quality // *Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практ. интернет-конференции*. Солоное Займище, 2016. С. 2462–2470.

655. Liubych V. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi S. P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 108 p.
656. Liubych V. V., Polianetska I. O., Florenko M.P. Evaluation of milling grain characteristics of different varieties and strains spelt wheat // Проблеми і сучасність аграрної науки та продовольства: матеріали V Наук.-практ. інтернет-конф. Полтава. 2017. С. 97–98.
657. Liubych V. V., Vorobiova N. V., Polynetska I. O. Formation of baking properties of spelt wheat grain depending on the variety and strains. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: Матеріали III Міжн. наук.-практ. конф. Київ. 2017. С. 170–171.
658. 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.
659. 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.
660. Lohrmann J., Harter K. Plant Two-Component Signalling Systems and the Role of Response Regulators // Plant Physiol. 2002. V. 128. P. 363–369.
661. Lubuch V. V., Polynetska I. O. Physical properties of grain of triticale depending on sort and different factions // Інноваційний потенціал світової науки XXI сторіччя: Зб. статей учасників 26 Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя. 2014. С. 30–31.
662. Lubuch V. V. Physical characteristics of winter wheat grain quality depending on the variety // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Запоріжжя. 2013. С. 22–24.
663. Lubuch V. V. The estimated output of flour grain yield of winter wheat depending on varieties // Проблемы и перспективы развития современной аграрной науки: материалы международной научно-практической интернет-конференции. Николаев. 2014. С. 7.
664. Ma J. F., Takahashi E. Fertilizer and Plant Silicon Research in Japan // Amsterdam. 2002. 215 p.

665. Mahar A. R., Hollington P. A., Virk D. S., Witcombe J. R. Selection of early heading and sault-tolerance in bread wheat // *Cer. Res. Com.* 2003. № 1. P. 81–88.
666. Majewska K., Dąbkowska E., Żuk-Gołaszewska K. et al. Wartość wypiekowa mąki otrzymanej z ziarna wybranych odmian orkisz (*Triticum Spelta* L.) // *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2007. № 2 (51). P. 60–71.
667. Makowska A., Obuchowski W., Adler A. et al. Charakterystyka wartości przemiałowej i wypiekowej wybranych odmian orkisz // *Fragmenta Agronomica.* 2008. № 1 (97). P. 228–239.
668. Marconi E., Carcea M. Pasta from nontraditional raw materials // *Cereal Food World.* 2001. № 46. P. 522–530.
669. 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.
670. 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.
671. 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.
672. Martyniuk A. T., Rudenko L. D., Sukhomud O. G., Lubich V. V., Voziyan V. V. The assessment of technological properties of grain depending on winter wheat variety // *Вестник Прикаспия. Астрахань.* 2014. № 4. С. 24–28.
673. 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.
674. Mencia G., El-Qutob D., Pineda F., Castillo M. Occupational allergy to *Triticum spelta* L. flour // *Allergol Int.* 2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28764943>.
675. 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* L. ssp.*

- spelta*) w warunkach zmian klimatu. Puławy. 2011. P. 28–30.
676. Moreira-Ascarrunz, S. D. Larsson, H. Prieto-Linde, M. L. Johansson, E. Mineral Nutritional Yield and Nutrient Density of Locally Adapted Wheat Genotypes under Organic Production. *Foods*. 2016. Vol. 5. <http://www.mdpi.com/2304-8158/5/4/89>.
677. Moudry J., Dvoracek V. Chemical composition of grain of different spelt (*Triticum spelta* L.) varieties // *Rostlinna Vy roba*. 1999. № 45. P. 533–538.
678. Nayak B., Liu H., Tang J. Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables and grains – a review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013. 113 p.
679. Neeson R. Organic spelt production // *Industry & Investment NSW*. 2011. P. 1–8.
680. Office fédéral de la statistique, Suisse, 2011. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/07.html>, consulted on 23/03/2011.
681. Okarter N., Liu R. H. Health Benefits of Whole Grain Phytochemicals // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2010. Vol. 50, No 3. P. 193–208.
682. 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.
683. Osokina N. M., Lubich V. V., Polyanetska I. A., Voziyan V. V. The effect of gluten content on the gas-holding ability of spelt flour / N. M. Osokina, // *Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали III Міжн. наук.-прак. конф. Умань*. 2015. С. 175–177.
684. 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.
685. Panozzo J. F., Eagles H. A., Austral J. Cultivar and environmental effects on quality characters in wheat // *Agr. Res.* 1998. №5. P. 757–766.
686. Peressini D., Braunstein D., Page J. H., Strybulevych A., Lagazio C.,

- Scanlon M. G. Relation between ultrasonic properties, rheology and baking quality for bread doughs of widely differing formulation // *J Sci Food Agric.* 2017. Vol. 97. P. 2366–2374.
687. Petrenko V. V., Osipova T. Y., Lyubich V. V., Homenko L. A. Relation between Hagberg-Perten falling number and acidity of wheat flour according to storage and agricultural systems // *Ratar. Povrt.* 2015. Vol. 52. 120–124.
688. Petrenko V., Liubich V., Bondar V. Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions // *Romanian Agricultural Research.* No. 34. 2017. P. 69–76.
689. Piekut M. Wybrane aspekty zachowań studentów ekonomii na rynku produktów zbożowych // *Przegląd Zbożowo – Młynarski.* 2007. № 10. P. 4–8.
690. 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.
691. Podolska G., Boguszevska E., Mikos M. et al. Wartość technologiczna ziarna i mąki *Triticum spelta* L., *Triticum durum* i *Triticum aestivum* L. w zależności od dawki azotu i niedoboru wody w glebie // *Ogólnopolska Konferencja pt.: Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz (Triticum aestivum L. ssp. spelta) w warunkach zmian klimatu.* Puławy. 2011. P. 31–33.
692. 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.
693. 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.
694. 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.
695. Radić, H., Saam C., Hüls R., Kling C. I., Hesemann C. U. Characterization of spelt (*Triticum spelta* L.) forms by gel-electrophoretic analyses of seed

- storage proteins. III. Com-parative analyses of spelt and Central European winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars by SDS-PAGE and acid-PAGE // Theor. Appl. Genetic. 1998. № 97. P. 1340–1346.
696. 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.
697. 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.
698. 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.
699. Revanappa S. B., Salimath P. V. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of different wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties // J. Food Biochem. 2011. V. 35. P. 759–775 .
700. Reynolds M. P., Hobbs P. R. , Braun H. J. Challenges to international wheat improvement // Aqreecultural Sciens. 2007. № 3. C. 225–227.
701. Richards I. R. Energy balances in the growth of oilseed rape for biodiesel and of wheat for bioethanol // Levington Agriculture Report. BABFO. 2000. P. 9–38.
702. Righetti L., Rubert J., Galaverna G., Folloni S., Ranieri R., Stranska-Zachariasova M., Dall'Asta C. Characterization and Discrimination of Ancient Grains: A Metabolomics Approach // Int J Mol Sci. 2016. Vol. 17.
703. Rozenberg R., Ruibal-Mendieta N. L., Petitjean G. et al. Phytosterol analysis and characteri-sation in spelt (*Triticum aestivum* L. *ssp.spelta*) and wheat (*T. aestivum* L.) lipids by LC/APCI-MS // J. Cereal Sci. 2003. № 38. P. 189–197.
704. Ruegger A., Winzeler H. Performance of spelt (*Triticum spelta* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) at two different seeding rates an nitrogen levels under contrasting environmental conditions // J. Agron. Crop. Sci. 1993. V. 170. P. 289–295.
705. Ruegger A., Winzeler H., Nosberger J. Die ertransbildung von Dinkel (*Triticum aestivum* L. *spelta*) unter verschiedenen umweltbedingungen im Freiland // J. Agron. Crop Sci. № 164. 1990. P. 145–152.

706. Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., M. P. Mignolet, Marques C., Rozenberg R., Petitjean G., Habib-Jiwan J. L., Meurens M., Quentin-Leclercq J., Delzenne N. M., Larondelle Y. Spelt (*Triticum aestivum* L. 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. Vol. 53. P. 2751–2759.
707. 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.
708. Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., Mignolet J. M. P. et al. Spelt (*Triticum aestivum* L. 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.
709. Sanchez-Bragado, R. Serret, M. D. Araus, J. L. The Nitrogen Contribution of Different Plant Parts to Wheat Grains: Exploring Genotype, Water, and Nitrogen Effects. Front Plant Sci. 2016. Vol. 7. <https://doi.org/10.3389/fpls>.
710. 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.
711. Schober T. J., Clarke Ch. I., Kuhn M. Characterization of functional properties of gluten proteins in spelt cultivars using rheological and quality factor measurements // Cereal Chem. 2002. № 79. P. 408–417.
712. Schober, T. J., Bean S. R., Kuhn M. Gluten proteins from spelt (*Triticum aestivum* L. ssp. *spelta*) cultivars: A rheological and size-exclusion high-performance liquid chromatography study // Cereal Sci. 2006. № 44. P. 161–173.
713. Sharrat B. S., Knight C. W., Wooding F. Climatic impact on small grain production in the subarctic region of the United States // Arctic. 2003. №3. P. 219.
714. Shewry P. R. The HEALTHGRAIN programme opens new opportunities for improving wheat for nutrition and health // Nutr. Bull. 2009. Vol. 34, No 2. P. 225–231.
715. 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.
716. Simurina O., Dozet J., Vukobratovic R. Potenzijal domace pšenice roda 1997 codine u namenskoj preradi // Zito-hleb. 1997. №6. S. 189–195.
717. 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.
718. Slavin J. Whole grains and human health // Nutrition Research Reviews. 2004. Vol. 17. P. 99–110.
719. Su W. H., Sun D. W. Facilitated wavelength selection and model development for rapid determination of the purity of organic spelt (*Triticum spelta* L.) flour using spectral imaging // Talanta. 2016. Vol. 155. P. 347–357.
720. Sulewska H. Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na plonowanie i skład chemiczny ziarna formy ozimej orkiszu pszennego (*Triticum aestivum* L. ssp. *spelta*) // Pamiętnik Puławski. 2004. № 135. P. 285–293.
721. 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.
722. Teixeira E. I., George M., Herreman T., Brown H., Fletcher A., Chakwizira E. The impact of water and nitrogen limitation on maize biomass and resource-use efficiencies for radiation, water and nitrogen // Field Crops Res. 2014. Vol. 168. P. 109–118.
723. Tilman A., Schober J., Kuhn M. Capillary zone electrophoresis for gliadin separation: applications in a spelt breeding program // Eur. FoodRes. Technol. 2003. № 217. P. 350–359.
724. Tomic J., Torbica A., Popovic L., Hristov N., Nikolovski B. Wheat breadmaking properties in dependence on wheat enzymes status and climate conditions // Food Chem. 2016. Vol. 199. P. 565–572.
725. Tyler G. Heavy metal pollution and soil enzymation activity Plant and soil Biology of North–West Caucasus // Summaries of Latinarian Congress of

Soil Science Chile. 1999. 206 p.

726. USDA National Agricultural Statistics Service (NASS). 2011. Washington's wheat variety–2011 crop. http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Washington/Publications/Small_Grains/index.asp (accessed 21 Aug. 2012).
727. Voet D., Voet J. G. Biochemistry. Wiley. 2011. 496 p.
728. Waga J., Węgrzyn S., Boros D. et al. Wykorzystanie orkiszu (*Triticum aestivum* L. ssp. *spelta*) do poprawy właściwości odżywczych pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L. ssp. *vulgare*) // Biuletyn IHAR. 2002. № 221. P. 3–16.
729. Warechowska M., Warechowski J., Tyburski J., Siemianowska E. Ocena wartości przemiałowej ziarna orkiszu. Ogólnopolska Konf. pt.: Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* L. ssp. *spelta*) w warunkach zmian klimatu. 2011. P. 45–46.
730. Weegels P. L., Orsel R., Cereal J. Functional properties of low Mr. Wheat properties. 2. Effects on dough properties // Sci. 1995. v. 21. №2. p. 117–126.
731. 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.
732. Winzeler H., Ruëgger A. Dinkel: Renaissance einer alten Getreideart // Landwirtschaft Schweiz. 1990. № 3. P. 503–511.
733. Yu L., Nanguet A., Beta T. Comparison of Antioxidant Properties of Refined and Whole Wheat Flour and Bread // Antioxidants 2013. Vol. 2. P. 370–383.
734. Zakcharchenko N. A. Same aspects of growth in vegetative segments of the main shoot of spring wheat // Annual wheat newsletter. Kansas State University, Manhattan. 1998. Vol. 44. P. 47–49.
735. Zanetti S., Winzeler M., Feuillet C., Keller B., Messmer M. Genetic analysis of bread-making quality in wheat and spelt // Plant Breed. 2001. № 120. P. 13–19.
736. Zielinski H., Ceglinska A., Michalska A. Bioactive compounds in spelt bread // Eur. Food Res. Technolol. 2008. № 226. P. 537–544.

ДОДАТКИ

Додаток А

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань)

Сільсько- господарський рік	Всього	Місяць											
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Кількість опадів, мм													
1961–1990	633,0	43,0	33,0	43,0	48,0	47,0	44,0	39,0	48,0	55,0	87,0	87,0	59,0
2007/2008	516,1	33,1	13,2	64,6	29,8	17,9	8,5	49,6	54,5	33,7	51,2	44,7	27,3
2008/2009	523,5	126,8	17,5	33,0	51,4	25,6	73,9	46,8	0,0	38,5	49,0	86,1	4,5
2009/2010	726,8	38,8	64,9	14,9	80,5	108,6	60,2	38,2	43,3	52,6	139,3	59,1	26,4
2010/2011	701,7	73,4	29,3	28,2	95,6	28,8	18,7	3,7	25,2	68,5	129,2	150,7	50,4
2011/2012	410,2	12,4	71,6	2,2	31,8	33,1	27,8	24,7	38,4	45,7	24,2	69,4	28,9
2012/2013	710,8	90,6	35,0	30,7	135,5	58,0	36,0	61,0	37,0	71,0	78,0	23,0	55,0
2013/2014	497,0	90,0	5,0	18,0	6,0	49,0	5,0	16,0	42,0	125,0	73,0	52,0	16,0
2014/2015	573,0	83,0	36,0	30,0	23,0	38,0	20,0	55,0	69,0	40,0	114,0	48,0	17,0
2015/2016	543,0	38,0	23,0	50,0	8,0	74,0	59,5	26,9	31,8	114,4	73,7	15,8	27,9
Температура повітря, °С													
1961–1990	7,4	-5,7	-4,2	0,4	8,5	14,6	17,6	19,0	18,2	13,6	7,6	2,1	-2,4
2007/2008	9,5	-3,2	0,4	4,6	10,0	13,9	18,6	21,1	21,6	13,4	9,9	3,8	-0,4
2008/2009	9,2	-3,4	-0,8	2,2	10,1	14,6	20,2	21,2	19,3	16,1	9,2	4,6	-2,4
2009/2010	13,7	16,1	9,2	4,6	-2,4	-7,8	-3,0	0,7	9,3	16,4	20,6	23,0	23,6

Продовж. дод. А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2010/2011	9,7	14,5	5,9	7,4	-1,2	-3,1	-5,2	1,4	9,5	15,7	19,7	21,7	18,9
2011/2012	9,0	15,0	7,0	1,8	1,0	-4,2	-10,2	2,2	12,1	18,0	21,3	23,4	20,8
2012/2013	10,6	16,5	10,6	4,5	-5,2	-3,9	0,3	0,0	10,9	18,4	20,5	20,1	19,9
2013/2014	13,3	12,2	9,0	6,6	-0,9	-3,6	-1,7	6,5	9,7	16,0	17,5	21,5	20,8
2014/2015	12,6	14,8	6,4	1,8	-2,0	-1,4	-1,1	4,1	8,7	15,6	19,3	21,3	21,2
2015/2016	10,1	17,7	6,9	4,6	1,7	-5,6	2,4	4,5	12,3	14,7	20,1	21,6	20,7
Відносна вологість повітря, %													
1961–1990	76,2	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88
2007/2008	76,1	85	70	77	78	72	70	63	59	79	84	89	87
2008/2009	74,3	84	75	74	75	54	72	61	58	80	81	88	90
2009/2010	77,9	80	81	88	90	87	88	79	66	71	71	72	62
2010/2011	75,0	71	79	87	91	91	77	69	58	65	70	72	70
2011/2012	74,0	71	79	79	88	88	84	74	71	65	61	62	66
2012/2013	76,8	69	81	91	87	88	86	75	65	67	73	71	69
2013/2014	77,2	84	81	87	84	85	87	65	72	74	72	70	65
2014/2015	73,3	68	74	85	89	89	81	72	63	66	64	68	60
2015/2016	74,4	71	70	84	83	85	82	74	64	72	73	67	68

Додаток Б

Додаток Б.1

Висота рослин сортів і ліній різних видів пшениць, см

Сорт, лінія	Рік дослідження					Елементи варіаційної мінливості	
	2011	2012	2013	2014	2015	$\bar{x} \pm S_x$	V, %
Подольянка (st)	90	85	75	108	103	92 ± 13	15
Ужинок	81	77	73	101	98	86 ± 13	15
Вікторія одеська	83	75	71	100	99	86 ± 13	16
Кохана	92	87	61	98	95	87 ± 15	17
Вдала	87	82	71	100	97	87 ± 12	13
Ластівка одеська	88	82	73	104	104	90 ± 14	15
Славна	81	76	70	93	87	81 ± 9	11
Щедра нива	84	78	75	103	98	88 ± 12	14
Мирхад	105	94	86	110	108	101 ± 10	10
Суасон	93	85	72	117	110	95 ± 18	19
Паннонікус	94	90	85	110	103	96 ± 10	10
Лупус	102	95	91	113	107	102 ± 9	9
Емеріно	109	95	85	116	109	103 ± 13	12
Чорноброва	100	98	93	111	104	101 ± 7	7
Ас Maskinnon	107	102	98	116	105	106 ± 7	6
Ефіопська 1	110	106	104	112	99	106 ± 5	5
Уманчанка	116	112	101	121	113	113 ± 7	7
Кулундинка	142	135	127	158	150	142 ± 12	9
Р 7	75	73	70	76	75	74 ± 2	3
LPP 3118	94	86	76	101	84	88 ± 10	11
LPP 1314	116	110	100	131	108	113 ± 12	10
LPP 2793	121	115	102	132	110	116 ± 11	10
НАК46/12	83	79	72	102	89	85 ± 11	13
НАК61/12	114	100	84	139	130	113 ± 22	20
<i>HIP</i> ₀₅	5	5	4	5	5	—	—

Додаток Б.2

Стійкість рослин сортів і ліній різних видів пшениць до вилягання, бал

Сорт, лінія	Рік дослідження		
	2011	2014	2015
	27.06.	29.05	17.06
Подолянка (st)	9	9	7
Вдала	9	9	3
Вікторія одеська	9	9	5
Ластівка одеська	9	9	9
Ужинок	9	9	9
Кохана	9	9	9
Щедра нива	9	9	9
Славна	9	9	9
Мирхад	9	9	9
Емеріно	9	9	9
Суасон	9	9	9
Лупус	9	9	9
Паннонікус	9	9	9
Кулундинка	5	7	5
Чорноброва	9	9	7
Уманчанка	5	9	7
Ас Maskinnon	9	9	9
Ефіопська 1	9	9	9
LPP 2793	5	9	9
LPP 1314	9	9	9
LPP 3118	9	9	9
P 7	9	9	9
NAK61/12	5	5	1
NAK46/12	9	7	9
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

Додаток Б.3

Індекс розвитку та стійкість рослин до листових хвороб у фазу молочної стиглості зерна сортів і ліній різних видів пшениць

Сорт, лінія	2011 р.		2012 р.		2013 р.		2014 р.	
	Бура іржа		Септоріоз		Септоріоз		Септоріоз	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Подольянка (st)	8,3	1	10,8	1	17,2	3	68,9	1
Ужинок	11,1	1	10,7	1	6,5	3	51,3	1
Вікторія одеська	13,1	1	13,0	1	32,8	3	63,7	1
Ластівка одеська	12,1	1	17,9	3	44,3 ¹	3	71,2	1
Вдала	13,4	1	13,8	1	1,2	7	71,5	1
Кохана	11,9	1	3,9	1	26,7	3	75,6	1
Мирхад	8,3	3	5,9	3	43,4 ¹	3	28,4	5
Славна	14,1	1	15,6	1	27,1	3	60,4	1
Щедра нива	9,0	1	1,8	1	28,6	3	66,8	1
Емеріно	4,0	3	0	–	8,0	3	14,8	5
Суасон	3,5	3	1,9	1	10,3	5	48,9	1
Паннонікус	7,0	1	2,6	1	25,9	3	50,7	3
Лупус	7,7	1	2,8	1	30,1	3	76,9	1
Кулундинка	8,9	3	0,8	1	1,9	5	13,1	5
Ас Маскіннон	3,3	3	1,5	1	6,2	5	28,9	3
Чорноброва	10,5	3	3,3	3	6,1	3	35,7	3
Ефіопська 1	62,8	3	70,4 ²	3	96,5 ²	1	46,5	3
Уманчанка	4,8	3	2,0	3	3,8 ²	1	50,7	5
LPP 2793	3,5	5	0,6	1	6,6	5	14,7	5
LPP 1314	3,4	5	1,0	1	8,9	5	25,4	5
LPP 3118	3,0	5	1,4	1	12,6	5	54,7	3
P 7	6,2	5	2,7	1	54,6	3	65,6	1
NAK61/12	4,4	5	4,8	1	20,7 ²	1	49,1	5
NAK46/12	0	–	0	–	0	–	58,3	3
HIP ₀₅	0,2	1	0,8	1	1,8	1	2,6	1

Примітки: 1) – індекс розвитку хвороби, %; 2 – стійкість до хвороб за шкалою за Е. Е. Saari та J. M. Prescott, бал;

2) ¹ – вірус жовтої карликовості ячменю, ² – бура листовка іржа.

Додаток Б.4

Урожайність зерна сортів і ліній різних видів пшениць, т/га

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років	Індекс стабільності
	2011	2012	2013	2014	2015		
Подолька (st)	9,12	8,41	5,43	8,25	8,35	7,91	1,68
Ластівка одеська	6,00	5,34	4,78	8,85	10,38	7,07	2,17
Вдала	10,51	9,93	5,03	8,55	6,85	8,17	2,09
Вікторія одеська	9,77	8,59	8,24	8,94	7,75	8,66	1,26
Кохана	11,65	11,29	6,42	9,76	11,58	10,14	1,81
Ужинок	11,08	10,94	8,72	9,13	10,98	10,17	1,27
Мирхад	9,21	8,55	8,12	7,95	8,15	8,40	1,16
Щедра нива	9,64	8,79	7,65	9,27	9,80	9,03	1,28
Славна	11,02	10,89	6,50	8,86	9,93	9,44	1,70
Паннонікус	10,47	10,31	9,64	9,85	10,76	10,21	1,12
Суасон	10,28	10,03	9,06	11,91	10,95	10,45	1,31
Лупус	11,53	10,81	9,73	10,00	10,83	10,58	1,18
Емеріно	12,30	11,54	10,53	12,45	11,33	11,63	1,18
Ефіопська 1	4,56	4,49	3,24	4,80	5,39	4,50	1,66
Кулундинка	6,23	8,26	8,69	6,98	6,20	7,27	1,40
Чорноброва	9,87	9,54	9,46	10,01	9,30	9,64	1,08
Уманчанка	9,01	11,05	10,40	10,98	9,47	10,18	1,23
Ас Maskinnon	10,44	10,40	10,38	10,95	9,25	10,28	1,18
LPP 2793	9,29	9,49	9,05	9,70	9,75	9,46	1,08
LPP 3118	9,85	9,71	9,07	10,27	9,15	9,61	1,13
P 7	10,46	10,41	9,05	8,84	10,43	9,84	1,18
LPP 1314	10,63	10,79	10,02	11,45	10,55	10,69	1,14
NAK61/12	7,43	9,55	7,09	5,25	4,08	6,68	2,34
NAK46/12	9,55	9,50	9,23	8,80	7,53	8,92	1,27
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,48</i>	<i>0,45</i>	<i>0,43</i>	<i>0,44</i>	<i>0,46</i>	–	–

Додаток Б.5

Коефіцієнт ефективності матаболізації та індекс комплексного оцінювання
вмісту есенційних амінокислот у зерні сортів і ліній різних видів пшениць,
2013–2015 рр.

Сорт, лінія	КЕМ	До st, ±	ІКО	До st, ±
Подільянка (st)	0,46	–	1,06	–
Вікторія одеська	0,40	-0,06	0,68	-0,38
Кохана	0,41	-0,05	1,17	0,11
Ужинок	0,43	-0,03	1,01	-0,05
Ластівка одеська	0,44	-0,02	0,79	-0,27
Вдала	0,48	0,02	0,95	-0,11
Славна	0,42	-0,04	0,70	-0,36
Щедра нива	0,53	0,07	1,16	0,10
Мирхад	0,57	0,11	0,96	-0,10
Лупус	0,28	-0,18	0,87	-0,19
Емеріно	0,44	-0,02	1,08	0,02
Паннонікус	0,47	0,01	1,61	0,55
Суасон	0,52	0,06	1,01	-0,05
Чорноброва	0,42	-0,04	1,02	-0,04
Кулундинка	0,46	0,00	1,82	0,76
Ас Маскіннон	0,47	0,01	0,97	-0,09
Ефіопська 1	0,46	0,00	1,97	0,91
Уманчанка	0,48	0,02	1,26	0,20
LPP 1314	0,41	-0,05	1,41	0,35
P 7	0,45	-0,01	1,72	0,66
LPP 2793	0,50	0,04	1,87	0,81
LPP 3118	0,50	0,04	1,95	0,89
NAK46/12	0,42	-0,04	1,34	0,28
NAK61/12	0,46	0,00	1,08	0,02
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,02</i>	–	<i>0,06</i>	–

Додаток Б.6

Вміст протеїну в зерні сортів і ліній різних видів пшениць, %

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років
	2011	2012	2013	2014	2015	
Подільянка (st)	15,8	16,8	12,2	10,5	13,2	13,7
Вікторія одеська	12,1	13,8	10,1	8,5	11,1	11,1
Ластівка одеська	13,7	14,9	12,4	9,0	10,9	12,2
Вдала	13,9	15,1	13,0	9,0	12,0	12,6
Ужинок	14,0	15,6	12,2	9,4	13,1	12,9
Кохана	15,2	16,1	13,8	13,1	15,5	14,7
Щедра нива	13,4	14,2	9,0	7,8	13,4	11,6
Славна	12,2	13,5	12,6	9,6	10,4	11,7
Мирхад	13,6	13,1	11,7	9,2	11,3	11,8
Суасон	12,9	14,0	11,4	10,2	12,9	12,3
Лупус	15,8	16,9	12,6	9,5	14,8	13,9
Емеріно	17,4	16,8	12,3	11,5	13,7	14,3
Паннонікус	18,0	18,5	14,2	12,7	18,6	16,4
Ас Маскіннон	12,6	13,3	12,0	10,6	11,0	11,9
Чорноброва	14,6	15,8	13,6	12,3	13,3	13,9
Кулундинка	19,2	20,5	18,6	16,5	20,3	19,0
Уманчанка	17,8	18,1	16,5	15,3	16,2	16,8
Ефіопська 1	21,7	21,3	20,2	22,7	25,8	22,3
Р 7	19,8	20,5	16,1	15,5	21,1	18,6
LPP 1314	18,9	20,1	19,7	18,4	17,6	18,9
LPP 2793	20,9	22,2	20,9	19,8	20,5	20,9
LPP 3118	22,0	23,0	21,5	21,7	22,0	22,0
НАК61/12	15,7	16,8	14,6	14,1	14,5	15,1
НАК46/12	18,1	19,3	19,4	16,0	17,2	18,0
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,9</i>	<i>0,9</i>	<i>0,7</i>	<i>0,6</i>	<i>0,9</i>	—

Додаток Б.7

Вміст крохмалю в зерні сортів і ліній різних видів пшениць, %

Сорт, лінія	Рік дослідження					Середнє за п'ять років
	2011	2012	2013	2014	2015	
Подільянка (st)	62,7	61,4	66,2	67,8	65,3	64,7
Кохана	63,2	62,9	65,2	66,3	63,4	64,2
Ужинок	63,5	61,8	66,4	68,4	63,9	64,8
Вдала	62,6	63,1	65,4	69,2	67,2	65,5
Ластівка одеська	64,4	63,2	66,7	69,2	66,7	66,0
Вікторія одеська	63,1	64,3	68,9	70,3	67,7	66,9
Славна	63,5	65,2	66,6	69,0	67,7	66,4
Мирхад	67,4	66,3	66,4	69,8	66,7	67,3
Щедра нива	66,8	65,2	71,3	72,8	67,3	68,7
Паннонікус	61,3	60,7	65,2	66,7	60,2	62,8
Емеріно	59,2	60,6	66,0	66,3	64,3	63,3
Лупус	61,2	60,4	64,6	68,9	62,6	63,5
Суасон	65,0	64,5	67,5	68,4	65,5	66,2
Кулундинка	56,3	55,0	57,7	60,5	57,3	57,4
Чорноброва	63,3	62,4	64,1	66,2	65,0	64,2
Ас Маскіннон	65,9	65,2	66,3	67,1	66,7	66,2
Ефіопська 1	57,9	57,7	58,3	56,6	53,7	56,8
Уманчанка	62,8	62,4	63,3	64,6	64,0	63,4
LPP 3118	54,3	53,2	55,7	56,0	56,2	55,1
LPP 2793	55,4	54,7	57,1	58,2	57,2	56,5
LPP 1314	59,9	58,8	60,2	61,1	60,4	60,1
P 7	59,3	58,7	63,4	64,2	59,7	61,1
НАК46/12	60,8	60,1	59,6	62,4	61,3	60,8
НАК61/12	62,1	61,2	64,7	63,8	63,0	63,0
<i>HIP₀₅</i>	2,8	2,9	3,1	3,2	3,0	—

Додаток Б.8

Вміст фракцій білка в зерні сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Сорт, лінія	Вміст фракцій			
	гліадин+глютенін	до st, ±	лейкозин+глобулін	до st, ±
Подільянка (st)	71	0	29	0
Кохана	43	-28	57	28
Ужинок	71	0	29	0
Вдала	77	6	23	-6
Вікторія одеська	78	7	22	-7
Ластівка одеська	86	15	14	-15
Щедра нива	70	-1	30	1
Славна	73	2	27	-2
Мирхад	81	10	19	-10
Паннонікус	63	-8	37	8
Емеріно	71	0	29	0
Лупус	71	0	29	0
Суасон	80	9	20	-9
Чорноброва	65	-6	35	6
Кулундинка	71	0	29	0
Ас Маскіннон	73	2	27	-2
Уманчанка	54	-17	46	17
Ефіопська 1	68	-3	32	3
Р 7	68	-3	32	3
LPP 2793	70	-1	30	1
LPP 3118	71	0	29	0
LPP 1314	75	4	25	-4
NAK46/12	46	-25	54	25
NAK61/12	58	-13	42	13
<i>HIP₀₅</i>	4	–	2	–

Додаток Б.9

Урожайність спельтоподібних гібридів Копилівчанка / спельта, т/га

Селекційний номер	2009 р.	2010 р.	Середнє за два роки	Відхилення від	
				сорту Копилівчанка	спельти
Копилівчанка	4,01	3,94	3,98	–	0,83
Спельта	3,16	3,14	3,15	-0,83	0,00
2004/10	4,22	3,89	4,06	0,08	0,91
2005/10	4,48	3,76	4,12	0,14	0,97
2006/10	3,61	3,48	3,55	-0,43	0,40
2008/10	3,55	3,30	3,43	-0,55	0,28
2009/10	3,66	3,13	3,39	-0,59	0,24
2010/10	3,21	4,95	4,08	0,10	0,93
2011/10	3,20	3,69	3,44	-0,54	0,29
2017/10	4,11	3,12	3,61	-0,37	0,46
2020/10	5,51	3,78	4,64	0,66	1,49
2023/10	3,41	3,25	3,33	-0,65	0,18
2024/10	3,19	4,48	3,83	-0,15	0,68
<i>HIP</i> ₀₅	<i>0,23</i>	<i>0,23</i>	–	–	–

Додаток Б.10

Урожайність неспельтоподібних гібридів Копилівчанка / спельта, т/га

Селекційний номер	2009 р.	2010 р.	Середнє за два роки	Відхилення від	
				сорту Копилівчанка	спельти
Копилівчанка	4,01	3,94	3,98	0,00	0,83
Спельта	3,16	3,14	3,15	-0,83	0,00
2040/10	4,31	4,34	4,32	0,34	1,17
2041/10	4,56	5,08	4,82	0,84	1,67
2053/10	3,70	4,40	4,05	0,07	0,90
2055/10	3,88	3,77	3,82	-0,16	0,67
2061/10	4,95	5,24	5,10	1,12	1,95
2063/10	3,82	4,19	4,01	0,03	0,86
2072/10	4,70	5,09	4,90	0,92	1,75
2073/10	3,10	3,29	3,20	-0,78	0,05
2076/10	3,57	4,99	4,28	0,30	1,13
2079/10	3,36	4,43	3,89	-0,09	0,74
2085/10	3,93	4,31	4,12	0,14	0,97
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,24</i>	<i>0,25</i>	–	–	–

Додаток Б.11

Урожайність спельтоподібних гібридів Харус / спельта, ц/га

Селекційний номер	2008 р.	2009 р.	2010 р.	Середнє за три роки	Відхилення від	
					сорту Харус	спельти
Харус	4,80	4,43	4,38	4,54	0,00	1,31
Спельта	3,39	3,16	3,14	3,23	-1,31	0,00
2147/10	5,66	5,66	5,14	5,49	0,95	2,26
2148/10	6,17	5,48	5,62	5,76	1,22	2,53
2149/10	6,07	5,44	5,40	5,64	1,10	2,41
2151/10	6,22	5,51	5,55	5,76	1,22	2,53
2154/10	4,85	4,11	4,07	4,34	-0,20	1,11
2155/10	4,70	3,52	3,52	3,91	-0,63	0,68
2156/10	5,51	3,96	4,96	4,81	0,27	1,58
2157/10	6,07	5,62	5,07	5,59	1,05	2,36
2158/10	4,78	3,11	3,29	3,73	-0,81	0,50
2163/10	5,00	5,11	5,07	5,06	0,52	1,83
<i>НІР</i> ₀₅	0,35	0,33	0,34	—	—	—

Додаток Б.12

Вміст білка в зерні спельтоподібних гібридів Копилівчанка/спельта, %

Селекційний номер	Рік дослідження		Середнє за два роки	Відхилення від	
	2009	2010		Копилів- чанки	спельти
Копилівчанка	12,9	13,2	13,1	0,0	-11,8
Спельта	24,3	25,5	24,9	11,8	0,0
2020/10	12,1	13,3	12,7	-0,4	-12,2
2004/10	15,4	16,4	15,9	2,8	-9,0
2006/10	19,0	15,8	17,4	4,4	-7,5
2011/10	18,0	17,5	17,8	4,7	-7,1
2008/10	17,3	19,5	18,4	5,3	-6,5
2005/10	19,0	18,3	18,7	5,6	-6,2
2009/10	18,8	19,6	19,2	6,1	-5,7
2023/10	18,5	20,0	19,3	6,2	-5,6
2017/10	20,2	18,7	19,4	6,4	-5,5
2024/10	18,8	20,6	19,7	6,6	-5,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,9</i>	<i>1,1</i>	–	–	–

Додаток Б.13

Вміст білка в зерні неспельтоподібних гібридів

Копилівчанка / спельта, %

Селекційний номер	Рік дослідження		Середнє за два роки	Відхилення від	
	2009	2010		Копилівчан- ки	спельти
Копилівчанка	12,9	13,2	13,1	0,0	-11,8
Спельта	24,3	25,5	24,9	11,8	0,0
2061/10	14,9	14,9	14,9	1,8	-10,0
2040/10	16,0	17,0	16,5	3,4	-8,4
2072/10	17,1	17,5	17,3	4,2	-7,6
2041/10	17,8	17,0	17,4	4,4	-7,5
2063/10	17,7	18,3	18,0	4,9	-6,9
2053/10	17,9	18,0	18,0	4,9	-6,9
2085/10	17,9	19,0	18,4	5,4	-6,5
2076/10	19,3	18,4	18,9	5,8	-6,0
2055/10	21,6	22,4	22,0	8,9	-2,9
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,8</i>	<i>0,9</i>	—	—	—

Додаток Б.14

Вміст білка в зерні спельтоподібних гібридів Харус / спельта, %

Селекційний номер	Рік дослідження			Середнє за три роки	Відхилення від	
	2008	2009	2010		Харуса	спельти
Харус	13,0	13,3	12,7	13,0	0,0	-11,8
Спельта	24,6	24,3	25,5	24,9	11,8	0,0
2157/10	12,1	12,6	11,9	12,2	-0,8	-12,6
2148/10	15,1	13,6	14,7	14,5	1,5	-10,3
2163/10	14,8	15,5	14,9	15,0	2,0	-9,7
2149/10	16,4	14,4	15,4	15,4	2,4	-9,3
2147/10	15,2	15,9	15,6	15,6	2,6	-9,2
2154/10	16,8	17,2	17,0	17,0	4,0	-7,8
2158/10	17,0	17,5	17,3	17,3	4,3	-7,5
2155/10	16,9	18,0	17,9	17,6	4,6	-7,2
<i>НІР</i> ₀₅	0,8	0,9	0,8	–	–	–

Додаток Б.15

Вміст клейковини в зерні спельтоподібних гібридів Копилівчанка / спельта, %

Селекційний номер	Рік дослідження		Середнє за два роки	Відхилення від	
	2009	2010		Копилів- чанки	спельти
Копилівчанка	28,9	29,5	29,2	0,0	-26,0
Спельта	53,8	56,6	55,2	26,0	0,0
2020/10	27,1	29,7	28,4	-0,8	-26,8
2004/10	34,3	36,5	35,4	6,2	-19,8
2006/10	42,3	35,3	38,8	9,6	-16,4
2011/10	40,1	38,9	39,5	10,3	-15,7
2008/10	38,4	43,4	40,9	11,7	-14,3
2005/10	42,2	40,8	41,5	12,3	-13,7
2009/10	41,7	43,5	42,6	13,4	-12,6
2023/10	41,2	44,4	42,8	13,6	-12,4
2017/10	44,8	41,6	43,2	14,0	-12,0
2024/10	41,9	45,7	43,8	14,6	-11,4
<i>НІР</i> ₀₅	2,0	2,3	–	–	–

Додаток Б.16

Вміст клейковини у зерні неспельтоподібних гібридів

Копилівчанка / спельта, %

Селекційний номер	Рік дослідження		Середнє за два роки	Відхилення від	
	2009	2010		Копилівчан -ки	спельти
Копилівчанка	28,9	29,5	29,2	0,0	-26,0
Спельта	53,8	56,6	55,2	26,0	0,0
2061/10	33,2	33,2	33,2	4,0	-22,0
2040/10	35,7	37,8	36,8	7,6	-18,4
2041/10	39,7	37,9	38,8	9,6	-16,4
2063/10	39,3	40,7	40,0	10,8	-15,2
2079/10	41,1	38,9	40,0	10,8	-15,2
2053/10	39,9	40,1	40,0	10,8	-15,2
2085/10	39,8	42,2	41,0	11,8	-14,2
2076/10	43,0	41,0	42,0	12,8	-13,2
2055/10	47,9	49,7	48,8	19,6	-6,4
<i>HIP</i> ₀₅	<i>2,1</i>	<i>2,0</i>	—	—	—

Додаток Б.17

Вміст клейковини у зерні спельтоподібних гібридів Харус / спельта, %

Селекційний номер	Рік дослідження			Середнє за три роки	Відхилення від	
	2008	2009	2010		Харуса	спельти
Харус	29,0	29,8	28,3	29,0	0,0	-25,9
Спельта	54,5	53,8	56,6	55,0	25,9	0,0
2157/10	27,1	28,1	26,6	27,3	-1,8	-27,7
2148/10	33,7	30,3	32,7	32,2	3,2	-22,7
2163/10	32,9	34,5	33,2	33,5	4,5	-21,4
2156/10	33,5	32,3	35,4	33,7	4,7	-21,2
2147/10	33,9	35,5	34,8	34,7	5,7	-20,2
2149/10	36,6	32,2	34,4	34,4	5,4	-20,6
2154/10	37,5	38,3	37,8	37,9	8,8	-17,1
2158/10	37,8	39,0	38,4	38,4	9,4	-16,6
2155/10	37,6	40,0	39,8	39,1	10,1	-15,8
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,7</i>	<i>1,8</i>	<i>1,9</i>	–	–	–

Додаток Б.18

Висота рослин сортів і ліній пшениці спельти, см

Сорт, лінія	Рік дослідження				Елементи варіаційної мінливості		
	2013	2014	2015	2016	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %
Зоря України (st)	120	141	136	166	141 ± 19	120–166	14
Шведська 1	111	151	141	153	139 ± 19	111–153	14
NSS 6/01	123	144	135	143	136 ± 10	123–144	7
Schwabekorn	128	148	140	155	143 ± 12	128–155	8
LPP 3373	91	100	94	118	101 ± 12	91–118	12
LPP 3122/2	97	109	103	124	108 ± 12	97–124	11
LPP 1304	98	108	103	121	108 ± 10	98–121	9
P 3	98	108	102	122	108 ± 11	98–122	10
LPP 1221	99	123	117	128	117 ± 13	99–128	11
LPP 1197	101	110	106	138	114 ± 17	101–138	15
LPP 1224	102	113	107	142	116 ± 18	102–142	15
LPP 3132	103	138	127	145	128 ± 18	103–145	14
LPP 3117	112	141	132	150	134 ± 16	112–150	12
NAK34/12–2	102	120	110	123	114 ± 10	102–123	8
TV 1100	113	130	132	143	130 ± 12	113–143	10
NAK 22/12	126	146	138	154	141 ± 12	126–154	8
<i>HIP₀₅</i>	5	6	6	7	–	–	–

Додаток Б.20

Індекс розвитку та стійкість рослин до листових хвороб у фазу молочної стиглості зерна сортів і ліній пшениці спельти

Сорт, лінія	Рік дослідження					
	2013		2014		2016	
	Бура листовка іржа		Септоріоз			
	1	2	1	2	1	2
Зоря України (st)	–	–	–	–	9,4	7
Шведська 1	9,2	7	9,8	5	23,4	5
Schwabekorn	–	–	7,7	7	17,6	5
NSS 6/01	–	–	15,6	7	18,7	5
LPP 1197	2,6	9	12,3	5	19,1	5
LPP 3117	25,1	7	69,8	5	54,6	5
LPP 1304	28,9	7	24,7	7	27,6	7
LPP 1224	17,7	7	37,9	5	38,4	5
LPP 3122/2	31,2	7	61,3	5	61,2	5
P 3	3,0	9	2,6	9	8,2	7
LPP 3132	10,5	9	67,6	5	63,7	5
LPP 3373	2,1	9	53,7	5	62,4	5
LPP 1221	–	–	2,7	9	16,2	7
NAK34/12–2	15,5	7	15,9	7	13,5	7
NAK 22/12	10,8	9	7,1	7	9,4	7
TV 1100	–	–	8,5	5	22,4	5
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,8</i>	<i>1</i>	<i>1,9</i>	<i>1</i>	<i>2,1</i>	<i>1</i>

Примітки: 1 – індекс розвитку хвороби, %;

2 – стійкість за шкалою E. E. Saari та J. M. Prescott, бал.

Додаток Б.21

Урожайність зерна сортів і ліній пшениці спельти, т/га

Сорт, лінія	Рік дослідження				Середнє за чотири роки	Індекс стабільності
	2013	2014	2015	2016		
Зоря України (st)	5,79	5,30	5,18	5,59	5,47	1,12
Schwabenkorn	3,68	3,53	3,02	3,67	3,48	1,22
NSS 6/01	4,00	3,68	3,11	3,57	3,59	1,29
Шведська 1	4,02	3,75	3,13	3,92	3,71	1,28
LPP 3122/2	6,04	5,74	6,24	5,89	5,98	1,09
LPP 1224	6,77	6,47	6,98	6,61	6,71	1,08
LPP 3373	6,48	7,07	7,19	6,94	6,92	1,11
LPP 3132	7,49	7,00	7,28	7,13	7,23	1,07
LPP 1304	6,74	7,58	7,28	7,69	7,32	1,14
LPP 1197	7,33	7,85	7,93	7,25	7,59	1,09
LPP 3117	8,05	7,87	7,83	6,74	7,62	1,19
P 3	8,21	8,57	8,25	9,27	8,58	1,13
LPP 1221	8,14	8,53	8,79	9,64	8,78	1,18
NAK 22/12	4,67	4,93	4,13	4,57	4,58	1,19
NAK34/12-2	4,91	5,08	4,71	5,26	4,99	1,12
TV 1100	2,51	2,74	2,89	3,42	2,89	1,36
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,24</i>	<i>0,21</i>	<i>0,23</i>	<i>0,27</i>	–	–

Додаток Б.22


Вміст фракцій білка в зерні пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Сорт, лінія	Вміст фракцій			
	гліадин+глютенін	± до st	лейкозин+глобулін	± до st
Зоря України (st)	68,4	–	31,6	–
Шведська 1	68,0	-0,4	32,0	0,4
NSS 6/01	77,8	9,4	22,2	-9,4
Schwabenkorn	86,4	18,0	13,6	-18,0
P 3	62,2	-6,2	37,8	6,2
LPP 1197	63,7	-4,7	36,3	4,7
LPP 3122/2	69,3	0,9	30,7	-0,9
LPP 1221	71,4	3,0	28,6	-3,0
LPP 1304	72,7	4,3	27,3	-4,3
LPP 3373	75,0	6,6	25,0	-6,6
LPP 3132	78,8	10,4	21,2	-10,4
LPP 3117	79,9	11,5	20,1	-11,5
LPP 1224	86,2	17,8	13,8	-17,8
NAK 22/12	63,2	-5,2	36,8	5,2
TV 1100	64,1	-4,3	35,9	4,3
NAK34/12–2	71,2	2,8	28,8	-2,8
<i>HIP₀₅</i>	3,3	–	1,4	–

Додаток В

Додаток В.1

Форма зернівок видів, сортів і ліній пшениць

Формула	Форма зернівки		Сорт, лінія
$l=2a=2b$		овальна	Ластівка одеська, Вікторія одеська, Щедра нива, Мирхад, Паннонікус, Кулундинка, Ас Maskinnon
$2a \leq l \leq 2b$ $2a < l < 3a$ $2b < l < 3b$		видовжена	Подолянка, Ужинок, Вдала, Кохана, Славна, Емеріно, Суасон, Лупус, Чорноброва, Ефіопська 1, Уманчанка, LPP 1314, P 7, NAK46/12, NAK61/12
$3a \leq l \leq 3b$		дуже видовжена	LPP 2793, LPP 3118

Додаток В.2

Характеристика борозенки зернівок видів, сортів і ліній пшениць, 2013–2015 рр.

Сорт, лінія	Глибина борозенки (В), мм			Ширина петлі борозенки (А), мм		
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %
Подільянка (st)	$1,3 \pm 0,1$	1,3–1,4	4	$0,2 \pm 0,1$	0,2–0,3	22
Кохана	$1,3 \pm 0,1$	1,3–1,4	4	$0,4 \pm 0,2$	0,3–0,4	15
Ластівка одеська	$1,5 \pm 0,1$	1,5–1,6	3	$0,5 \pm 0,1$	0,5–0,6	8
Ужинок	$1,6 \pm 0,2$	1,5–1,7	5	$0,5 \pm 0,2$	0,4–0,5	12
Вікторія одеська	$1,6 \pm 0,1$	1,5–1,6	3	$0,3 \pm 0,1$	0,3–0,4	15
Вдала	$1,6 \pm 0,1$	1,6–1,7	3	$0,7 \pm 0,3$	0,5–0,8	15
Щедра нива	$1,6 \pm 0,1$	1,6–1,7	3	$0,6 \pm 0,1$	0,5–0,6	7
Славна	$1,7 \pm 0,2$	1,6–1,8	5	$0,3 \pm 0,1$	0,3–0,4	13
Мирхад	$1,7 \pm 0,1$	1,7–1,8	3	$0,5 \pm 0,3$	0,3–0,6	23
Емеріно	$1,3 \pm 0,1$	1,3–1,4	3	$0,2 \pm 0,1$	0,2–0,3	19
Лупус	$1,4 \pm 0,1$	1,4–1,5	3	$0,3 \pm 0,1$	0,3–0,4	10
Паннонікус	$1,5 \pm 0,1$	1,5–1,6	2	$0,6 \pm 0,1$	0,5–0,7	8
Суасон	$1,7 \pm 0,2$	1,6–1,8	4	$0,5 \pm 0,1$	0,4–0,6	9
Ефіопська 1	$1,0 \pm 0,1$	1,0–1,1	5	$0,3 \pm 0,2$	0,2–0,4	24
Уманчанка	$1,0 \pm 0,1$	0,9–1,0	3	$0,2 \pm 0,1$	0,2–0,3	15
Кулундинка	$1,1 \pm 0,1$	1,1–1,2	5	$0,2 \pm 0,1$	0,2–0,3	19
Чорноброва	$1,2 \pm 0,2$	1,1–1,3	5	$0,2 \pm 0,1$	0,2–0,3	15
Ас Maskinnon	$1,5 \pm 0,2$	1,4–1,6	5	$0,5 \pm 0,1$	0,5–0,6	9
LPP 3118	$1,3 \pm 0,2$	1,2–1,3	4	$0,3 \pm 0,1$	0,3–0,4	10
P 7	$1,3 \pm 0,1$	1,2–1,3	4	$0,6 \pm 0,1$	0,5–0,6	7
LPP 1314	$1,4 \pm 0,2$	1,3–1,5	6	$0,5 \pm 0,1$	0,4–0,5	11
LPP 2793	$1,6 \pm 0,2$	1,5–1,6	3	$0,5 \pm 0,3$	0,4–0,7	20
NAK46/12	$1,3 \pm 0,2$	1,2–1,4	6	$0,6 \pm 0,2$	0,5–0,7	10
NAK61/12	$1,8 \pm 0,7$	1,4–2,1	14	$0,5 \pm 0,3$	0,4–0,6	22
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,1</i>	–	–	<i>0,1</i>	–	–

Додаток В.3

Геометрична характеристика зернівок сортів і ліній різних видів пшениць,
2013–2015 рр.

Сорт, лінія	Об'єм зернівки (V), мм ³	Площа зовнішньої поверхні (F), мм ²	Питома поверхня, мм ² /мм ³	Відношення V/F	Сферичність
Подольанка (st)	27,6	66,0	2,39	0,42	0,67
Ужинок	24,9	61,0	2,45	0,41	0,68
Вікторія одеська	25,3	62,1	2,45	0,41	0,67
Кохана	25,8	63,1	2,45	0,41	0,67
Ластівка одеська	26,7	63,8	2,39	0,42	0,68
Вдала	27,9	68,7	2,47	0,41	0,65
Щедра нива	25,3	62,1	2,45	0,41	0,67
Мирхад	25,3	62,1	2,45	0,41	0,67
Славна	25,8	63,1	2,45	0,41	0,67
Емеріно	23,9	61,9	2,59	0,39	0,65
Лупус	24,0	60,4	2,52	0,40	0,67
Паннонікус	25,3	62,1	2,45	0,41	0,67
Суасон	27,4	67,6	2,46	0,41	0,65
Уманчанка	14,0	38,7	2,76	0,36	0,72
Кулундинка	17,8	48,8	2,74	0,37	0,67
Ас Maskinnon	23,9	61,9	2,59	0,39	0,65
Ефіопська 1	24,1	64,7	2,68	0,37	0,62
Чорноброва	25,8	63,1	2,45	0,41	0,67
Р 7	21,2	59,3	2,80	0,36	0,62
LPP 3118	22,2	66,3	2,99	0,33	0,58
LPP 2793	25,7	73,2	2,85	0,35	0,57
LPP 1314	28,1	70,2	2,49	0,40	0,64
NAK46/12	21,8	60,0	2,76	0,36	0,63
NAK61/12	27,3	71,2	2,61	0,38	0,62
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,1</i>	<i>2,8</i>	<i>0,13</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>

Додаток В.4

Вміст фракцій зерна в сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Сорт, лінія	Розмір отворів сита, мм						
	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,7
Подільянка (st)	26,9	44,5	17,1	8,4	2,4	0,6	0,1
Ластівка одеська	26,1	38,6	17,7	12,7	3,3	1,3	0,3
Ужинок	29,8	37,6	18,3	10,2	2,8	0,8	0,5
Вікторія одеська	15,1	31,4	22,9	18,8	7,9	2,7	1,2
Вдала	15,8	36,6	24,9	15,9	5,3	1,1	0,4
Кохана	12,6	44,9	25,5	12,9	2,7	0,9	0,5
Щедра нива	21,1	38,8	21,7	13,8	3,6	0,6	0,4
Славна	14,7	35,8	26,8	16,2	4,8	1,2	0,5
Мирхад	24,6	42,9	22,0	8,7	1,5	0,2	0,1
Емеріно	4,1	30,7	31,0	25,0	7,7	1,2	0,3
Суасон	21,6	44,0	19,5	11,2	2,8	0,7	0,2
Лупус	8,2	40,3	30,0	17,6	3,4	0,4	0,1
Паннонікус	31,5	41,5	17,0	6,8	1,0	1,5	0,7
Ас Маккіннон	5,5	35,3	30,2	20,0	6,5	1,5	1,0
Кулундинка	1,1	5,0	21,5	38,9	22,5	7,5	3,5
Чорноброва	25,6	32,3	17,5	13,3	7,5	2,5	1,3
Ефіопська 1	4,0	17,3	30,3	30,3	12,1	4,0	2,0
Уманчанка	0,0	8,5	12,7	28,8	19,2	18,5	12,3
LPP 2793	1,7	16,3	32,8	32,0	12,0	3,9	1,3
LPP 1314	40,2	33,5	17,2	4,3	1,4	1,6	1,8
LPP 3118	0,0	3,7	13,7	37,8	27,3	12,5	5,0
P 7	7,9	20,5	23,9	23,8	13,4	6,2	4,3
NAK46/12	4,0	21,5	36,7	24,9	9,0	2,4	1,5
NAK61/12	20,0	32,0	27,0	14,0	4,5	1,5	1,0
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,7</i>	<i>1,7</i>	<i>1,5</i>	<i>1,4</i>	<i>0,5</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>

Додаток В.5

Зусилля, необхідне для руйнування зернівки сортів і ліній різних видів
пшениць стисненням (2013–2015 рр.), Н

Сорт, лінія	Елементи варіаційної мінливості		
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %
Подолянка (st)	106,0 ± 48,1	86,2–145,0	16
Ластівка одеська	88,9 ± 17,0	82,3–100,0	7
Ужинок	116,7 ± 32,5	91,1–128,4	10
Вікторія одеська	119,5 ± 30,3	95,1–128,4	9
Кохана	126,5 ± 33,3	103,9–142,1	9
Вдала	131,2 ± 34,6	119,6–159,7	9
Щедра нива	119,8 ± 30,8	93,1–128,4	9
Славна	121,2 ± 43,7	96,0–140,1	13
Мирхад	144,2 ± 52,7	105,8–171,5	13
Емеріно	101,4 ± 28,3	90,2–118,6	10
Суасон	130,3 ± 58,3	105,8–161,7	16
Лупус	139,4 ± 37,2	125,4–163,7	9
Паннонікус	142,8 ± 35,8	126,4–160,7	9
Кулундинка	81,9 ± 33,6	60,8–100,0	14
Ефіопська 1	100,7 ± 64,7	76,4–158,8	23
Уманчанка	107,7 ± 43,6	87,2–131,3	14
Ас Maskinnon	109,4 ± 37,2	87,2–129,4	12
Чорноброва	141,9 ± 46,6	120,5–164,6	12
LPP 3118	85,8 ± 14,0	78,4–94,1	6
LPP 2793	91,4 ± 29,2	80,4–116,6	11
P 7	94,4 ± 37,9	77,4–120,5	14
LPP 1314	119,3 ± 67,0	86,2–159,7	20
НАК61/12	109,5 ± 46,2	87,2–140,1	15
НАК46/12	109,6 ± 36,7	94,1–128,4	12
<i>HIP₀₅</i>	<i>6,1</i>	–	–

Додаток В.6

Зусилля, необхідне для руйнування зернівки сортів і ліній різних видів
пшениць сколюванням (2013–2015 рр.), Н

Сорт, лінія	Елементи варіаційної мінливості		
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %
Подільянка (st)	36,4 ± 15,6	30,4–45,1	15
Вдала	32,5 ± 8,0	29,4–37,2	9
Вікторія одеська	34,1 ± 12,8	28,4–41,2	13
Ужинок	37,6 ± 8,4	31,4–41,2	8
Кохана	48,2 ± 20,7	37,2–56,8	15
Ластівка одеська	61,3 ± 25,1	48,0–74,5	14
Славна	33,4 ± 8,1	30,4–37,2	9
Щедра нива	34,4 ± 16,3	26,5–43,1	17
Мирхад	37,8 ± 9,9	33,3–43,1	9
Суасон	35,2 ± 13,4	28,4–43,1	13
Емеріно	37,0 ± 9,6	31,4–41,2	9
Паннонікус	37,9 ± 5,9	35,3–43,1	5
Лупус	38,6 ± 18,4	30,4–48,0	17
Чорноброва	31,7 ± 14,8	24,5–41,2	16
Уманчанка	33,4 ± 10,3	28,4–37,2	11
Кулундинка	34,3 ± 11,0	28,4–41,2	11
Ефіопська 1	34,4 ± 20,8	27,4–51,9	21
Ас Maskinnon	38,9 ± 12,4	32,3–46,1	11
P 7	27,2 ± 11,4	18,6–32,3	15
LPP 2793	29,2 ± 12,8	24,5–39,2	15
LPP 3118	31,2 ± 11,0	22,5–36,3	12
LPP 1314	35,5 ± 11,1	30,4–42,1	11
NAK61/12	31,0 ± 14,5	23,5–40,2	16
NAK46/12	34,3 ± 12,6	27,4–42,1	13
<i>HIP₀₅</i>	1,6	–	–

Додаток В.7

Вихід борошна односортного помелу із зерна сортів і ліній різних видів
пшениць (2013–2015 рр.), %

Сорт, лінія	Вихід борошна		Всього
	вищого сорту	першого сорту	
Подольянка (st)	48,2	27,2	75,4
Ужинок	53,7	21,6	75,3
Ластівка одеська	52,0	25,5	77,5
Вікторія одеська	49,7	29,2	78,9
Вдала	48,3	32,9	81,2
Кохана	47,5	35,2	82,7
Славна	49,5	29,3	78,8
Щедра нива	52,3	35,0	79,3
Мирхад	49,0	31,2	80,2
Суасон	49,5	29,6	79,1
Паннонікус	58,7	22,4	81,1
Лупус	55,2	26,4	81,6
Емеріно	48,7	33,0	81,7
Чорноброва	49,9	25,7	75,6
Кулундинка	56,3	21,7	78,0
Ac Maskinpon	56,3	23,7	80,0
Ефіопська 1	49,3	23,7	73,0
Уманчанка	52,9	27,7	80,6
LPP 1314	52,1	29,4	81,5
P 7	52,7	29,4	82,1
LPP 2793	54,2	28,1	82,3
LPP 3118	55,1	28,5	83,6
NAK46/12	51,7	28,7	80,4
NAK61/12	53,9	27,1	81,0
<i>HIP₀₅</i>	2,4	1,2	4,0

Додаток В.8

Вміст золи в борошні сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Сорт, лінія	Вміст золи у борошні		Середньозважений показник
	вищого сорту	першого сорту	
Подільянка (st)	0,46	0,66	0,53
Ластівка одеська	0,32	0,46	0,37
Вдала	0,40	0,54	0,46
Вікторія одеська	0,42	0,56	0,47
Кохана	0,41	0,55	0,47
Ужинок	0,47	0,69	0,53
Славна	0,38	0,49	0,42
Щедра нива	0,35	0,47	0,44
Мирхад	0,42	0,53	0,46
Паннонікус	0,55	0,75	0,61
Емеріно	0,46	0,59	0,51
Лупус	0,50	0,68	0,56
Суасон	0,51	0,67	0,57
Уманчанка	0,55	0,75	0,62
Чорноброва	0,32	0,57	0,40
Кулундинка	0,37	0,58	0,43
Ас Maskinnon	0,45	0,64	0,51
Ефіопська 1	0,53	0,70	0,59
LPP 2793	0,55	0,74	0,61
LPP 3118	0,41	0,67	0,50
LPP 1314	0,43	0,68	0,52
P 7	0,52	0,71	0,59
NAK46/12	0,42	0,68	0,51
NAK61/12	0,54	0,74	0,61
<i>HIP₀₅</i>	0,02	0,03	0,02

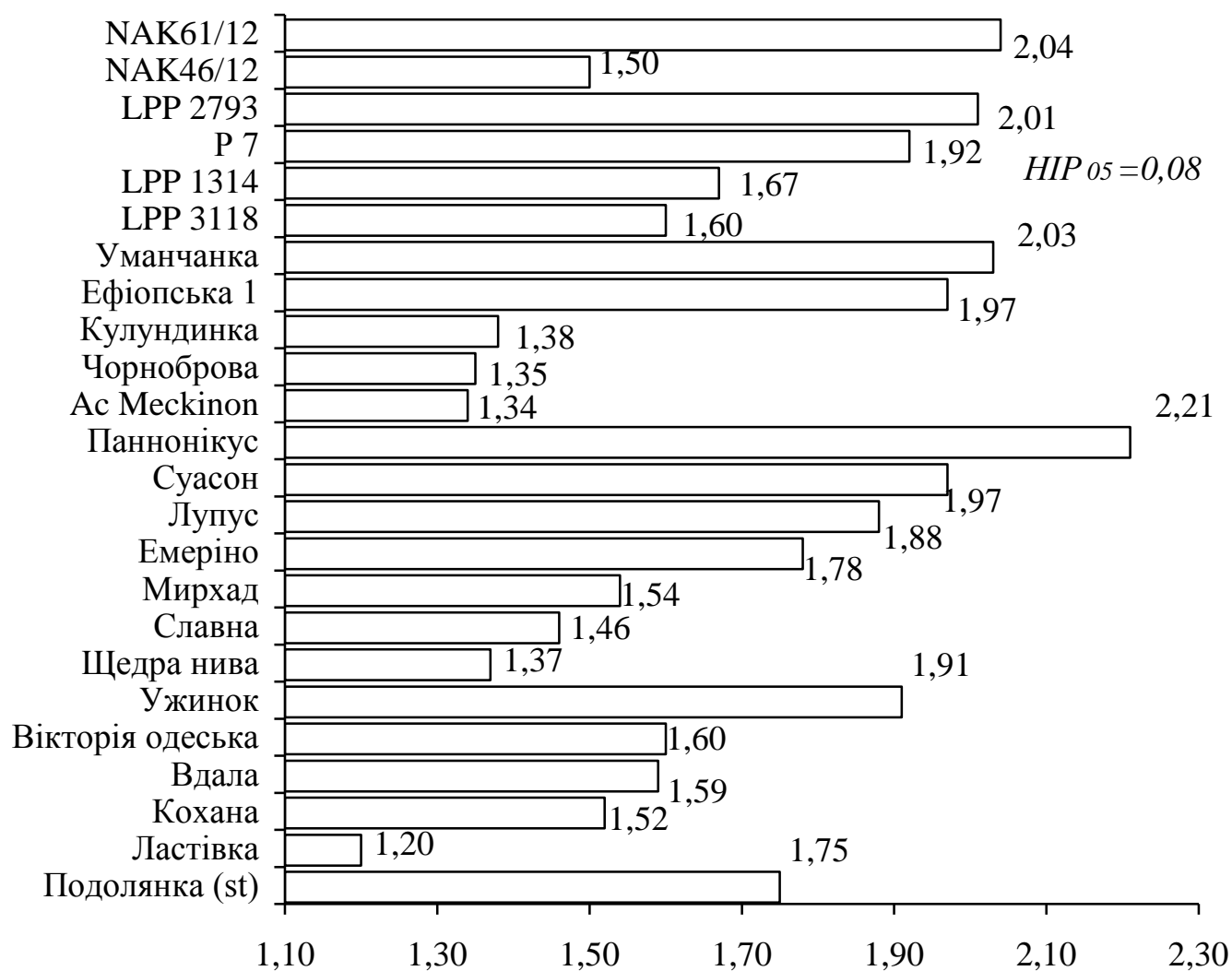


Рис. В.1 Вміст золи у зерні сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), %

Додаток В.9

Білизна борошна сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), од. п.

Сорт, лінія	Борошно		Середньозважений показник
	вищого сорту	першого сорту	
Подільянка (st)	55	37	49
Кохана	54	39	48
Вікторія одеська	55	42	50
Вдала	56	42	50
Ужинок	55	41	51
Ластівка одеська	58	51	56
Славна	56	40	50
Мирхад	55	41	50
Щедра нива	57	43	57
Суасон	54	39	48
Емеріно	55	39	49
Паннонікус	54	36	49
Лупус	55	38	50
Ефіопська 1	39	20	33
Чорноброва	45	25	38
Кулундинка	61	54	59
Уманчанка	65	57	62
Ас Mackinnon	67	59	65
Р 7	54	38	48
LPP 2793	54	39	49
LPP 3118	56	44	52
LPP 1314	57	45	53
NAK61/12	54	37	48
NAK46/12	57	50	55
<i>HIP₀₅</i>	3	2	2

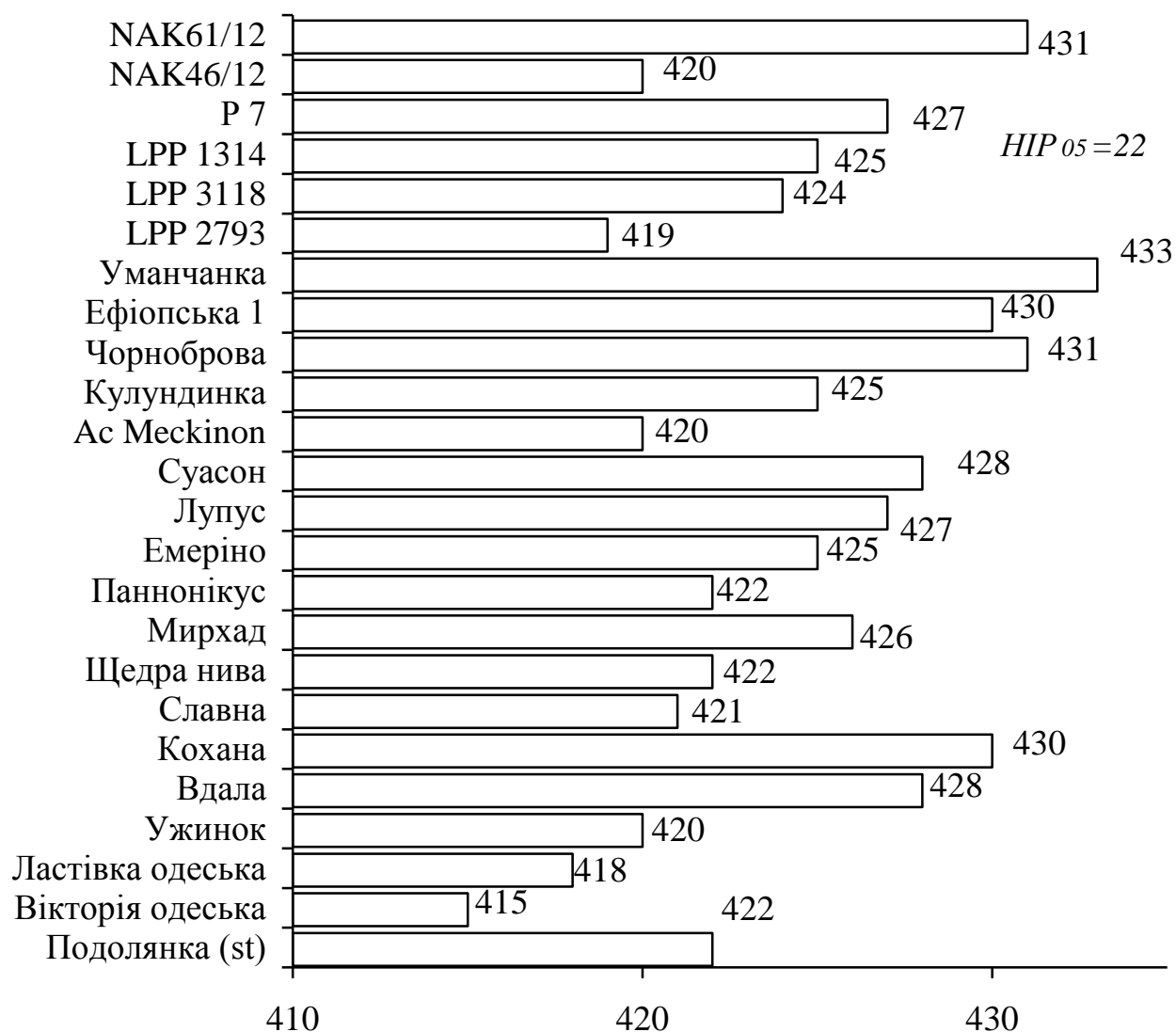


Рис. В.2 Число падання зерна сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), с

Додаток В.10

Об'єм хліба з борошна вищого сорту та обойного сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), см³

Сорт, лінія	Об'єм хліба з борошна							
	вищого сорту				обойного			
	см ³	до st, ±	бал	до st, ±	см ³	до st, ±	бал	до st, ±
Подільянка (st)	492	–	7,2	–	402	–	5,0	–
Вдала	343	-149	3,2	-4,0	263	-139	1,0	-4,0
Вікторія одеська	352	-140	3,2	-4,0	288	-114	1,0	-4,0
Кохана	367	-125	3,4	-3,8	293	-109	1,0	-4,0
Ластівка одеська	438	-54	5,4	-1,8	364	-38	3,4	-1,6
Ужинок	481	-11	7,0	-0,2	384	-18	3,6	-1,4
Мирхад	303	-189	1,0	-6,2	236	-166	1,0	-4,0
Славна	385	-107	3,8	-3,4	307	-95	1,0	-4,0
Щедра нива	498	6	7,2	0,0	405	3	5,0	0,0
Лупус	330	-162	3,0	-4,2	247	-155	1,0	-4,0
Паннонікус	422	-70	5,2	-2,0	377	-25	3,6	-1,4
Суасон	443	-49	5,4	-1,8	379	-23	3,6	-1,4
Емеріно	513	21	7,4	0,2	452	50	5,6	0,6
Ас Маскіннон	406	-86	5,0	-2,2	354	-48	3,2	-1,8
Уманчанка	464	-28	5,8	-1,4	403	1	5,0	0,0
Кулундинка	472	-20	5,8	-1,4	403	1	5,0	0,0
Чорноброва	472	-20	5,8	-1,4	408	6	5,0	0,0
Ефіопська 1	500	8	7,2	0,0	422	20	5,2	0,2
LPP 2793	410	-82	5,0	-2,2	357	-45	3,4	-1,6
LPP 3118	411	-81	5,0	-2,2	334	-68	3,0	-2,0
P 7	497	5	7,2	0,0	406	4	5,0	0,0
LPP 1314	520	28	7,6	0,4	461	59	5,8	0,8
NAK61/12	376	-116	3,6	-3,6	285	-117	1,0	-4,0
NAK46/12	419	-73	5,2	-2,0	341	-61	3,2	-1,8
<i>HIP₀₅</i>	<i>21</i>	–	<i>0,2</i>	–	<i>13</i>	–	<i>0,1</i>	–

Додаток В.11

Якість хліба з обойного борошна сортів і ліній різних видів пшениць,
2013–2015 рр.

Сорт, лінія	Показник, бал						Загальна оцінка	
	Поверхня скоринки	Еластичність м'якуша	Аромат	Смак	Крупність пор	Рівномірність розміщення пор		
							бал	%
Подільянка (st)	7	5	7	7	7	9	7,0	78
Ластівка одеська	5	3	5	5	3	7	4,7	52
Вікторія одеська	5	3	5	5	3	7	4,7	52
Вдала	5	3	5	5	3	7	4,7	52
Ужинок	7	5	7	7	7	9	7,0	78
Кохана	9	7	9	9	3	7	7,3	81
Мирхад	5	3	5	5	3	7	4,7	52
Славна	5	3	5	5	5	7	5,0	56
Щедра нива	7	5	7	7	7	9	7,0	78
Суасон	7	5	7	7	7	9	7,0	78
Емеріно	7	7	7	7	7	9	7,3	81
Паннонікус	7	7	9	9	5	7	7,3	81
Лупус	9	7	9	9	9	9	8,7	96
As Maskinnon	5	3	5	5	7	9	5,7	63
Ефіопська 1	5	7	9	9	5	7	7,0	78
Чорноброва	7	7	9	9	5	7	7,3	81
Кулундинка	7	7	9	9	7	9	8,0	89
Уманчанка	7	7	9	9	7	9	8,0	89
LPP 2793	5	7	9	9	5	7	7,0	78
LPP 1314	5	7	9	9	5	7	7,0	78
LPP 3118	7	7	9	9	9	9	8,3	93
P 7	7	7	9	9	9	9	8,3	93
NAK61/12	5	7	9	9	5	7	7,0	78
NAK46/12	7	7	9	9	5	7	7,3	81
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	<i>–</i>

Додаток В.12

Вихід круп'яних продуктів із зерна видів, сортів і ліній пшениць (2013–2015 рр.), %

Сорт, лінія	Вихід крупи					
	№ 1	подрібненої				плющеної
		№ 1	№ 2	№ 3	всього	
Подольянка (st)	82,3	9,9	54,3	14,8	79,0	79,4
Ластівка одеська	84,1	10,2	55,6	15,3	81,1	82,1
Вікторія одеська	85,8	10,3	56,9	15,8	83,0	82,5
Ужинок	86,2	10,5	57,1	16,1	83,7	84,6
Вдала	87,4	10,8	58,0	15,9	84,7	84,3
Кохана	88,6	10,7	58,9	16,2	85,9	85,3
Щедра нива	85,6	10,3	56,7	15,4	82,3	83,1
Мирхад	86,1	10,6	57,2	15,8	83,6	82,9
Славна	86,4	10,7	57,3	16,2	84,2	83,1
Суасон	85,0	10,3	56,4	15,3	81,9	81,9
Паннонікус	86,5	10,4	57,2	15,7	83,3	84,9
Емеріно	88,7	10,6	58,7	16,4	85,8	85,2
Лупус	89,1	11,0	58,8	16,1	85,9	87,1
Ефіопська 1	80,7	9,9	53,4	14,7	78,0	79,3
Чорноброва	81,3	9,8	54,2	14,6	78,7	78,5
Кулундинка	83,1	10,0	55,2	15,2	80,4	81,6
Ас Maskinnon	86,2	10,7	57,1	15,9	83,6	84,1
Уманчанка	87,6	10,6	58,1	16,2	84,9	85,9
Р 7	87,5	10,7	58,1	15,8	84,5	85,5
LPP 1314	88,4	10,9	58,3	16,3	85,5	86,9
LPP 2793	89,0	10,7	58,8	16,0	85,5	87,4
LPP 3118	89,1	10,8	59,1	16,2	86,1	87,7
NAK61/12	86,2	10,5	57,0	15,7	83,2	83,4
NAK46/12	86,7	10,7	57,7	16,0	84,3	84,4
<i>НІР₀₅</i>	<i>4,3</i>	<i>0,5</i>	<i>2,8</i>	<i>0,7</i>	<i>4,0</i>	<i>4,3</i>

Додаток В.13

Кулінарна оцінка крупи з пшениці № 1, подрібненої №1, №2, №3 і плющеної сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), бал

Сорт, лінія	Показник						
	Запах	Колір	Смак	Консистенція	Консистенція під час розжовування	Загальна оцінка	Загальна оцінка, %
Подольянка (st)	7	9	7	9	9	8,2	91
Кохана	3	9	3	5	9	5,8	64
Ластівка одеська	5	9	5	5	9	6,6	73
Вікторія одеська	7	9	7	7	9	7,8	87
Вдала	7	9	7	7	9	7,8	87
Ужинок	9	9	7	9	9	8,6	96
Славна	5	9	3	5	9	6,2	69
Мирхад	5	9	5	5	9	6,6	73
Щедра нива	7	9	7	7	9	7,8	87
Суасон	7	9	7	9	9	8,2	91
Емеріно	9	9	9	9	9	9,0	100
Лупус	9	9	9	9	9	9,0	100
Паннонікус	9	9	9	9	9	9,0	100
Ас Maskinnon	5	9	5	5	9	6,6	73
Чорноброва	9	–	5	7	9	7,5	83
Ефіопська 1	9	–	5	9	9	8,0	89
Уманчанка	9	9	9	7	9	8,6	96
Кулундинка	9	9	9	9	9	9,0	100
LPP 2793	9	9	9	9	9	9,0	100
LPP 1314	9	9	9	9	9	9,0	100
LPP 3118	9	9	9	9	9	9,0	100
P 7	9	9	9	9	9	9,0	100
NAK46/12	7	9	5	5	9	7,0	78
NAK61/12	7	9	7	7	9	7,8	87
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,3</i>	<i>–</i>

Додаток В.14

Кулінарна оцінка крупи манної видів, сортів і ліній пшениць (2013–2015 рр.), бал

Сорт, лінія	Показник				Загальна кулінарна оцінка	
	Запах	Колір	Смак	Консистенція	бал	%
Подільська (st)	7	7	7	7	7,0	78
Кохана	3	7	3	3	4,0	44
Ластівка одеська	5	7	5	3	5,0	56
Вікторія одеська	7	7	7	7	7,0	78
Вдала	7	7	7	7	7,0	78
Ужинок	9	7	7	7	7,5	83
Славна	5	7	3	5	5,0	56
Мирхад	5	7	5	5	5,5	61
Щедра нива	7	7	7	7	7,0	78
Лупус	5	7	9	7	7,0	78
Суасон	9	7	7	7	7,5	83
Емеріно	9	7	9	9	8,5	94
Паннонікус	9	7	9	9	8,5	94
Ас Маскіннон	5	9	5	3	5,5	61
Ефіопська 1	9	–	3	5	5,7	63
Чорноброва	9	–	3	7	6,3	70
Уманчанка	9	9	7	7	8,0	89
Кулундинка	9	9	9	7	8,5	94
Р 7	9	9	7	5	7,5	83
LPP 1314	9	9	9	7	8,5	94
LPP 2793	9	9	9	9	9,0	100
LPP 3118	9	9	9	9	9,0	100
NAK46/12	7	7	5	5	6,0	67
NAK61/12	7	7	7	5	6,5	72
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,3</i>	<i>–</i>

Додаток В.15

Коефіцієнт розварювання каші круп'яних продуктів, отриманих із зерна сортів і ліній різних видів пшениць, 2013–2015 рр.

Сорт, лінія	Коефіцієнт розварювання каші з крупи пшениці					
	№ 1	подрібненої			плющеної	манної
		№ 1	№ 2	№ 3		
Подільянка (st)	5,0	5,2	5,3	5,4	5,1	6,4
Кохана	4,1	4,1	4,3	4,3	4,2	6,1
Ластівка одеська	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	6,1
Вдала	4,8	4,7	4,9	4,9	4,8	6,2
Вікторія одеська	5,1	5,1	5,2	5,3	5,2	6,2
Ужинок	5,5	5,4	5,4	5,5	5,5	6,5
Мирхад	4,5	4,6	4,7	4,8	4,6	6,2
Славна	4,6	4,7	4,7	4,7	4,6	6,3
Щедра нива	5,3	5,2	5,3	5,5	5,2	6,5
Суасон	5,4	5,2	5,4	5,5	5,3	6,5
Паннонікус	5,4	5,5	5,7	5,8	5,4	6,7
Емеріно	5,6	5,5	5,6	5,8	5,6	6,5
Лупус	5,7	5,6	5,6	5,8	5,6	6,6
Чорноброва	5,2	5,1	5,2	5,4	5,2	6,4
Ас Маскіннон	6,1	5,9	6,0	6,2	6,0	6,1
Кулундинка	6,3	6,3	6,4	6,5	6,2	6,5
Уманчанка	6,0	6,0	6,1	6,2	6,1	6,5
Ефіопська 1	6,3	6,4	6,4	6,5	6,3	6,7
Р 7	6,0	5,9	6,0	6,2	6,3	6,5
LPP 2793	6,3	6,3	6,4	6,5	6,3	6,8
LPP 1314	6,3	6,0	6,2	6,4	6,3	6,8
LPP 3118	6,4	6,4	6,5	6,6	6,3	6,8
НАК46/12	4,7	4,6	4,7	4,7	4,8	6,3
НАК61/12	5,1	4,9	5,0	5,0	5,0	6,3
<i>HIP₀₅</i>	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3

Додаток В.16

Кулінарна оціна екструдованого продукту із зерна видів, сортів і ліній
пшениць (2013–2015 рр.), бал

Сорт, лінія	Запах		Колір		Смак		Консистенція під час розжовування		Загальна оцінка	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Подільянка (st)	9	9	3	5	9	9	5	9	6,5	8,0
Ластівка одеська	9	7	3	5	9	9	7	9	7,0	7,5
Кохана	9	7	5	5	9	9	9	9	8,0	7,5
Ужинок	9	9	3	5	9	9	7	9	7,0	8,0
Вікторія одеська	9	9	3	5	9	9	7	9	7,0	8,0
Вдала	9	9	5	5	9	9	9	9	8,0	8,0
Славна	9	7	5	5	9	9	7	9	7,5	7,5
Мирхад	9	7	3	5	9	9	5	9	6,5	7,5
Щедра нива	9	9	3	5	9	9	7	9	7,0	8,0
Суасон	9	9	3	5	9	9	7	9	7,0	8,0
Лупус	9	9	5	5	9	9	9	9	8,0	8,0
Емеріно	9	9	5	7	9	9	9	9	8,0	8,5
Паннонікус	9	9	9	9	9	9	9	9	9,0	9,0
Чорноброва	9	9	3	5	9	9	5	9	6,5	8,0
Ефіопська 1	9	9	3	5	9	9	5	9	6,5	8,0
Ас Maskinnon	9	7	9	9	9	9	7	9	8,5	8,5
Кулундинка	9	9	9	9	9	9	5	9	8,0	9,0
Уманчанка	9	9	9	9	9	9	9	9	9,0	9,0
LPP 2793	9	9	7	7	9	9	9	9	8,5	8,5
LPP 1314	9	9	9	9	9	9	9	9	9,0	9,0
LPP 3118	9	9	9	9	9	9	9	9	9,0	9,0
P 7	9	9	9	9	9	9	9	9	9,0	9,0
NAK46/12	9	9	9	9	9	9	9	9	9,0	9,0
NAK61/12	9	9	9	9	9	9	7	9	8,5	9,0
<i>НІР₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>

Примітка. 1 – нелущене зерно, 2 – лущене зерно.

Додаток В.17

Коефіцієнт розварювання екструдованого продукту з лущеного та нелущеного зерна сортів і ліній різних видів пшениць, 2013–2015 рр.

Сорт, лінія	Коефіцієнт розварювання екструдованого продукту з			
	лущеного зерна		нелущеного зерна	
		до st, ±		до st, ±
Подольянка (st)	5,2	0,0	5,6	0,0
Кохана	4,2	-1,0	4,4	-1,2
Ластівка одеська	4,5	-0,7	4,8	-0,8
Вдала	4,7	-0,5	4,9	-0,7
Вікторія одеська	5,1	-0,1	5,5	-0,1
Ужинок	5,4	0,2	5,6	0,0
Славна	4,5	-0,7	4,8	-0,8
Мирхад	4,6	-0,6	4,8	-0,8
Щедра нива	5,3	0,1	5,5	-0,1
Суасон	5,2	0,0	5,6	0,0
Емеріно	5,6	0,4	5,9	0,3
Лупус	5,6	0,4	5,8	0,2
Паннонікус	5,7	0,5	5,9	0,3
Чорноброва	5,1	-0,1	5,4	-0,2
Ас Маскіннон	6,0	0,8	6,3	0,7
Кулундинка	6,2	1,0	6,5	0,9
Уманчанка	6,0	0,8	6,3	0,7
Ефіопська 1	6,2	1,0	6,6	1,0
Р 7	6,0	0,8	6,3	0,7
LPP 1314	6,1	0,9	6,5	0,9
LPP 2793	6,2	1,0	6,6	1,0
LPP 3118	6,3	1,1	6,6	1,0
НАК46/12	4,5	-0,7	4,9	-0,7
НАК61/12	4,8	-0,4	5,2	-0,4
<i>НІР₀₅</i>	0,3	–	0,4	–

Додаток В.18

Характеристика печива з борошна сортів і ліній різних видів пшениць, 2013–
2015 рр.

Сорт, лінія	Відношення					до st, ±
	діаметра печива до діаметра тіста		товщини печива до товщини тіста		D/T	
	D	до st, ±	T	до st, ±		
Подільянка (st)	1,2	–	1,2	–	12,5	0,0
Вікторія одеська	1,0	-0,2	1,6	0,4	8,3	-4,2
Вдала	1,0	-0,2	1,4	0,2	9,6	-2,9
Кохана	1,0	-0,2	1,4	0,2	9,6	-2,9
Ластівка одеська	1,0	-0,2	1,4	0,2	9,7	-2,8
Ужинок	1,2	0,0	1,2	0,0	12,8	0,3
Мирхад	1,0	-0,2	1,4	0,2	9,3	-3,2
Славна	1,1	-0,1	1,4	0,2	10,3	-2,2
Щедра нива	1,2	0,0	1,2	0,0	12,7	0,2
Суасон	1,0	-0,2	1,4	0,2	9,6	-2,9
Емеріно	1,1	-0,1	1,4	0,2	10,3	-2,2
Лупус	1,2	0,0	1,2	0,0	12,7	0,2
Паннонікус	1,4	0,2	1,2	0,0	14,7	2,2
Чорноброва	1,2	0,0	1,4	0,2	10,7	-1,8
Ас Maskinnon	1,2	0,0	1,4	0,2	10,9	-1,6
Уманчанка	1,2	0,0	1,4	0,2	11,0	-1,5
Ефіопська 1	1,5	0,3	1,0	-0,2	19,2	6,7
Кулундинка	1,5	0,3	1,0	-0,2	19,6	7,1
LPP 3118	1,2	0,0	1,4	0,2	10,7	-1,8
P 7	1,2	0,0	1,2	0,0	12,8	0,3
LPP 1314	1,3	0,1	1,2	0,0	14,3	1,8
LPP 2793	1,4	0,2	1,2	0,0	15,7	3,2
NAK46/12	1,0	-0,2	1,4	0,2	9,6	-2,9
NAK61/12	1,5	0,3	1,0	-0,2	19,4	6,9
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,1</i>	–	<i>0,1</i>	–	<i>0,5</i>	–

Додаток В.19

Показники якості печива цукрового з борошна сортів і ліній різних видів пшениць, 2013–2015 рр.

Сорт, лінія	Показник, бал				Загальна оцінка	
	D/T	Поверхня	Колір	Вигляд злому	бал	%
Подольянка (st)	5	7	7	7	6,5	72
Вікторія одеська	1	3	7	5	4,0	44
Ластівка одеська	3	3	7	5	4,5	50
Вдала	3	3	7	5	4,5	50
Кохана	3	3	7	5	4,5	50
Ужинок	5	7	7	7	6,5	72
Мирхад	3	3	7	5	4,5	50
Славна	3	3	7	7	5,0	56
Щедра нива	5	7	7	7	6,5	72
Суасон	3	3	7	5	4,5	50
Емеріно	3	7	7	7	6,0	67
Лупус	5	7	7	7	6,5	72
Паннонікус	7	9	9	9	8,5	94
Ас Maskinnon	3	7	7	7	6,0	67
Чорноброва	3	7	7	7	6,0	67
Уманчанка	3	7	7	7	6,0	67
Кулундинка	9	9	9	9	9,0	100
Ефіопська 1	9	9	9	9	9,0	100
LPP 3118	3	3	7	5	4,5	50
P 7	3	7	7	7	6,0	67
LPP 1314	7	9	9	9	8,5	94
LPP 2793	9	9	9	9	9,0	100
NAK46/12	3	3	7	5	4,5	50
NAK61/12	9	9	9	9	9,0	100
<i>НІР₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	–

Примітка. D/T – відношення діаметра (D) печива до його товщини (T).

Додаток В.20

Показники якості кексу з борошна сортів і ліній різних видів пшениць,
2013–2015 рр.

Сорт, лінія	Показник, бал			Загальна оцінка	
	Поверхня	Пористість за крупністю	Пористість за рівномірністю	бал	%
Подольянка (st)	9	9	9	9,0	100
Ластівка одеська	9	7	9	8,3	92
Вікторія одеська	9	7	9	8,3	92
Вдала	9	7	9	8,3	92
Кохана	9	7	9	8,3	92
Ужинок	9	9	9	9,0	100
Мирхад	9	7	9	8,3	92
Щедра нива	9	9	9	9,0	100
Славна	9	9	9	9,0	100
Суасон	9	7	9	8,3	92
Емеріно	9	9	9	9,0	100
Лупус	9	9	9	9,0	100
Паннонікус	9	9	9	9,0	100
Ас Maskinon	9	9	9	9,0	100
Кулундинка	9	9	9	9,0	100
Чорноброва	9	9	9	9,0	100
Ефіопська 1	9	9	9	9,0	100
Уманчанка	9	9	9	9,0	100
LPP 2793	9	9	9	9,0	100
LPP 1314	9	9	9	9,0	100
LPP 3118	9	9	9	9,0	100
P 7	9	9	9	9,0	100
NAK46/12	9	7	9	8,3	92
NAK61/12	9	9	9	9,0	100
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	–

Додаток В.21

Показники якості бісквіта з борошна сортів і ліній різних видів пшениць, 2013–
2015 рр.

Сорт, лінія	Показник, бал				Загальна оцінка	
	Поверхня	Пористість за крупністю	Пористість за рівномірністю	Консистенція під час розжовування	бал	%
Подільянка (st)	7	9	9	9	8,5	94
Ластівка одеська	5	7	9	9	7,5	83
Вікторія одеська	5	7	9	9	7,5	83
Вдала	5	7	9	9	7,5	83
Кохана	5	7	9	9	7,5	83
Ужинок	7	9	9	9	8,5	94
Мирхад	5	7	9	9	7,5	83
Щедра нива	7	9	9	9	8,5	94
Славна	7	9	9	9	8,5	94
Суасон	5	7	9	9	7,5	83
Емеріно	7	9	9	9	8,5	94
Лупус	7	9	9	9	8,5	94
Паннонікус	9	9	9	9	9,0	100
Чорноброва	5	9	9	9	8,0	89
Ас Маскіннон	7	9	9	9	8,5	94
Уманчанка	7	9	9	9	8,5	94
Кулундинка	9	9	9	9	9,0	100
Ефіопська 1	9	9	9	9	9,0	100
LPP 3118	7	9	9	9	8,5	94
P 7	7	9	9	9	8,5	94
LPP 2793	9	9	9	9	9,0	100
LPP 1314	9	9	9	9	9,0	100
NAK46/12	5	7	9	9	7,5	83
NAK61/12	9	9	9	9	9,0	100
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	–

Додаток В.22

Об'єм кексу та бісквіта сортів і ліній різних видів пшениць (2013–2015 рр.), см³

Сорт, лінія	Об'єм			
	кексу	до st, ±	бісквіта	до st, ±
Подольянка (st)	247	–	372	–
Вікторія одеська	250	3,0	341	-31,0
Кохана	251	4,0	345	-27,0
Вдала	254	7,0	348	-24,0
Ластівка одеська	249	2,0	351	-21,0
Ужинок	251	4,0	373	1,0
Мирхад	246	-1,0	353	-19,0
Славна	245	-2,0	371	-1,0
Щедра нива	247	0,0	375	3,0
Суасон	255	8,0	354	-18,0
Емеріно	253	6,0	370	-2,0
Лупус	254	7,0	373	1,0
Паннонікус	246	-1,0	384	12,0
Ас Maskinnon	245	-2,0	374	2,0
Чорноброва	258	11,0	375	3,0
Уманчанка	253	6,0	379	7,0
Ефіопська 1	254	7,0	390	18,0
Кулундинка	256	9,0	392	20,0
LPP 3118	254	7,0	368	-4,0
P 7	254	7,0	374	2,0
LPP 1314	250	3,0	384	12,0
LPP 2793	251	4,0	389	17,0
НАК46/12	257	10,0	349	-23,0
НАК61/12	253	6,0	393	21,0
<i>НІР₀₅</i>	<i>13</i>	–	<i>15</i>	–

Додаток В.23

Характеристика борозенки зернівок сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), мм

Сорт, лінія	Глибина борозенки (В)			Ширина петлі борозенки (А)		
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %
Зоря України (st)	$1,2 \pm 0,2$	1,1–1,3	6	$0,5 \pm 0,1$	0,4–0,5	11
Шведська 1	$1,2 \pm 0,2$	1,1–1,3	5	$0,3 \pm 0,1$	0,3–0,4	10
NSS 6/01	$1,3 \pm 0,2$	1,2–1,4	6	$0,4 \pm 0,2$	0,3–0,4	15
Schwabekorn	$1,5 \pm 0,2$	1,4–1,6	5	$0,4 \pm 0,1$	0,3–0,4	14
LPP 1197	$1,4 \pm 0,2$	1,3–1,4	4	$0,6 \pm 0,1$	0,6–0,7	8
LPP 3117	$1,4 \pm 0,2$	1,3–1,5	6	$0,6 \pm 0,3$	0,4–0,7	20
LPP 3373	$1,4 \pm 0,5$	1,1–1,8	12	$0,6 \pm 0,4$	0,4–0,8	26
LPP 3122/2	$1,4 \pm 0,2$	1,3–1,5	4	$0,4 \pm 0,2$	0,3–0,5	14
P 3	$1,5 \pm 0,4$	1,3–1,7	9	$0,5 \pm 0,3$	0,4–0,7	19
LPP 1224	$1,6 \pm 0,6$	1,3–1,9	14	$0,6 \pm 0,4$	0,4–0,8	24
LPP 3132	$1,6 \pm 0,3$	1,4–1,7	8	$0,7 \pm 0,2$	0,5–0,8	13
LPP 1304	$1,7 \pm 0,2$	1,6–1,8	5	$0,4 \pm 0,2$	0,3–0,5	14
LPP 1221	$1,8 \pm 0,7$	1,3–2,0	13	$0,7 \pm 0,4$	0,4–0,9	20
NAK34/12–2	$1,3 \pm 0,4$	1,1–1,5	11	$0,5 \pm 0,3$	0,4–0,7	18
TV 1100	$1,5 \pm 0,2$	1,4–1,6	6	$0,5 \pm 0,1$	0,5–0,6	8
NAK 22/12	$1,6 \pm 0,3$	1,4–1,7	7	$0,4 \pm 0,2$	0,3–0,4	15
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,1</i>	–	–	<i>0,1</i>	–	–

Додаток В.24

Геометрична характеристика зернівок різних сортів і ліній пшениці
спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Об'єм зернівки (V), мм ³	Площа зовнішньої поверхні (F), мм ²	Питома поверхня, мм ² /мм ³	Відношення V/F	Сферичність
Зоря України (st)	32,4	91,5	2,83	0,35	0,54
Шведська 1	22,5	62,0	2,76	0,36	0,62
Schwabenkorn	25,5	79,2	3,10	0,32	0,53
NSS 6/01	25,6	83,5	3,26	0,31	0,50
LPP 3122/2	24,2	66,3	2,74	0,37	0,61
LPP 3373	24,3	74,9	3,09	0,32	0,54
LPP 3117	24,5	69,0	2,82	0,35	0,59
LPP 1224	25,6	69,3	2,70	0,37	0,61
LPP 3132	27,2	70,9	2,61	0,38	0,62
P 3	27,6	66,2	2,40	0,42	0,67
LPP 1197	29,1	72,3	2,48	0,40	0,63
LPP 1304	29,6	78,3	2,64	0,38	0,59
LPP 1221	35,6	79,5	2,23	0,45	0,66
TV 1100	20,7	63,2	3,06	0,33	0,58
NAK34/12–2	26,5	71,5	2,70	0,37	0,60
NAK 22/12	32,6	78,9	2,42	0,41	0,62
<i>HIP₀₅</i>	<i>1,4</i>	<i>3,7</i>	<i>0,14</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>

Додаток В.25

Вміст фракцій зерна різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Сорт, лінія	Розмір отворів сита						
	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,7
Зоря України (st)	15,8	26,8	38,7	8,7	6,2	3,6	0,2
Швецька 1	1,0	7,9	18,5	37,0	21,5	11,0	3,1
Schwabenkorn	13,8	23,7	36,4	13,1	7,9	4,6	0,5
NSS 6/01	0,4	9,2	41,2	21,3	15,9	8,2	3,8
LPP 1197	24,5	36,7	15,2	11,5	6,4	5,1	0,6
LPP 3117	5,2	26,1	34,5	9,7	8,1	10,2	6,2
LPP 1304	4,6	17,0	37,1	28,2	9,0	3,0	1,1
LPP 1224	7,6	28,3	38,6	18,9	4,3	1,1	1,2
LPP 3122/2	2,0	8,5	23,6	35,0	19,4	7,7	3,8
P 3	10,7	25,0	30,0	27,0	6,0	0,8	0,5
LPP 3132	29,4	36,2	16,3	8,2	7,1	2,4	0,4
LPP 3373	1,5	13,5	6,5	36,5	26,8	11,1	4,1
LPP 1221	27,5	47,7	15,7	6,1	1,5	1,0	0,5
NAK34/12–2	4,5	14,7	33,5	36,4	8,0	1,5	1,4
NAK 22/12	9,0	24,2	37,0	24,8	3,6	1,0	0,4
TV 1100	3,0	4,5	5,9	30,6	37,5	14,0	4,5
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,4</i>	<i>1,3</i>	<i>1,5</i>	<i>1,7</i>	<i>0,9</i>	<i>0,6</i>	<i>0,1</i>

Додаток В.26

Зусилля, необхідне для руйнування зернівки різних сортів і ліній пшениці
спельти стисненням (2014–2016 рр.), Н

Сорт, лінія	Елемент варіаційної мінливості		
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %
Зоря України (st)	108,0 ± 25,7	86,2–131,3	17
Schwabenkorn	90,5 ± 42,2	67,6–120,5	16
Шведська 1	93,8 ± 17,3	85,3–104,9	6
NSS 6/01	94,2 ± 36,9	67,6–116,6	14
LPP 1221	78,1 ± 13,9	71,5–86,2	6
LPP 1304	80,0 ± 31,4	62,7–96,0	14
LPP 3373	82,1 ± 33,6	63,7–108,8	14
LPP 3122/2	86,1 ± 43,1	64,7–112,7	18
LPP 3117	86,3 ± 35,2	71,5–109,8	14
LPP 1197	93,1 ± 54,5	71,5–129,4	21
P 3	91,3 ± 20,8	81,3–106,8	8
LPP 1224	100,6 ± 35,2	86,2–124,5	12
LPP 3132	100,8 ± 46,0	74,5–122,5	16
TV 1100	80,3 ± 24,5	65,7–94,1	11
NAK34/12–2	104,2 ± 38,1	86,2–130,3	13
NAK 22/12	119,7 ± 56,8	92,1–160,7	17
<i>HIP</i> ₀₅	4,6	–	–

Додаток В.27

Зусилля, необхідне для руйнування зернівки різних сортів і ліній пшениці
спельти сколюванням (2014–2016 рр.), Н

Сорт, лінія	Елемент варіаційної мінливості		
	$x \pm S_x$	lim	V, %
Зоря України (st)	$31,5 \pm 11,5$	26,5–38,2	13
Schwabenkorn	$27,3 \pm 9,9$	22,5–31,4	13
NSS 6/01	$28,9 \pm 9,6$	23,5–34,3	12
Шведська 1	$31,2 \pm 11,2$	25,5–37,2	13
LPP 3122/2	$26,9 \pm 5,9$	23,5–29,4	8
LPP 1304	$27,8 \pm 13,5$	22,5–37,2	17
LPP 1221	$27,9 \pm 9,7$	23,5–34,3	12
LPP 1224	$28,0 \pm 9,6$	23,5–33,3	12
LPP 3117	$28,2 \pm 9,1$	24,5–34,3	11
LPP 1197	$28,5 \pm 8,8$	23,5–32,3	11
LPP 3132	$28,5 \pm 10,7$	23,5–34,3	13
LPP 3373	$29,2 \pm 11,1$	23,5–35,3	13
P 3	$37,3 \pm 19,4$	29,4–54,9	18
TV 1100	$28,4 \pm 22,5$	18,6–48,0	28
NAK34/12–2	$33,9 \pm 11,2$	27,4–39,2	12
NAK 22/12	$37,2 \pm 18,3$	28,4–47,0	17
<i>HIP</i> ₀₅	1,5	–	–

Додаток В.28

Випуклість формового хліба з пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Випуклість хліба з борошна							
	вищого сорту				обойного			
		до st, ±	бал	до st, ±		до st, ±	бал	до st, ±
Зоря України (st)	0,49	–	5,0	–	0,37	–	4,0	–
Schwabekorn	0,12	-0,37	3,0	-2,0	0,10	-0,27	2,0	-2,0
NSS 6/01	0,22	-0,27	3,0	-2,0	0,21	-0,16	3,0	-1,0
Шведська 1	0,32	-0,17	4,0	-1,0	0,31	-0,06	4,0	0,0
LPP 1304	0,10	-0,39	3,0	-2,0	0,08	-0,29	1,0	-3,0
LPP 1224	0,11	-0,38	3,0	-2,0	0,10	-0,27	2,0	-2,0
LPP 1221	0,20	-0,29	3,0	-2,0	0,19	-0,18	2,0	-2,0
P 3	0,29	-0,20	4,0	-1,0	0,27	-0,10	3,0	-1,0
LPP 3122/2	0,30	-0,19	4,0	-1,0	0,27	-0,10	3,0	-1,0
LPP 1197	0,35	-0,14	4,0	-1,0	0,32	-0,05	4,0	0,0
LPP 3373	0,40	-0,09	5,0	0,0	0,38	0,01	4,0	0,0
LPP 3132	0,41	-0,08	5,0	0,0	0,37	0,00	4,0	0,0
LPP 3117	0,43	-0,06	5,0	0,0	0,40	0,03	5,0	1,0
NAK 22/12	0,08	-0,41	2,0	-3,0	0,07	-0,30	1,0	-3,0
TV 1100	0,13	-0,36	2,0	-3,0	0,11	-0,26	2,0	-2,0
NAK34/12–2	0,54	0,05	5,0	0,0	0,51	0,14	5,0	1,0
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,02</i>	–	<i>0,2</i>	–	<i>0,01</i>	–	<i>0,2</i>	–

Додаток В.29

Якість хліба з обойного борошна різних сортів і ліній пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Показник, бал						Загальна оцінка	
	Поверхня скоринки	Еластичність м'якуша	Аромат	Смак	Крупність пор	Рівномірність розміщення пор	бал	%
Зоря України (st)	7	9	9	9	7	9	8,3	92
Schwabekorn	7	9	9	9	7	9	8,3	92
NSS 6/01	7	9	9	9	7	9	8,3	92
Шведська 1	9	9	9	9	9	9	9,0	100
LPP 1197	7	9	9	9	7	9	8,3	92
LPP 1304	7	9	9	9	7	9	8,3	92
LPP 1224	7	9	9	9	7	9	8,3	92
LPP 3373	7	9	9	9	7	9	8,3	92
LPP 1221	7	9	9	9	7	9	8,3	92
LPP 3117	9	9	9	9	9	9	9,0	100
LPP 3122/2	9	9	9	9	9	9	9,0	100
P 3	9	9	9	9	9	9	9,0	100
LPP 3132	9	9	9	9	9	9	9,0	100
NAK 22/12	7	9	9	9	7	9	8,3	92
TV 1100	7	9	9	9	7	9	8,3	92
NAK34/12–2	9	9	9	9	9	9	9,0	100
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	–

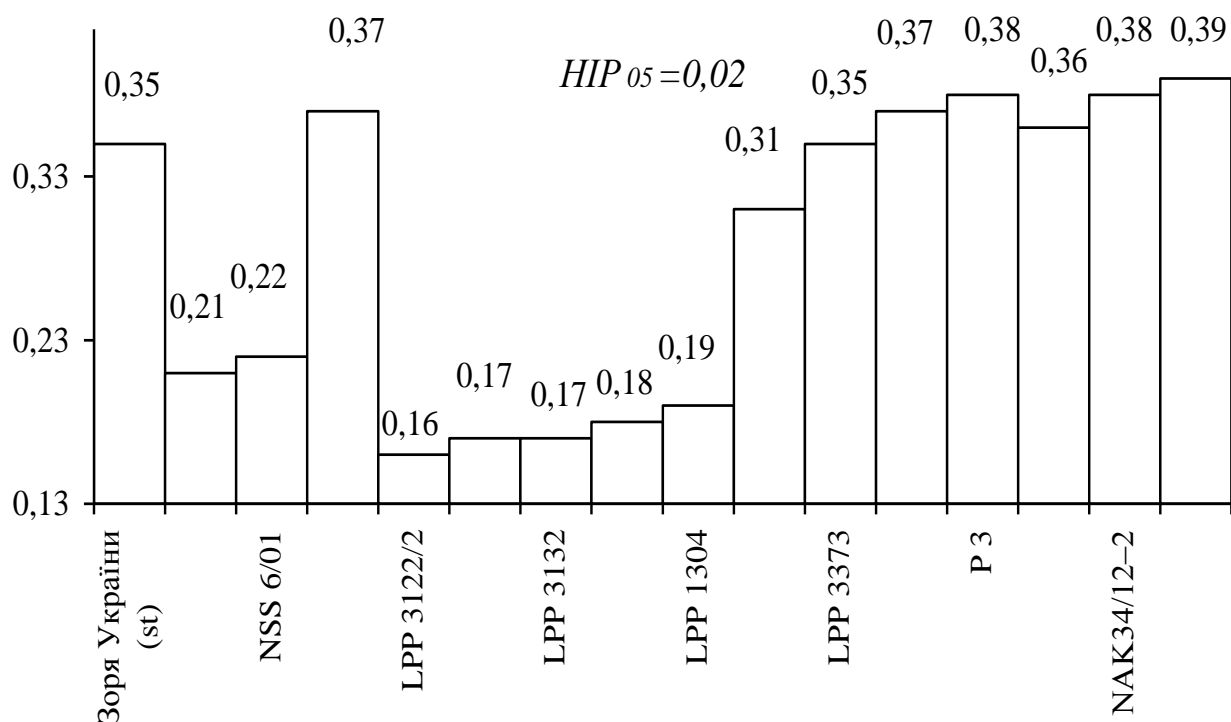


Рис. В.3 Вміст каротиноподібних пігментів у зерні пшениці спельти (2014–2016 рр.), мг/кг

Додаток В.30

Якість макаронів з борошна пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Коефіцієнт розварювання за		Колір	Втрата сухої маси	Загальна оцінка	
	масою	об'ємом			бал	%
Зоря України (st)	5	5	7	5	5,5	61
Schwabenkorn	5	5	5	5	5,0	56
Шведська 1	5	5	7	5	5,5	61
NSS 6/01	7	5	5	5	5,5	61
LPP 1197	5	5	5	5	5,0	56
LPP 3117	5	7	5	5	5,5	61
LPP 1304	7	5	5	5	5,5	61
LPP 1224	5	5	7	5	5,5	61
LPP 3132	5	7	5	5	5,5	61
LPP 1221	5	5	7	5	5,5	61
LPP 3122/2	7	7	5	5	6,0	67
P 3	5	7	7	5	6,0	67
LPP 3373	7	5	7	5	6,0	67
TV 1100	5	5	7	5	5,5	61
NAK 22/12	7	5	7	5	6,0	67
NAK34/12-2	9	7	7	5	7,0	78
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,3</i>	–

Додаток В.31

Вихід круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти (2014–2016 рр.), %

Сорт, лінія	Вихід крупи з пшениці					
	№ 1	подрібненої				плющеної
		№ 1	№ 2	№ 3	всього	
Зоря України (st)	88,3	9,9	50,8	17,7	78,4	85,4
NSS 6/01	85,1	9,8	51,3	18,1	79,2	82,4
Schwabenkorn	87,6	10,1	51,2	18,2	79,5	84,6
Шведська 1	89,8	9,2	50,9	17,5	77,6	86,7
LPP 1197	83,7	9,3	50,7	18,0	78,0	81,0
LPP 3132	84,8	10,1	51,3	18,0	79,4	81,7
LPP 1224	86,2	9,8	51,3	18,3	79,4	83,2
LPP 1221	86,2	9,7	51,1	18,3	79,1	83,2
P 3	87,3	10,4	51,2	18,1	79,7	84,2
LPP 1304	88,5	10,3	50,7	17,9	78,9	85,6
LPP 3122/2	88,9	9,5	51,4	18,2	79,1	85,9
LPP 3117	89,6	10,2	50,8	17,8	78,8	86,5
LPP 3373	90,4	10,3	50,9	18,2	79,4	87,5
NAK34/12–2	84,5	9,8	51,4	18,2	79,4	81,5
NAK 22/12	89,7	9,9	51,3	18,4	79,6	86,7
TV 1100	90,2	9,2	50,4	18,0	77,6	87,3
<i>HIP₀₅</i>	<i>4,1</i>	<i>0,5</i>	<i>2,5</i>	<i>0,8</i>	<i>3,9</i>	<i>4,2</i>

Додаток В.33

Кулінарна оцінка крупи манної з пшениці спельти (2014–2016 рр.), бал

Сорт, лінія	Показник				ЗКО	
	Запах	Колір	Смак	Консистенція	бал	%
Зоря України (st)	9	9	9	9	9,0	100
Schwabenkorn	9	7	9	9	8,5	94
NSS 6/01	9	7	9	9	8,5	94
Шведська 1	9	9	9	9	9,0	100
LPP 1197	9	7	9	9	8,5	94
LPP 3117	9	7	9	9	8,5	94
LPP 1304	9	7	9	9	8,5	94
LPP 3122/2	9	7	9	9	8,5	94
LPP 3132	9	7	9	9	8,5	94
LPP 1224	9	9	9	9	9,0	100
P 3	9	9	9	9	9,0	100
LPP 3373	9	9	9	9	9,0	100
LPP 1221	9	9	9	9	9,0	100
NAK34/12–2	9	9	9	9	9,0	100
NAK 22/12	9	9	9	9	9,0	100
TV 1100	9	9	9	9	9,0	100
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	–

Додаток В.34

Коефіцієнт розварювання каші круп'яних продуктів з пшениці спельти, 2014–
2016 рр.

Сорт, лінія	Крупа					
	№ 1	подрібнена			плющена	манна
		№ 1	№ 2	№ 3		
Зоря України (st)	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3	7,5
Шведська 1	5,1	5,1	5,3	5,4	5,2	6,5
NSS 6/01	5,3	5,3	5,4	5,5	5,5	6,2
Schwabekorn	5,6	5,6	5,7	5,8	5,8	6,8
LPP 1197	5,0	4,9	5,0	5,1	5,0	6,0
LPP 3122/2	5,0	5,0	5,1	5,2	5,0	5,9
LPP 3117	5,1	5,1	5,1	5,2	5,2	6,0
LPP 1304	5,2	5,1	5,2	5,3	5,3	6,5
P 3	5,2	5,5	5,4	5,5	5,4	7,0
LPP 3132	5,4	5,6	5,6	5,7	5,7	7,1
LPP 1224	5,5	5,5	5,7	5,7	5,7	6,6
LPP 3373	5,7	5,6	5,7	5,9	5,8	7,2
LPP 1221	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	7,5
NAK34/12–2	5,1	5,1	5,2	5,3	5,3	6,3
NAK 22/12	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	6,7
TV 1100	6,0	6,0	6,1	6,2	6,2	6,9
<i>HIP₀₅</i>	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3

Додаток В.35

Кулінарна оцінка екструдованого продукту з нелущеного зерна різних сортів і ліній пшениці спельти (2014–2016 рр.), бал

Сорт, лінія	Екструдування за температури, °С									
	100–110					180–200				
	Запах	Колір	Смак	Консистенція	Загальна оцінка	Запах	Колір	Смак	Консистенція	Загальна оцінка
Зоря України (st)	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
Schwabekorn	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
NSS 6/01	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
Шведська 1	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
LPP 1197	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
LPP 1224	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
P 3	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
LPP 3132	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
LPP 3117	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
LPP 1304	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
LPP 3122/2	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
LPP 3373	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
LPP 1221	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
NAK34/12–2	9	7	9	5	7,5	9	7	9	9	8,5
NAK 22/12	9	7	9	7	8,0	9	7	9	9	8,5
TV 1100	9	9	9	7	8,5	9	9	9	9	9,0
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,5</i>

Додаток В.37

Коефіцієнт розварювання екструдованого продукту з лущеного та нелущеного зерна різних сортів і ліній пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Екструдування за температури, °С			
	100–110		180–200	
	лущеного зерна	нелущеного зерна	лущеного зерна	нелущеного зерна
Зоря України (st)	6,6	6,7	6,5	6,8
Шведська 1	5,4	5,5	5,5	5,5
NSS 6/01	5,8	5,8	5,7	5,8
Schwabekorn	6,0	6,1	5,9	6,1
LPP 1197	5,2	5,3	5,2	5,4
LPP 3122/2	5,3	5,3	5,3	5,3
LPP 3117	5,4	5,4	5,5	5,5
LPP 1304	5,6	5,5	5,4	5,6
P 3	5,7	5,8	5,6	5,8
LPP 1224	5,8	5,7	5,9	5,9
LPP 3132	5,9	5,9	5,8	5,9
LPP 3373	5,9	5,8	5,9	5,8
LPP 1221	6,5	6,4	6,4	6,6
NAK34/12–2	5,6	5,5	5,6	5,6
NAK 22/12	5,9	5,8	5,9	5,9
TV 1100	6,3	6,2	6,4	6,5
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>

Додаток В.38

Характеристика печива з борошна пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Відношення					
	діаметра (D) печива до діаметра тіста		товщини (T) печива до товщини тіста		D/T	
		до st, ±		до st, ±		до st, ±
Шведська 1	1,4	–	1,4	–	12,7	–
Зоря України (st)	1,5	0,1	1,0	-0,4	19,4	6,7
Schwabekorn	1,6	0,2	1,0	-0,4	20,4	7,7
NSS 6/01	1,6	0,2	1,0	-0,4	21,0	8,3
LPP 3122/2	1,2	-0,2	1,6	0,2	10,1	-2,6
P 3	1,3	-0,1	1,4	0,0	12,4	-0,3
LPP 3132	1,4	0,0	1,4	0,0	12,6	-0,1
LPP 3117	1,4	0,0	1,2	-0,2	14,7	2,0
LPP 1221	1,4	0,0	1,0	-0,4	18,0	5,3
LPP 3373	1,4	0,0	1,0	-0,4	18,2	5,5
LPP 1224	1,5	0,1	1,0	-0,4	19,2	6,5
LPP 1197	1,6	0,2	1,0	-0,4	20,2	7,5
LPP 1304	1,6	0,2	1,0	-0,4	21,0	8,3
NAK34/12–2	1,2	-0,2	1,4	0,0	10,7	-2,0
NAK 22/12	1,4	0,0	1,2	-0,2	15,2	2,5
TV 1100	1,5	0,1	1,2	-0,2	16,7	4,0
<i>HIP₀₅</i>	<i>0,1</i>		<i>0,1</i>		<i>0,9</i>	

Додаток В.39

Показники якості кексу з пшениці спельти (2014–2016 рр.), бал

Сорт, лінія	Показник			Загальна оцінка
	Поверхня	Пористість за крупністю	Пористість за рівномірністю	
Зоря України (st)	9	9	9	9,0
Шведська 1	9	9	9	9,0
Schwabenkorn	9	9	9	9,0
NSS 6/01	9	9	9	9,0
LPP 1197	9	9	9	9,0
LPP 3117	9	9	9	9,0
LPP 1304	9	9	9	9,0
LPP 1224	9	9	9	9,0
LPP 3122/2	9	9	9	9,0
P 3	9	9	9	9,0
LPP 3132	9	9	9	9,0
LPP 3373	9	9	9	9,0
LPP 1221	9	9	9	9,0
NAK34/12–2	7	7	9	7,7
NAK 22/12	9	9	9	9,0
TV 1100	9	9	9	9,0
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>

Додаток В.40

Показники якості бісквіта з пшениці спельти (2014–2016 рр.), бал

Сорт, лінія	Показник				Загальна оцінка
	Поверхня	Пористість за крупністю	Пористість за рівномірністю	Консистенція під час розжовування	
Зоря України (st)	9	9	9	9	9
Шведська 1	9	9	9	9	9
Schwabenkorn	9	9	9	9	9
NSS 6/01	9	9	9	9	9
LPP 1197	9	9	9	9	9
LPP 3117	9	9	9	9	9
LPP 1304	9	9	9	9	9
LPP 1224	9	9	9	9	9
LPP 3122/2	9	9	9	9	9
P 3	9	9	9	9	9
LPP 3132	9	9	9	9	9
LPP 3373	9	9	9	9	9
LPP 1221	9	9	9	9	9
NAK34/12–2	5	7	7	5	6
NAK 22/12	9	9	9	9	9
TV 1100	9	9	9	9	9
<i>HIP₀₅</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

Додаток В.41

Об'єм кексу та бісквіта, отриманих із пшениці спельти, 2014–2016 рр.

Сорт, лінія	Кекс		Бісквіт	
	Об'єм, см ³	Питомий об'єм, см ³ /г	Об'єм, см ³	Питомий об'єм, см ³ /г
Зоря України (st)	269	2,59	384	3,00
NSS 6/01	254	2,44	374	2,92
Шведська 1	263	2,53	375	2,93
Schwabekorn	271	2,61	369	2,88
LPP 3122/2	249	2,39	377	2,95
LPP 3132	250	2,40	378	2,95
LPP 1221	253	2,43	378	2,95
LPP 1197	256	2,46	368	2,88
P 3	256	2,46	380	2,97
LPP 3117	258	2,48	388	3,03
LPP 3373	260	2,50	377	2,95
LPP 1304	261	2,51	391	3,05
LPP 1224	274	2,63	395	3,09
NAK34/12–2	257	2,47	381	2,98
NAK 22/12	263	2,53	379	2,96
TV 1100	272	2,62	389	3,04
<i>HIP₀₅</i>	<i>13</i>	<i>0,13</i>	<i>20</i>	<i>0,15</i>

Додаток Д

Додаток Д.1

Схема розподілу добрив під культури у III – V ротаціях польової сівозміни (1985–2014 рр.) стаціонарного дослід (гній – т/га, мінеральні добрива – кг/га д. р.)

Варіант дослід	Вид добрива	Сівозміна										
		Конюшина	Пшениця озима	Буряк цукровий	Кукурудза	Горох	Пшениця озима	Кукурудза на силос	Пшениця озима	Буряк цукровий	Ячмінь ярий + конюшина	На 1 га площі сівозміни
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Без добрив	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	N	–	45,0	90	50,0	10,0	45,0	50,0	45,0	90,0	25,0	45,0
	P ₂ O ₅	–	45,0	90,0	50,0	10,0	45,0	50,0	45,0	90,0	25,0	45,0
	K ₂ O	–	45,0	90,0	50,0	10,0	45,0	50,0	45,0	90,0	25,0	45,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N	80,0	90,0	135,0	100,0	30,0	90,0	100,0	90,0	135,0	50,0	90,0
	P ₂ O ₅	80,0	90,0	135,0	100,0	30,0	90,0	100,0	90,0	135,0	50,0	90,0
	K ₂ O	80,0	90,0	135,0	100,0	30,0	90,0	100,0	90,0	135,0	50,0	90,0
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	N	50,0	135,0	180,0	200,0	60,0	135,0	200,0	135,0	180,0	75,0	135,0
	P ₂ O ₅	50,0	135,0	180,0	200,0	60,0	135,0	200,0	135,0	180,0	75,0	135,0
	K ₂ O	50,0	135,0	180,0	200,0	60,0	135,0	200,0	135,0	180,0	75,0	135,0

Продовж. дод. Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Гній 9 т	Гній	–	–	30,0	–	–	–	30,0	–	30,0	–	9,0
Гній 13,5 т	Гній	–	–	45,0	–	–	–	45,0	–	45,0	–	13,5
Гній 18 т	Гній	–	–	60,0	–	–	–	60,0	–	60,0	–	18,0
Гній 4,5 т + N ₂₂ P ₃₄ K ₁₈	N	–	22,5	30,0	50,0	–	22,5	22,5	22,5	30,0	25,0	22,5
	P ₂ O ₅	–	22,5	67,5	50,0	10,0	22,5	50,0	22,5	67,5	25,0	33,8
	K ₂ O	–	22,5	15,0	47,5	10,0	22,5	–	22,5	15,0	25,0	18,0
	Гній	–	–	15,0	–	–	–	15,0	–	15,0	–	4,5
Гній 9 т + N ₄₅ P ₆₈ K ₃₆	N	–	45,0	60,0	100,0	20,0	45,0	50,0	45,0	60,0	25,0	45,0
	P ₂ O ₅	25,0	45,0	135,0	100,0	20,0	45,0	50,0	45,0	135,0	75,0	67,5
	K ₂ O	20,0	45,0	30,0	100,0	20,0	45,0	–	45,0	30,0	25,0	36,0
	Гній	–	–	30,0	–	–	–	30,0	–	30,0	–	9,0
Гній 13,5 т + N ₆₈ P ₁₀₁ K ₅₄	N	–	67,5	90,0	150,0	20,0	67,5	75,0	67,5	90,0	47,5	67,5
	P ₂ O ₅	50,0	67,5	202,5	150,0	30,0	67,5	100,0	67,5	202,5	75,0	101,3
	K ₂ O	17,5	67,5	45,0	150,0	30,0	67,5	–	67,5	45,0	50,0	54,0
	Гній	–	–	45,0	–	–	–	45,0	–	45,0	–	13,5

Додаток Д.2

Урожайність зерна пшениці м'якої за різних доз добрив і систем
удобрення в польовій сівозміні, т/га

Варіант дослідження (насиченість 1 га площі сівозміни)											
Рік дослідження	Без добрив (контроль)	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	Гній 9 т	Гній 13,5 т	Гній 18 т	Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	НІР ₀₅
Попередник конюшина											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1965	4,02	4,51	4,51	4,45	4,65	4,27	4,50	4,33	4,32	4,62	0,21
1966	2,54	2,79	3,10	2,89	2,72	2,97	3,00	3,10	3,12	3,05	0,13
1967	2,45	3,04	2,72	2,88	2,98	2,94	2,78	3,02	2,85	2,81	0,14
1968	2,40	2,90	2,85	3,19	2,94	3,01	2,80	3,20	3,10	3,05	0,12
1969	3,76	4,20	4,32	4,03	4,22	3,85	4,41	3,74	4,08	4,38	0,19
1970	3,85	4,28	4,28	4,37	4,18	4,10	4,16	4,29	4,28	4,40	0,20
1971	3,78	3,93	3,89	3,66	4,07	3,97	3,93	4,00	3,82	3,89	0,18
1972	3,69	4,07	3,49	3,38	4,14	3,92	3,87	3,97	3,47	3,53	0,17
1973	4,26	4,78	4,59	4,35	4,75	4,67	4,77	4,64	4,32	4,56	0,21
1974	4,68	5,40	5,49	4,15	5,12	4,99	5,10	5,27	4,32	5,04	0,21
1975	3,02	3,24	3,55	3,52	3,18	3,26	3,40	3,45	3,55	3,45	0,14
1976	3,60	4,38	5,35	4,68	4,27	4,77	4,68	4,98	5,13	4,88	0,23
1977	3,37	4,42	5,35	4,68	3,95	4,67	4,80	4,98	5,13	4,88	0,22
1978	4,96	6,02	5,60	5,35	5,26	5,50	5,46	5,70	5,49	5,49	0,25
1979	4,00	4,88	4,46	4,54	4,62	4,28	4,65	4,56	4,68	4,78	0,20
1980	3,20	3,61	3,76	3,79	3,58	3,48	3,45	3,83	3,55	3,55	0,14
1981	2,75	3,68	4,05	3,25	3,73	3,53	3,65	4,00	3,88	3,70	0,15
1982	3,65	4,00	4,20	3,75	4,12	4,10	4,32	4,25	4,62	4,70	0,20
1983	2,74	2,91	3,68	3,64	2,90	3,32	3,40	3,68	3,15	3,67	0,13
1984	2,74	2,92	2,82	2,84	3,00	3,07	3,06	2,87	2,70	2,76	0,14
1985	3,76	4,25	4,72	4,93	4,04	4,16	4,53	4,23	5,13	4,65	0,22
1986	3,79	4,46	4,83	5,33	4,37	4,70	4,58	4,37	4,87	4,83	0,21
1987	4,08	4,62	5,41	5,76	5,06	5,08	5,71	4,85	5,71	6,17	0,23
1988	3,96	4,41	4,99	5,45	4,15	4,58	4,76	4,20	4,76	5,23	0,20
1989	3,94	4,42	5,21	5,34	4,35	4,89	5,32	4,39	5,09	5,59	0,24
1990	3,79	4,41	4,25	4,20	4,26	4,80	5,17	4,49	5,08	5,12	0,20
1991	2,97	3,34	3,77	2,77	3,35	3,97	4,44	3,45	3,85	3,98	0,14
1992	2,79	3,14	3,43	2,59	2,87	3,06	3,35	2,99	3,34	3,59	0,16
1993	4,48	5,23	5,91	6,25	4,81	5,16	5,78	5,10	6,02	6,76	0,26
1994	4,23	4,78	5,49	5,69	4,58	5,05	5,60	4,67	5,82	6,64	0,23

Продовж. дод. Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1995	2,99	3,72	4,36	4,53	3,52	4,11	4,57	3,77	4,39	4,86	0,18
1996	2,35	2,55	3,67	3,95	2,62	3,07	3,18	2,95	3,87	4,16	0,12
1997	3,66	4,66	4,92	4,87	4,11	4,38	4,95	4,66	5,17	5,33	0,22
1998	3,34	3,82	4,10	4,27	3,75	3,96	4,18	3,88	4,72	4,58	0,18
1999	2,87	3,29	3,59	3,87	3,20	3,49	3,70	3,24	3,56	3,79	0,23
2000	2,97	3,44	3,81	3,98	3,26	3,48	3,65	3,50	3,86	4,16	0,15
2001	3,42	4,08	4,62	4,86	3,87	4,39	4,58	4,15	4,68	4,19	0,19
2002	4,23	5,50	6,34	6,68	5,20	5,79	6,13	5,71	6,56	6,98	0,28
2003	3,04	3,60	4,05	4,32	3,26	3,42	3,54	3,56	4,12	4,47	0,16
2004	4,63	5,51	6,16	6,41	5,20	5,73	6,00	5,63	6,25	6,66	0,27
2005	4,17	4,99	5,74	5,95	5,24	5,67	5,96	5,20	5,82	6,23	0,25
2006	4,58	5,43	6,02	6,26	5,33	5,69	5,98	5,39	5,87	6,25	0,27
2007	2,84	3,51	3,95	4,08	3,27	3,64	3,78	3,33	3,69	3,85	0,15
2008	3,49	4,69	5,53	6,04	4,54	4,96	5,14	4,77	5,65	5,87	0,22
2009	3,99	5,73	6,98	7,23	5,27	6,04	6,62	5,52	6,84	7,16	0,28
2010	3,53	4,11	4,50	4,60	4,01	4,21	4,43	4,12	4,54	4,63	0,19
2011	3,21	4,53	5,54	6,31	4,61	5,24	5,62	4,55	5,54	6,40	0,24
2012	3,72	4,56	5,26	5,58	4,38	4,98	5,44	4,64	5,34	5,71	0,23
2013	6,19	8,05	8,82	9,54	7,11	8,19	8,56	8,20	9,15	9,69	0,37
2014	4,45	5,13	5,41	4,73	5,23	5,73	5,90	5,35	5,61	5,26	0,25
2015	4,73	6,33	6,88	7,92	6,16	6,58	7,27	6,12	6,82	7,73	0,29
Попередник горох											
1965	3,44	3,89	4,32	3,49	3,89	3,79	3,27	4,07	3,79	3,48	0,21
1966	2,59	2,99	2,93	2,63	2,82	3,08	2,75	2,83	3,08	2,73	0,13
1967	2,66	3,29	3,09	3,13	3,52	3,41	3,37	3,21	3,41	3,31	0,14
1968	3,94	4,20	4,45	4,40	4,10	4,48	4,00	4,50	4,48	4,25	0,12
1969	4,09	4,58	4,18	4,33	4,69	4,21	4,35	4,42	4,21	4,49	0,19
1970	3,10	3,75	3,89	3,89	3,84	3,88	3,78	3,82	3,88	4,09	0,20
1971	3,81	4,04	3,96	3,88	4,22	3,94	4,08	4,11	3,94	3,89	0,18
1972	3,34	3,91	3,59	3,63	4,04	3,58	4,01	3,95	3,58	3,64	0,17
1973	4,01	4,77	4,58	4,34	4,78	4,32	4,62	4,84	4,32	4,64	0,21
1974	4,42	5,12	5,54	4,87	4,84	5,51	5,67	5,05	5,51	5,28	0,21
1975	2,87	3,23	3,55	3,46	3,08	3,49	3,28	3,63	3,49	3,63	0,14
1976	4,35	4,61	4,65	4,36	4,81	5,00	4,75	5,00	5,00	4,50	0,23
1977	3,31	4,27	4,38	4,32	4,22	4,62	3,90	4,47	4,62	4,80	0,22
1978	4,55	5,54	6,07	5,94	5,18	6,29	5,29	5,30	6,29	5,99	0,25
1979	3,85	4,59	4,89	4,66	4,21	4,40	4,61	4,49	4,40	5,12	0,20
1980	3,58	4,06	4,03	4,05	3,75	4,25	3,58	4,12	4,25	3,91	0,14
1981	2,30	3,18	3,85	3,40	3,25	3,93	2,93	3,68	3,93	3,50	0,15
1982	3,75	4,15	4,62	4,20	4,57	4,50	4,20	4,41	4,50	4,92	0,20
1983	2,59	3,66	3,80	3,05	3,24	2,98	3,71	3,43	2,98	3,56	0,13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1984	2,53	2,99	3,05	2,99	2,76	3,70	2,83	2,98	3,70	2,70	0,14
1985	3,76	4,53	5,49	6,25	4,00	5,22	4,59	4,37	5,22	5,51	0,22
1986	4,08	4,54	4,83	4,91	4,29	4,71	4,54	4,50	4,71	4,58	0,21
1987	4,20	4,72	5,17	5,93	4,81	5,23	5,37	4,75	5,23	6,45	0,23
1988	4,07	4,61	5,23	5,81	4,26	4,79	4,60	4,46	4,79	5,41	0,20
1989	4,25	5,04	5,65	5,85	4,62	5,15	5,29	4,82	5,15	5,46	0,24
1990	3,87	4,72	4,91	4,67	4,55	5,23	5,45	4,87	5,23	5,64	0,20
1991	3,33	3,91	4,28	3,06	3,86	4,41	4,40	3,96	4,41	4,71	0,14
1992	3,05	3,66	4,18	4,05	3,35	3,84	4,00	3,54	3,84	4,37	0,16
1993	4,13	5,02	6,25	6,02	4,58	5,81	5,59	4,79	5,81	6,60	0,26
1994	3,98	4,62	5,38	5,73	4,41	5,47	5,56	4,49	5,47	6,25	0,23
1995	3,10	3,62	4,01	4,26	3,53	3,90	3,96	3,74	4,02	4,35	0,18
1996	2,42	3,64	3,87	4,12	3,80	4,05	4,18	3,88	4,17	4,26	0,12
1997	3,75	4,50	4,99	4,90	4,12	4,46	4,56	4,30	4,70	4,87	0,22
1998	3,22	3,76	4,15	4,30	3,78	4,21	4,46	3,85	4,91	4,60	0,18
1999	2,99	3,66	4,04	4,27	3,35	3,59	3,88	3,58	4,09	4,46	0,23
2000	2,69	3,23	3,53	3,65	2,99	3,12	3,26	3,10	3,50	3,80	0,15
2001	3,16	3,69	4,08	4,42	3,60	4,00	4,39	3,67	4,08	4,48	0,19
2002	3,99	5,24	6,03	6,34	4,84	5,37	5,72	5,36	6,38	6,92	0,28
2003	2,79	3,41	3,94	4,17	3,08	3,21	3,37	3,41	3,89	4,23	0,16
2004	4,03	4,89	5,65	6,03	4,79	5,35	5,63	4,97	5,73	6,24	0,27
2005	3,62	4,47	5,13	5,46	4,58	4,93	5,10	4,56	5,34	5,82	0,25
2006	4,40	5,04	5,38	5,66	5,06	5,29	5,50	5,18	5,67	6,00	0,27
2007	2,42	3,00	3,49	3,65	2,83	3,13	3,25	2,93	3,40	3,54	0,15
2008	3,65	5,04	5,85	6,23	4,52	5,82	6,03	4,67	5,44	5,93	0,22
2009	3,81	5,46	6,63	6,98	5,10	5,84	6,12	5,21	6,54	6,83	0,28
2010	3,24	4,09	4,50	4,58	3,83	4,19	4,27	4,09	4,38	4,48	0,19
2011	3,50	4,64	5,60	6,40	4,83	5,40	6,04	4,68	5,50	6,57	0,24
2012	3,54	4,38	5,17	5,52	4,25	4,81	5,13	4,42	5,16	5,54	0,23
2013	5,58	7,61	9,37	10,16	7,45	8,59	8,37	7,91	9,42	10,20	0,37
2014	4,82	5,93	6,29	6,11	6,52	6,52	6,07	6,28	6,69	6,77	0,25
2015	4,57	6,15	6,38	6,65	5,83	6,18	6,47	5,93	6,58	6,66	0,29
Попередник кукурудза на силос											
1965	3,79	3,87	4,11	3,83	4,29	3,99	4,16	4,00	3,98	3,96	0,21
1966	3,45	3,80	3,97	3,81	4,20	4,12	4,29	4,11	4,08	3,98	0,13
1967	2,50	2,94	2,81	2,90	3,13	3,33	3,21	3,14	3,10	3,00	0,14
1968	3,94	4,12	4,47	4,52	4,62	4,76	3,98	4,87	4,90	4,28	0,12
1969	3,33	3,79	3,74	3,64	3,74	3,89	3,83	3,84	3,79	3,77	0,19
1970	3,00	3,53	3,59	3,69	3,58	3,58	3,52	3,60	3,72	3,70	0,20
1971	3,89	4,22	4,25	3,99	4,43	4,28	4,29	4,36	4,00	4,21	0,18
1972	2,72	3,64	3,95	4,03	3,49	3,81	3,80	3,62	3,99	3,77	0,17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1973	3,88	4,65	4,77	4,93	4,50	4,60	4,76	4,71	5,03	4,91	0,21
1974	4,01	4,87	5,17	5,19	4,65	4,73	4,62	4,76	5,37	4,43	0,21
1975	2,43	2,89	3,09	3,19	2,67	2,94	2,89	2,89	3,16	3,66	0,14
1976	4,25	4,55	4,54	5,20	4,81	3,08	5,30	4,85	4,76	4,85	0,23
1977	3,27	4,72	5,07	5,00	4,77	5,27	4,72	4,87	5,21	5,10	0,22
1978	4,36	5,22	5,50	6,11	5,06	5,47	5,31	5,13	5,79	5,91	0,25
1979	3,23	4,50	5,28	4,90	4,12	4,85	5,00	5,25	4,85	5,08	0,20
1980	1,88	2,23	2,53	2,93	2,78	2,33	2,50	2,25	2,94	2,78	0,14
1981	1,80	3,10	2,88	2,83	2,80	3,01	2,87	3,25	3,25	3,00	0,15
1982	2,94	3,64	5,12	3,50	3,40	3,81	3,76	3,56	4,14	4,40	0,20
1983	2,70	3,48	3,93	3,17	3,00	2,82	3,18	3,13	3,04	3,50	0,13
1984	1,89	2,04	2,28	2,60	1,94	2,04	2,04	2,12	2,40	2,29	0,14
1985	2,79	3,14	3,49	3,77	3,53	3,62	3,82	3,35	3,74	3,45	0,22
1986	3,49	4,16	4,58	4,66	3,87	4,00	4,70	4,04	4,45	4,83	0,21
1987	3,56	4,20	4,77	5,32	3,99	4,41	4,80	4,12	4,83	5,15	0,23
1988	3,66	4,41	5,08	5,61	4,37	4,94	5,35	4,26	5,52	6,14	0,20
1989	3,81	4,67	5,22	5,60	4,63	4,85	5,21	4,69	5,32	5,75	0,24
1990	3,25	4,20	4,35	4,30	3,90	4,10	3,80	4,02	3,37	4,50	0,20
1991	2,93	3,03	3,98	3,06	3,04	3,97	4,27	3,44	4,06	4,19	0,14
1992	2,59	2,97	3,35	3,17	2,99	3,27	3,35	2,87	3,42	3,47	0,16
1993	3,54	4,32	5,98	5,51	4,66	5,25	5,54	4,68	5,22	6,08	0,26
1994	3,53	4,21	5,04	5,53	4,20	4,81	5,26	4,27	4,86	5,48	0,23
1995	2,71	3,35	3,84	4,04	3,57	3,94	4,24	3,50	4,08	4,30	0,18
1996	2,07	2,52	3,12	3,24	2,42	2,87	3,04	2,77	3,29	3,82	0,12
1997	3,01	3,82	4,22	4,60	3,71	3,93	4,05	3,87	4,38	4,80	0,22
1998	3,02	3,68	4,14	4,35	3,75	4,06	4,31	3,72	4,19	4,40	0,18
1999	2,63	3,02	3,38	3,50	3,07	3,26	3,42	3,10	3,42	3,65	0,23
2000	2,48	3,16	3,45	3,66	3,06	3,26	3,38	3,11	3,44	3,75	0,15
2001	2,83	3,48	3,96	4,38	3,55	4,14	4,63	3,58	4,07	4,54	0,19
2002	3,57	4,89	5,69	5,99	4,56	5,05	5,44	4,60	5,44	5,97	0,28
2003	2,45	3,10	3,64	3,88	2,91	3,13	3,32	3,14	3,66	4,03	0,16
2004	3,96	4,61	5,22	5,53	4,63	5,05	5,30	4,83	5,41	5,76	0,27
2005	3,45	4,20	4,83	5,35	4,44	4,66	5,01	4,33	5,12	5,47	0,25
2006	4,03	4,69	5,10	5,45	4,68	5,02	5,25	4,75	5,28	5,65	0,27
2007	2,24	2,91	3,30	3,49	2,70	3,02	3,12	2,80	3,15	3,25	0,15
2008	3,21	4,41	5,36	5,82	4,26	4,82	5,16	4,39	5,29	5,71	0,22
2009	3,73	4,83	5,26	5,36	5,09	5,23	5,45	4,78	5,56	5,62	0,28
2010	2,83	3,63	4,25	4,31	3,51	3,63	4,11	3,59	4,12	4,53	0,19
2011	3,00	4,22	5,33	5,62	4,26	4,73	5,20	4,35	5,26	5,71	0,24
2012	3,39	4,27	4,98	5,26	4,18	4,77	5,14	4,29	5,03	5,42	0,23
2013	4,68	6,24	7,63	9,01	6,30	7,05	7,55	7,01	8,41	9,36	0,37

Додаток Д.3

Питома активність радіонуклідів у шарі ґрунту 0–20 см під посівами пшениці м'якої за різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні (2013–2015 рр.), Бк/кг [96]

Варіант досліджу	Радіоактивний нуклід				
	⁴⁰ K	²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Попередник конюшина					
Без добрив (контроль)	105,1	20,4	25,8	8,4	3,1
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	118,0	30,4	28,6	9,0	3,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	124,3	36,7	29,4	9,7	3,2
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	136,2	44,6	32,6	10,6	3,3
Гній 9 т	108,1	21,7	26,4	9,1	2,7
Гній 13,5 т	109,2	22,0	28,3	9,3	2,7
Гній 18 т	109,8	22,4	29,5	9,6	2,8
Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	115,3	26,5	28,1	8,9	3,1
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	120,5	32,4	29,2	9,4	3,2
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	135,4	40,3	30,4	10,0	3,3
Попередник горох					
Без добрив (контроль)	105,0	20,3	25,3	8,3	3,0
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	117,7	30,0	28,1	9,1	3,1
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	124,1	36,1	29,2	9,9	3,2
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	135,8	44,2	31,1	10,9	3,4
Гній 9 т	108,0	21,5	26,0	9,0	2,6
Гній 13,5 т	108,8	22,2	27,7	9,2	2,6
Гній 18 т	109,1	22,7	29,1	9,5	2,7
Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	115,2	27,0	27,9	8,8	3,0
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	119,9	32,3	29,4	9,3	3,1
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	135,8	41,0	30,8	9,9	3,2
Попередник кукурудза на силос					
Без добрив (контроль)	103,4	19,1	24,3	8,2	2,8
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	110,2	25,6	27,7	8,8	3,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	119,4	31,4	28,0	9,4	3,2
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	131,4	38,7	28,9	10,0	3,2
Гній 9 т	106,7	20,1	25,2	8,9	2,6
Гній 13,5 т	107,3	20,9	25,8	8,2	2,6
Гній 18 т	107,7	21,3	26,3	8,5	2,7
Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	113,4	25,3	27,8	9,0	3,0
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	119,2	28,9	30,0	9,4	3,1
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	127,3	34,5	30,6	9,9	3,1

Додаток Д.4

Вміст хімічних елементів (1 n HNO₃) у шарі ґрунту 0–20 см під посівами пшениці м'якої за різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні (2013–2015 рр.), мг/кг [378]

Варіант досліджу	Хімічний елемент		
	Mn	Zn	Cu
Попередник конюшина			
Без добрив (контроль)	91	7,4	5,0
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	124	10,1	6,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	121	10,0	6,4
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	120	9,9	6,5
Гній 9 т	109	10,2	6,5
Гній 13,5 т	99	11,3	6,9
Гній 18 т	91	10,7	7,1
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	118	10,6	6,0
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	111	9,9	6,3
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	106	9,5	6,6
Попередник горох			
Без добрив (контроль)	90	7,3	4,8
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	125	10,0	5,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	122	10,0	6,2
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	120	9,8	6,4
Гній 9 т	110	10,3	6,6
Гній 13,5 т	98	11,5	7,0
Гній 18 т	93	10,9	7,2
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	119	10,7	5,9
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	110	10,0	6,3
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	105	9,7	6,7
Попередник кукурудза на силос			
Без добрив (контроль)	88	7,0	4,5
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	124	9,4	5,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	120	9,5	5,5
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	118	9,0	6,0
Гній 9 т	109	10,0	6,3
Гній 13,5 т	95	10,7	6,9
Гній 18 т	92	10,2	7,1
Гній 4,5 т+ N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	116	10,0	5,6
Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	109	9,9	6,0
Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	102	9,7	6,6

Додаток Д.5

Питома активність радіонуклідів у зерні пшениці м'якої за різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні (2013–2015 рр.), Бк/кг сухої маси

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни – чинник А)	Радіоактивний нуклід					
	^{40}K	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{90}Sr	
Попередник – конюшина (фактор В)						
Без добрив (контроль)	68,1	19,6	6,5	1,7	0,8	
$\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$	69,3	19,5	6,4	1,7	0,8	
$\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	74,5	20,2	6,6	1,9	0,9	
$\text{N}_{135}\text{P}_{135}\text{K}_{135}$	87,2	22,8	6,7	2,1	1,0	
Гній 9 т	68,5	19,8	6,5	1,7	0,8	
Гній 13,5 т	68,9	19,7	6,4	1,8	0,8	
Гній 18 т	69,1	19,9	6,5	1,9	0,9	
Гній 4,5 т + $\text{N}_{23}\text{P}_{34}\text{K}_{18}$	68,3	19,7	6,6	1,7	0,8	
Гній 9 т + $\text{N}_{46}\text{P}_{68}\text{K}_{36}$	69,9	20,0	6,4	1,9	0,8	
Гній 13,5 т + $\text{N}_{69}\text{P}_{102}\text{K}_{54}$	73,2	20,7	6,5	2,0	0,9	
Попередник – горох						
Без добрив (контроль)	68,4	19,5	6,6	1,7	0,8	
$\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$	70,1	19,8	6,7	1,8	0,8	
$\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	76,2	20,4	6,7	1,9	1,0	
$\text{N}_{135}\text{P}_{135}\text{K}_{135}$	86,4	21,7	6,8	2,1	1,1	
Гній 9 т	68,1	19,5	6,5	1,7	0,7	
Гній 13,5 т	70,2	19,9	6,6	1,7	0,8	
Гній 18 т	69,8	19,8	6,5	1,8	0,9	
Гній 4,5 т + $\text{N}_{23}\text{P}_{34}\text{K}_{18}$	69,4	19,4	6,6	1,7	0,8	
Гній 9 т + $\text{N}_{46}\text{P}_{68}\text{K}_{36}$	70,3	19,9	6,7	1,9	0,9	
Гній 13,5 т + $\text{N}_{69}\text{P}_{102}\text{K}_{54}$	74,1	21,1	6,7	2,0	1,0	
Попередник – кукурудза на силос						
Без добрив (контроль)	68,3	18,1	6,0	1,7	0,8	
$\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$	69,8	18,2	6,1	1,7	0,8	
$\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	71,7	19,3	6,1	1,7	0,9	
$\text{N}_{135}\text{P}_{135}\text{K}_{135}$	77,6	19,8	6,1	1,8	1,0	
Гній 9 т	68,1	18,4	6,0	1,7	0,8	
Гній 13,5 т	68,9	18,6	6,2	1,7	0,8	
Гній 18 т	68,4	18,5	6,0	1,7	0,9	
Гній 4,5 т + $\text{N}_{23}\text{P}_{34}\text{K}_{18}$	68,2	18,3	6,1	1,7	0,8	
Гній 9 т + $\text{N}_{46}\text{P}_{68}\text{K}_{36}$	69,5	18,9	6,2	1,7	0,8	
Гній 13,5 т + $\text{N}_{69}\text{P}_{102}\text{K}_{54}$	71,7	19,2	6,0	1,8	0,9	
HIP_{05}	A	1,7	0,5	0,2	0,1	0,1
	B	1,4	0,4	0,2	0,1	0,1
ГДК [76]	–	–	–	80	140	

Додаток Д.6

Коефіцієнт біологічного поглинання радіонуклідів у зерні пшениці м'якої за різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні, 2013–2015 рр.

Варіант досліджу (насиченість 1 га площі сівозміни – чинник А)	^{40}K	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{90}Sr	
Попередник – конюшина (фактор В)						
Без добрив (контроль)	0,65	0,96	0,25	0,20	0,26	
$\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$	0,59	0,64	0,22	0,19	0,25	
$\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	0,60	0,55	0,22	0,20	0,28	
$\text{N}_{135}\text{P}_{135}\text{K}_{135}$	0,64	0,51	0,21	0,20	0,30	
Гній 9 т	0,63	0,91	0,25	0,19	0,30	
Гній 13,5 т	0,63	0,90	0,23	0,19	0,30	
Гній 18 т	0,63	0,89	0,22	0,20	0,32	
Гній 4,5 т + $\text{N}_{23}\text{P}_{34}\text{K}_{18}$	0,59	0,74	0,23	0,19	0,26	
Гній 9 т + $\text{N}_{46}\text{P}_{68}\text{K}_{36}$	0,58	0,62	0,22	0,20	0,25	
Гній 13,5 т + $\text{N}_{69}\text{P}_{102}\text{K}_{54}$	0,54	0,51	0,21	0,20	0,27	
Попередник – горох						
Без добрив (контроль)	0,65	0,96	0,26	0,20	0,27	
$\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$	0,60	0,66	0,24	0,20	0,26	
$\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	0,61	0,57	0,23	0,19	0,31	
$\text{N}_{135}\text{P}_{135}\text{K}_{135}$	0,64	0,49	0,22	0,19	0,32	
Гній 9 т	0,63	0,91	0,25	0,19	0,27	
Гній 13,5 т	0,65	0,90	0,24	0,18	0,31	
Гній 18 т	0,64	0,87	0,22	0,19	0,33	
Гній 4,5 т + $\text{N}_{23}\text{P}_{34}\text{K}_{18}$	0,60	0,72	0,24	0,19	0,27	
Гній 9 т + $\text{N}_{46}\text{P}_{68}\text{K}_{36}$	0,59	0,62	0,23	0,20	0,29	
Гній 13,5 т + $\text{N}_{69}\text{P}_{102}\text{K}_{54}$	0,55	0,51	0,22	0,20	0,31	
Попередник – кукурудза на силос						
Без добрив (контроль)	0,66	0,95	0,25	0,21	0,29	
$\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$	0,63	0,71	0,22	0,19	0,27	
$\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	0,60	0,61	0,22	0,18	0,28	
$\text{N}_{135}\text{P}_{135}\text{K}_{135}$	0,59	0,51	0,21	0,18	0,31	
Гній 9 т	0,64	0,92	0,24	0,19	0,31	
Гній 13,5 т	0,64	0,89	0,24	0,21	0,31	
Гній 18 т	0,64	0,87	0,23	0,20	0,33	
Гній 4,5 т + $\text{N}_{23}\text{P}_{34}\text{K}_{18}$	0,60	0,72	0,22	0,19	0,27	
Гній 9 т + $\text{N}_{46}\text{P}_{68}\text{K}_{36}$	0,58	0,65	0,21	0,18	0,26	
Гній 13,5 т + $\text{N}_{69}\text{P}_{102}\text{K}_{54}$	0,56	0,56	0,20	0,18	0,29	
<i>НІР₀₅ за факторами</i>	<i>A</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>
	<i>B</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>

Додаток Д.7

Вміст білка в зерні пшениці м'якої за різних доз добрив і систем
удобрення в польовій сівозміні, %

Рік дослідження	Без добрив (контроль)	Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни)									НІР ₀₅
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	Гній 9 т	Гній 13,5 т	Гній 18 т	Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	
Попередник конюшина											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1994	11,2	11,9	13,4	13,2	12,7	12,9	13,0	12,6	13,4	13,8	0,5
1995	10,9	11,4	12,3	12,3	11,2	12,0	12,4	11,3	12,2	12,6	0,5
1996	11,2	11,8	12,2	12,4	11,5	11,8	12,0	11,4	12,1	12,6	0,5
1997	10,2	10,8	11,5	12,4	11,2	11,9	12,8	10,9	11,8	12,6	0,3
1998	12,4	13,6	14,6	13,4	14,4	13,4	13,4	13,7	15,3	13,3	0,7
1999	12,3	13,2	13,6	14,1	12,5	13,2	13,5	13,1	13,6	13,9	0,7
2000	12,2	12,8	13,6	14,1	12,6	12,9	13,2	12,9	13,5	14,3	0,5
2001	12,2	12,9	13,2	13,5	13,1	13,3	13,5	12,8	13,1	13,3	0,6
2002	12,5	13,0	13,8	14,3	13,2	13,4	13,8	13,1	13,6	14,3	0,5
2003	13,8	15,3	15,8	16,1	14,2	14,6	14,9	15,0	15,6	15,9	0,7
2004	12,5	12,5	13,4	13,8	12,4	12,6	13,1	12,3	12,9	13,0	0,5
2005	12,5	13,2	13,6	14,0	13,1	13,5	13,7	13,4	13,8	14,1	0,5
2006	14,0	14,2	14,4	14,4	14,2	14,2	14,2	14,2	14,5	14,2	0,7
2007	14,8	15,4	16,0	16,4	15,4	15,8	16,1	15,0	15,4	15,7	0,7
2008	13,6	14,4	15,0	15,5	14,0	14,6	14,8	14,2	14,8	15,3	0,5
2009	12,4	12,9	13,3	14,6	12,5	13,4	13,7	12,6	13,4	14,4	0,5
2010	13,5	14,7	15,4	15,1	14,5	14,9	15,0	14,9	15,2	15,0	0,5
2011	12,5	13,4	13,8	14,1	13,3	13,6	13,6	13,5	13,9	14,3	0,5
2012	13,2	14,6	15,0	15,5	14,6	15,1	15,4	14,9	15,1	15,8	0,5
2013	10,6	11,2	12,0	13,6	12,2	12,3	13,5	11,8	12,4	13,3	0,5
2014	10,4	11,2	9,9	9,5	12,0	12,5	11,8	12,2	12,3	10,6	0,5
Попередник горох											
1994	10,7	10,9	12,2	12,5	11,4	11,8	12,1	11,5	12,3	12,7	0,5
1995	10,6	11,2	12,0	12,2	11,0	11,7	12,0	11,0	12,0	12,3	0,5
1996	11,0	11,5	12,1	12,2	11,1	11,4	11,1	11,0	11,8	12,2	0,5
1997	10,0	10,5	11,3	12,1	11,0	11,6	12,6	10,6	11,6	12,5	0,3
1998	12,1	13,2	14,3	13,1	14,1	13,0	13,1	13,4	14,9	13,1	0,7
1999	11,8	12,7	13,2	13,7	12,0	12,8	13,1	12,7	13,1	13,5	0,7
2000	12,0	12,5	13,5	13,8	12,4	12,6	13,0	12,6	13,2	14,0	0,5
2001	11,2	11,7	12,0	12,8	11,6	11,9	12,4	12,1	12,3	12,3	0,6
2002	12,2	13,8	14,0	14,4	13,2	13,9	14,2	13,8	14,0	14,2	0,5

Продовж. дод. Д.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2003	13,4	15,0	15,5	15,0	14,1	14,5	14,9	14,8	15,2	15,6	0,7
2004	10,0	12,3	13,0	13,3	10,2	10,5	11,1	12,2	12,4	13,6	0,5
2005	12,3	13,9	14,0	14,0	13,6	13,9	14,0	13,8	14,2	14,3	0,5
2006	13,3	13,4	13,8	14,1	13,8	13,8	14,2	14,2	14,4	14,0	0,7
2007	14,8	15,6	15,9	16,1	15,2	15,7	16,0	15,1	15,4	15,6	0,7
2008	12,7	13,7	15,0	15,0	13,6	13,8	13,9	14,2	14,3	14,4	0,5
2009	11,7	12,5	13,4	14,3	12,1	12,5	13,8	12,1	12,9	14,4	0,5
2010	13,1	14,6	15,2	15,0	14,2	14,6	14,9	14,7	15,0	14,9	0,5
2011	12,5	14,3	14,2	14,2	13,8	14,1	14,2	14,0	14,5	14,6	0,5
2012	12,0	13,5	14,4	14,9	13,4	14,3	14,9	13,3	14,5	15,1	0,5
2013	11,4	11,9	12,5	13,5	12,1	12,4	13,6	12,0	12,6	13,7	0,5
2014	11,3	11,8	11,9	11,8	11,4	11,9	12,2	12,0	12,3	12,9	0,5
Попередник кукурудза на силос											
1994	10,0	10,8	11,4	11,9	10,4	10,6	10,9	11,0	11,8	12,0	0,5
1995	9,7	10,2	11,0	11,2	10,0	10,7	11,0	10,1	10,8	11,3	0,5
1996	10,5	11,1	11,6	11,9	10,7	11,0	11,3	10,8	11,4	11,7	0,5
1997	9,9	10,5	11,3	11,8	10,2	10,8	11,2	10,4	11,1	11,6	0,3
1998	10,4	11,5	12,6	11,3	12,5	11,5	11,4	11,6	13,2	11,4	0,7
1999	10,4	11,3	11,4	12,0	10,5	11,3	11,4	11,0	11,5	11,8	0,7
2000	10,3	10,7	11,5	12,0	10,5	10,8	11,3	10,7	11,5	12,2	0,5
2001	10,7	11,3	11,8	12,1	11,4	11,6	12,3	11,8	12,0	12,2	0,6
2002	12,1	12,4	13,0	13,8	12,6	13,0	13,5	13,5	13,3	13,9	0,5
2003	12,9	14,0	15,1	15,5	13,4	13,9	14,3	14,2	14,9	15,4	0,7
2004	10,3	11,4	14,1	13,7	10,1	14,2	11,1	12,0	13,7	13,8	0,5
2005	12,2	12,5	13,1	13,4	12,7	13,1	13,6	12,9	13,4	13,9	0,5
2006	12,6	12,6	12,6	11,8	12,6	12,7	12,4	12,2	12,6	12,4	0,7
2007	14,5	15,0	15,6	16,0	15,0	15,3	15,4	15,0	15,3	15,4	0,7
2008	11,7	12,8	13,9	14,0	12,7	13,2	13,4	13,2	14,0	14,1	0,5
2009	11,0	11,7	12,5	13,7	11,0	12,1	13,2	11,5	12,3	13,8	0,5
2010	12,9	14,1	14,7	14,9	13,9	14,2	14,3	14,2	14,8	18,6	0,5
2011	12,3	12,4	13,3	13,6	12,9	13,3	13,5	13,0	13,5	14,2	0,5
2012	12,9	13,3	14,1	14,8	13,4	14,3	14,9	13,3	14,2	14,9	0,5
2013	10,7	11,6	12,4	13,2	13,3	13,7	13,7	11,5	13,6	13,7	0,5
2014	12,2	12,8	12,4	13,3	12,8	13,7	13,8	12,6	12,6	13,4	0,5

Додаток Д.8

Вміст клейковини в зерні пшениці м'якої за різних доз добрив і систем
удобрення в польовій сівозміні, %

Рік дослідження	Без добрив (контроль)	Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни)									НІР ₀₅
		N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	Гній 9 т	Гній 13,5 т	Гній 18 т	Гній 4,5 т + N ₂₃ P ₃₄ K ₁₈	Гній 9 т + N ₄₆ P ₆₈ K ₃₆	Гній 13,5 т + N ₆₉ P ₁₀₂ K ₅₄	
Попередник конюшина											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1994	22,0	23,6	26,8	26,0	24,0	24,4	25,2	25,2	26,4	27,2	1,2
1995	20,4	21,7	22,9	24,0	20,5	21,5	22,4	21,3	22,6	23,8	1,2
1996	20,2	22,6	23,3	23,5	22,3	22,4	23,1	20,9	23,0	24,5	1,2
1997	17,9	19,3	20,5	22,1	20,4	21,0	23,6	19,5	20,8	23,2	1,0
1998	24,8	26,8	29,8	26,4	28,0	27,0	26,8	27,2	30,4	26,4	1,4
1999	25,2	26,0	26,4	24,6	25,3	24,8	24,0	26,8	26,6	26,3	1,4
2000	25,2	26,7	28,1	29,2	26,2	26,8	27,4	26,8	28,1	29,5	1,2
2001	27,2	29,2	30,4	31,2	29,6	30,4	31,2	28,8	29,6	30,4	1,3
2002	25,8	28,4	29,9	31,8	27,7	28,6	29,0	28,2	29,7	30,9	1,2
2003	32,2	39,5	45,8	51,5	35,0	37,5	40,0	38,3	45,4	51,5	1,4
2004	28,7	28,8	30,5	31,3	28,3	28,8	30,0	29,5	29,1	29,8	1,2
2005	25,2	27,4	28,8	29,8	26,7	27,8	28,8	27,2	28,1	30,2	1,2
2006	29,3	29,7	30,1	30,1	29,7	29,7	29,7	29,7	30,3	29,7	1,4
2007	31,1	32,2	33,6	34,2	32,1	33,0	33,8	31,6	32,4	33,0	1,4
2008	28,7	30,3	31,7	32,5	29,4	30,6	30,9	29,7	31,1	31,9	1,2
2009	26,1	28,4	29,0	32,1	27,4	29,2	30,0	27,6	29,3	31,5	1,2
2010	26,9	28,4	29,8	28,8	27,1	27,9	28,2	27,4	30,0	29,0	1,2
2011	25,7	27,8	30,1	28,9	27,1	28,2	29,0	27,8	28,5	30,3	1,2
2012	26,8	33,2	34,7	35,7	33,1	35,0	35,3	33,4	34,9	35,8	1,2
2013	19,6	22,5	22,8	26,8	22,9	23,6	26,0	22,4	23,5	26,2	1,2
2014	20,9	22,0	19,8	18,1	24,1	23,9	23,3	24,4	24,2	22,8	1,2
Попередник горох											
1994	19,7	21,0	24,2	24,0	22,1	22,2	23,0	23,4	24,0	24,7	1,2
1995	18,1	19,6	20,3	22,0	18,3	19,4	20,2	19,7	20,4	21,5	1,2
1996	18,6	20,3	21,1	21,5	20,2	21,4	21,1	18,9	21,1	22,3	1,2
1997	15,4	17,2	18,4	20,2	18,3	19,1	21,4	17,3	18,5	21,2	1,1
1998	22,5	24,3	27,1	24,1	26,0	24,8	24,3	25,1	28,1	24,2	1,3
1999	23,1	24,0	24,1	22,3	23,2	22,4	22,0	24,5	24,3	24,1	1,3
2000	22,1	24,5	26,0	27,2	24,1	24,5	25,1	24,4	26,0	27,2	1,2
2001	24,8	26,4	27,2	28,4	26,0	26,8	27,6	27,2	27,6	28,0	1,2
2002	24,3	27,2	28,6	29,7	25,6	26,4	27,6	27,8	28,2	29,8	1,3

Продовж. дод. Д.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2003	29,5	35,9	44,6	50,2	33,1	35,2	33,9	34,6	42,6	48,4	1,4
2004	24,3	29,0	31,0	31,0	28,1	28,7	30,0	28,9	29,2	30,0	1,2
2005	24,6	28,2	28,5	29,4	26,8	27,1	28,2	27,1	28,3	30,4	1,2
2006	28,0	28,0	28,8	29,5	28,8	28,8	29,7	29,7	30,1	29,3	1,4
2007	31,2	32,8	33,4	33,8	31,9	33,0	33,6	31,8	32,4	32,8	1,4
2008	27,4	29,5	31,6	31,8	29,4	29,7	30,2	30,9	31,3	31,4	1,2
2009	25,5	27,3	29,4	31,2	26,6	27,3	30,4	26,4	28,6	31,6	1,2
2010	26,2	28,0	29,7	28,6	27,0	27,7	27,4	27,2	29,3	28,6	1,2
2011	25,2	28,6	28,7	29,2	27,2	28,3	28,9	28,1	29,1	30,9	1,2
2012	21,4	26,5	28,7	30,0	26,7	28,2	30,2	26,1	28,9	30,3	1,2
2013	22,7	23,6	24,8	26,4	23,2	24,7	27,0	23,9	24,1	26,6	1,2
2014	19,2	19,9	20,7	20,3	19,2	21,2	21,5	21,3	21,6	22,9	1,2
Попередник кукурудза на силос											
1994	19,1	20,1	23,4	23,1	20,7	21,2	22,4	22,8	23,4	24,0	1,2
1995	17,3	18,2	19,4	21,1	17,6	18,4	19,2	18,4	19,5	20,4	1,2
1996	17,0	19,3	20,1	20,5	19,1	19,5	20,0	17,6	20,1	21,2	1,2
1997	15,0	16,1	17,2	18,7	17,0	18,0	19,2	16,2	17,5	19,1	1,0
1998	21,4	23,2	26,4	22,7	24,9	24,1	22,7	24,1	27,6	23,2	1,4
1999	22,1	23,0	23,1	21,5	22,2	21,6	21,0	23,5	23,2	23,5	1,4
2000	21,8	23,5	25,1	26,0	23,1	23,5	24,2	23,5	25,2	26,3	1,2
2001	23,2	24,8	26,4	27,6	24,4	25,2	26,8	25,6	26,4	27,2	1,3
2002	24,0	26,6	27,8	29,1	26,2	27,3	28,6	28,6	27,6	29,2	1,2
2003	27,7	28,8	30,1	31,2	28,3	29,4	30,1	29,1	30,6	32,5	1,4
2004	23,8	26,3	30,5	29,8	23,3	27,8	28,3	27,9	31,0	29,8	1,2
2005	24,1	26,7	27,5	28,1	25,8	27,2	28,4	26,7	27,8	29,4	1,2
2006	26,3	26,3	27,0	24,7	26,3	26,5	25,9	25,5	26,3	25,9	1,4
2007	30,6	31,5	32,8	33,7	31,6	32,1	32,4	31,6	32,1	32,4	1,4
2008	24,6	26,9	29,3	29,6	26,6	27,7	28,1	27,9	29,6	29,8	1,2
2009	24,0	25,4	27,2	30,2	24,1	26,6	29,0	25,2	27,1	30,2	1,2
2010	25,7	27,6	29,0	27,9	26,8	27,2	27,2	27,8	28,3	27,6	1,2
2011	24,4	25,7	26,9	28,7	26,1	26,9	27,3	26,8	28,1	30,0	1,2
2012	26,1	26,9	29,6	33,9	27,0	30,0	33,9	26,8	30,5	34,2	1,2
2013	20,4	22,7	22,6	26,1	26,2	26,8	26,9	22,6	26,6	26,9	1,2
2014	24,4	22,9	26,8	24,1	25,7	28,1	28,9	25,1	23,4	24,5	1,2

Додаток Д.10

Інтегральний скор мінеральних речовин 100 г зерна пшениці м'якої сорту Тронка за різного удобрення (2013–2015 рр.), %

Хімічний елемент	Добова потреба (ФАО/ВООЗ), мг	Варіант дослідю						
		Без добрив (контроль)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	$\text{Фон} + N_{120}$	$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	$\text{Фон} + N_{60} S_{70} + N_{60}$
Na	4000	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Cl	5000	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
S	5000	2	2	2	2	2	2	2
Al	49	3	3	3	3	3	3	3
Ca	1000	5	5	5	5	5	5	5
I	0,13	5	5	5	5	5	5	5
Ti	0,54	7	8	8	8	8	8	7
K	4500	9	10	10	9	10	10	9
Cu	2	11	14	14	11	14	14	11
Zn	14	13	15	15	14	15	16	13
Ni	0,5	14	17	17	14	17	17	14
Fe	14	17	22	22	17	22	22	17
Mn	10	28	31	31	29	31	31	28
Mg	230	41	42	42	41	42	42	41
Cr	0,2	41	42	41	41	43	41	41
Co	0,2	46	48	47	46	48	47	46
V	0,2	80	85	85	82	86	86	80
P	550	139	141	140	140	141	141	139
Si	30	140	147	147	141	147	149	140
Se	0,034	618	815	818	650	812	818	618

Додаток Д.11

Інтегральний скор мінеральних речовин 100 г зерна пшениці м'якої сорту

Артемісія за різного удобрення (2013–2015 рр.), %

Хімічний елемент	Добова потреба (ФАО/ВООЗ), мг	Варіант досліджу						
		Контроль (без добрив)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	$\text{Фон} + N_{120}$	$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	$\text{Фон} + N_{60} S_{70} + N_{60}$
P	550	139	141	145	140	142	142	142
K	4500	9	9	9	9	9	9	9
Mg	230	41	41	41	41	41	41	41
S	5000	2	2	2	2	2	2	2
Ca	1000	5	5	5	5	5	5	5
Si	30	142	143	144	141	143	143	144
Cl	5000	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5
Na	4000	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Mn	10	29	29	30	28	29	30	30
Fe	14	17	18	18	17	18	18	18
Zn	14	14	14	14	13	14	14	14
Al	49	3	3	3	3	3	3	3
Cu	2	11	11	11	11	11	11	11
Se	0,034	626	653	653	618	656	653	650
V	0,2	81	83	84	80	83	84	84
Co	0,2	47	47	48	46	47	47	47
Cr	0,2	40	42	42	41	42	43	43
Ni	0,5	14	14	15	13	14	15	15
Ti	0,54	8	8	8	7	8	8	13
I	0,13	5	6	6	6	6	6	6

Додаток Д.12

Вміст вітамінів у зерні пшениці м'якої за різного удобрення (2013–2015 рр.), мг/кг

Вітамін	Варіант дослідів							НІР ₀₅
	Без добрив (контроль)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Сорт Тронка								
Каротин	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
Е (ТЕ)	20,2	31,5	31,6	20,0	31,4	31,8	31,7	1,4
В ₇ (Н)	0,08	0,10	0,10	0,08	0,10	0,10	0,10	0,01
В ₉	0,30	0,33	0,34	0,30	0,34	0,35	0,34	0,02
В ₂	0,8	1,1	1,1	0,8	1,1	1,2	1,2	0,1
В ₆	2,1	4,7	4,8	2,2	4,7	4,8	4,7	0,2
В ₁	3,7	4,1	4,1	3,6	4,2	4,4	4,3	0,2
В ₅	9,1	11,3	11,1	9,2	11,2	11,5	11,5	0,5
В ₃ (РР)	45,4	51,4	51,1	45,5	51,3	51,1	51,0	2,3
В ₄	711	841	840	712	840	841	841	40
Сорт Артемісія								
Каротин	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
Е (ТЕ)	20,9	32,2	32,3	20,8	32,1	32,5	32,4	1,4
В ₇ (Н)	0,08	0,10	0,10	0,08	0,10	0,10	0,10	0,01
В ₉	0,34	0,37	0,38	0,34	0,38	0,38	0,38	0,02
В ₂	0,8	1,2	1,2	0,8	1,2	1,3	1,3	0,1
В ₆	2,5	4,8	4,8	2,4	4,8	4,9	4,8	0,2
В ₁	3,8	4,4	4,4	3,8	4,4	4,4	4,4	0,2
В ₅	9,2	11,6	11,5	9,1	11,6	11,8	11,8	0,6
В ₃ (РР)	46,2	51,4	51,4	46,1	51,5	51,6	51,5	2,5
В ₄	713	842	842	714	842	843	843	40

Додаток Д.13

Вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Тронка за різного
удобрення в 2013 р., %

Амінокислота	Варіант досліду							НІР ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,47	0,52	0,52	0,46	0,53	0,57	0,59	0,03
Ле	0,41	0,46	0,46	0,40	0,47	0,60	0,61	0,02
Лей	0,72	0,80	0,80	0,71	0,81	0,95	0,96	0,04
Ліз	0,39	0,42	0,43	0,38	0,42	0,44	0,46	0,02
Мет	0,11	0,13	0,12	0,10	0,12	0,13	0,21	0,01
Тре	0,47	0,52	0,53	0,46	0,51	0,80	0,81	0,03
Три	0,28	0,33	0,34	0,27	0,34	0,34	0,35	0,02
Фен	0,49	0,57	0,46	0,47	0,59	0,65	0,66	0,03
Ала	0,45	0,50	0,50	0,46	0,51	0,55	0,56	0,03
Арг	0,49	0,51	0,47	0,48	0,52	0,65	0,66	0,03
Асп	0,61	0,68	0,64	0,62	0,71	0,76	0,76	0,03
Гіс	0,40	0,45	0,43	0,41	0,46	0,59	0,60	0,02
Глі	0,52	0,57	0,52	0,51	0,58	0,61	0,63	0,03
Глю	3,54	3,81	3,72	3,55	3,88	4,06	4,09	0,19
Про	0,91	1,15	1,14	0,90	1,16	1,23	1,22	0,06
Сер	0,55	0,76	0,74	0,56	0,77	0,64	0,64	0,03
Тир	0,29	0,33	0,32	0,30	0,32	0,34	0,35	0,02
Цис	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14	0,13	0,28	0,01

Додаток Д.14

Вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Тронка за різного
удобрення в 2014 р., %

Амінокислота	Варіант досліджу							НІР ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,49	0,53	0,51	0,48	0,51	0,52	0,53	0,03
Ле	0,40	0,50	0,49	0,41	0,48	0,47	0,48	0,02
Лей	0,71	0,82	0,80	0,72	0,82	0,81	0,86	0,04
Ліз	0,38	0,43	0,42	0,39	0,42	0,42	0,40	0,02
Мет	0,11	0,12	0,13	0,11	0,13	0,12	0,19	0,01
Тре	0,37	0,51	0,52	0,36	0,50	0,51	0,57	0,02
Три	0,27	0,33	0,32	0,26	0,33	0,34	0,35	0,02
Фен	0,45	0,52	0,51	0,44	0,55	0,57	0,61	0,03
Ала	0,43	0,49	0,48	0,44	0,50	0,51	0,52	0,02
Арг	0,49	0,52	0,52	0,47	0,52	0,52	0,54	0,03
Асп	0,59	0,66	0,65	0,58	0,70	0,71	0,81	0,03
Гіс	0,40	0,44	0,42	0,41	0,42	0,41	0,43	0,02
Глі	0,50	0,57	0,56	0,51	0,57	0,58	0,62	0,03
Глю	2,82	3,97	3,81	2,81	3,72	3,97	4,09	0,18
Про	0,91	1,13	1,12	0,90	1,13	1,15	1,18	0,05
Сер	0,55	0,51	0,52	0,52	0,76	0,77	0,78	0,03
Тир	0,29	0,33	0,34	0,27	0,41	0,40	0,42	0,02
Цис	0,13	0,14	0,15	0,11	0,18	0,20	0,34	0,01

Додаток Д.15

Вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Тронка за різного
удобрення в 2015 р., %

Амінокислота	Варіант досліджу							НІР ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,45	0,50	0,51	0,42	0,53	0,54	0,55	0,03
Ле	0,36	0,41	0,42	0,35	0,43	0,46	0,45	0,02
Лей	0,61	0,73	0,74	0,60	0,76	0,78	0,80	0,04
Ліз	0,32	0,39	0,41	0,31	0,43	0,46	0,47	0,02
Мет	0,10	0,12	0,13	0,10	0,14	0,15	0,19	0,01
Тре	0,30	0,38	0,39	0,28	0,40	0,40	0,41	0,02
Три	0,21	0,29	0,31	0,20	0,33	0,34	0,34	0,01
Фен	0,34	0,44	0,45	0,32	0,47	0,48	0,49	0,02
Ала	0,40	0,43	0,44	0,38	0,39	0,40	0,41	0,02
Арг	0,41	0,49	0,48	0,37	0,49	0,51	0,52	0,02
Асп	0,52	0,61	0,60	0,51	0,61	0,62	0,63	0,03
Гіс	0,38	0,42	0,41	0,35	0,42	0,43	0,43	0,02
Глі	0,47	0,50	0,49	0,44	0,50	0,51	0,52	0,02
Глю	2,72	2,89	2,87	2,70	2,91	3,13	3,24	0,15
Про	0,84	0,93	0,93	0,80	0,94	1,03	1,05	0,05
Сер	0,42	0,57	0,58	0,41	0,61	0,63	0,64	0,03
Тир	0,22	0,29	0,31	0,20	0,33	0,35	0,36	0,01
Цис	0,11	0,13	0,13	0,10	0,13	0,14	0,31	0,01

Додаток Д.16

Вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Тронка за різного удобрення
(2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Варіант дослідів						
	Без добрив (контроль)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	$\text{Фон} + N_{120}$	$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	$\text{Фон} + N_{60} S_{70} + N_{60}$
Вал	0,47	0,52	0,51	0,45	0,52	0,54	0,56
Іле	0,39	0,46	0,46	0,39	0,46	0,51	0,51
Лей	0,68	0,78	0,78	0,68	0,80	0,85	0,87
Ліз	0,36	0,41	0,42	0,36	0,42	0,44	0,44
Мет	0,11	0,12	0,13	0,10	0,13	0,13	0,20
Тре	0,38	0,47	0,48	0,37	0,47	0,57	0,60
Три	0,25	0,32	0,32	0,24	0,33	0,34	0,35
Фен	0,43	0,51	0,47	0,41	0,54	0,57	0,59
Σ_e	3,07	3,59	3,57	3,00	3,67	3,95	4,12
Ала	0,43	0,47	0,47	0,43	0,47	0,49	0,50
Арг	0,46	0,51	0,49	0,44	0,51	0,56	0,57
Асп	0,57	0,65	0,63	0,57	0,67	0,70	0,73
Гіс	0,39	0,44	0,42	0,39	0,43	0,48	0,49
Глі	0,50	0,55	0,52	0,49	0,55	0,57	0,59
Глю	3,03	3,56	3,47	3,02	3,50	3,72	3,81
Про	0,89	1,07	1,06	0,87	1,08	1,14	1,15
Сер	0,51	0,61	0,61	0,50	0,71	0,68	0,69
Тир	0,27	0,32	0,32	0,26	0,35	0,36	0,38
Цис	0,12	0,14	0,14	0,11	0,15	0,16	0,31
Σ_3	7,17	8,32	8,13	7,08	8,42	8,86	9,22
Σ_b	10,24	11,91	11,70	10,08	12,09	12,81	13,34

Додаток Д.17

Вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Артемісія за різного
удобрення в 2013 р., %

Амінокислота	Варіант досліду							НІР ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,88	1,12	1,11	0,87	1,12	1,13	1,13	0,05
Іле	0,61	0,81	0,80	0,62	0,79	0,81	0,82	0,04
Лей	1,01	1,13	1,13	1,03	1,14	1,13	1,12	0,05
Ліз	0,53	0,89	0,88	0,54	0,89	0,90	0,91	0,04
Мет	0,12	0,15	0,15	0,12	0,15	0,15	0,21	0,01
Тре	0,88	1,02	1,02	0,89	1,04	1,05	1,08	0,05
Три	0,42	0,50	0,51	0,44	0,52	0,53	0,55	0,02
Фен	0,57	0,92	0,90	0,57	0,91	0,93	0,95	0,04
Ала	0,63	0,83	0,82	0,62	0,81	0,82	0,83	0,04
Арг	0,73	1,21	1,20	0,75	1,21	1,23	1,24	0,05
Асп	0,94	1,16	1,17	0,95	1,18	1,20	1,20	0,06
Гіс	0,61	0,87	0,88	0,62	0,89	0,90	0,91	0,04
Глі	0,83	0,92	0,93	0,83	0,95	0,94	0,96	0,05
Глю	5,12	5,30	5,32	5,14	5,38	5,42	5,48	0,27
Про	1,71	1,88	1,89	1,72	1,91	1,94	1,92	0,09
Сер	1,13	1,32	1,32	1,14	1,31	1,33	1,34	0,06
Тир	0,44	0,51	0,50	0,45	0,51	0,50	0,52	0,02
Цис	0,30	0,48	0,50	0,30	0,41	0,43	0,50	0,02

Додаток Д.18

Вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Артемісія за різного
удобрення в 2014 р., %

Амінокислота	Варіант дослідження							HIP ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,71	0,89	0,90	0,72	0,91	0,98	0,98	0,04
Іле	0,55	0,78	0,77	0,56	0,78	0,82	0,84	0,04
Лей	0,95	1,12	1,15	0,94	1,15	1,20	1,22	0,06
Ліз	0,45	0,89	0,91	0,47	0,90	0,92	0,93	0,04
Мет	0,10	0,21	0,22	0,11	0,23	0,26	0,32	0,01
Тре	0,64	0,96	0,98	0,66	0,99	1,03	1,05	0,05
Три	0,32	0,43	0,44	0,33	0,45	0,48	0,47	0,02
Фен	0,47	0,89	0,88	0,49	0,87	0,90	0,97	0,04
Ала	0,57	0,97	0,99	0,58	1,01	1,09	1,10	0,05
Арг	0,69	0,87	0,87	0,70	0,88	0,90	0,95	0,04
Асп	0,83	1,22	1,24	0,85	1,26	1,29	1,32	0,06
Гіс	0,50	0,68	0,71	0,50	0,76	0,80	0,85	0,03
Глі	0,72	0,88	0,89	0,73	0,93	0,99	1,05	0,04
Глю	4,82	5,13	5,18	4,85	5,22	5,41	5,51	0,26
Про	1,34	1,51	1,52	1,33	1,55	1,55	1,61	0,07
Сер	0,87	0,99	0,98	0,89	0,99	0,98	1,02	0,05
Тир	0,39	0,56	0,55	0,40	0,58	0,61	0,63	0,03
Цис	0,21	0,37	0,40	0,22	0,41	0,45	0,52	0,02

Додаток Д.19

Вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Артемісія за різного
удобрення в 2015 р., %

Амінокислота	Варіант досліджу							НІР ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,58	0,69	0,67	0,57	0,70	0,71	0,75	0,03
Ле	0,61	0,79	0,72	0,60	0,82	0,89	0,91	0,04
Лей	0,95	1,05	1,02	0,96	1,10	1,11	1,11	0,05
Ліз	0,46	0,64	0,60	0,48	0,65	0,66	0,66	0,03
Мет	0,15	0,21	0,20	0,16	0,22	0,23	0,32	0,01
Тре	0,82	0,97	0,92	0,83	0,98	0,97	0,99	0,05
Три	0,34	0,44	0,41	0,35	0,46	0,50	0,52	0,02
Фен	0,67	0,76	0,72	0,68	0,77	0,76	0,77	0,04
Ала	0,56	0,79	0,70	0,58	0,78	0,81	0,82	0,04
Арг	0,64	0,75	0,76	0,65	0,74	0,72	0,73	0,04
Асп	0,78	0,92	0,93	0,77	0,89	0,87	0,88	0,04
Гіс	0,63	0,75	0,73	0,65	0,77	0,75	0,76	0,04
Глі	0,61	0,74	0,69	0,68	0,73	0,76	0,81	0,04
Глю	4,12	4,48	4,35	4,13	4,43	4,61	4,70	0,22
Про	1,25	1,36	1,32	1,26	1,40	1,38	1,37	0,07
Сер	0,66	0,84	0,86	0,67	0,79	0,77	0,77	0,04
Тир	0,35	0,42	0,44	0,36	0,45	0,45	0,45	0,02
Цис	0,14	0,19	0,20	0,14	0,22	0,22	0,33	0,01

Додаток Д.20

Вміст амінокислот у зерні пшениці м'якої сорту Артемісія за різного
удобрення (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Варіант досліджу						
	Без добрив (контроль)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60}$ – фон	Фон + N_{120}	Фон + $N_{60} + N_{60}$	Фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$
Вал	0,72	0,90	0,89	0,72	0,91	0,94	0,95
Ле	0,59	0,79	0,76	0,59	0,80	0,84	0,86
Лей	0,97	1,10	1,10	0,98	1,13	1,15	1,15
Ліз	0,48	0,81	0,80	0,50	0,81	0,83	0,83
Мет	0,12	0,19	0,19	0,13	0,20	0,21	0,28
Тре	0,78	0,98	0,97	0,79	1,00	1,02	1,04
Три	0,36	0,46	0,45	0,37	0,48	0,50	0,51
Фен	0,57	0,86	0,83	0,58	0,85	0,86	0,90
Σ_{ϵ}	4,59	6,09	5,99	4,66	6,18	6,35	6,52
Ала	0,59	0,86	0,84	0,59	0,87	0,91	0,92
Арг	0,69	0,94	0,94	0,70	0,94	0,95	0,97
Асп	0,85	1,10	1,11	0,86	1,11	1,12	1,13
Гіс	0,58	0,77	0,77	0,59	0,81	0,82	0,84
Глі	0,72	0,85	0,84	0,75	0,87	0,90	0,94
Глю	4,69	4,97	4,95	4,71	5,01	5,15	5,23
Про	1,43	1,58	1,58	1,44	1,62	1,62	1,63
Сер	0,89	1,05	1,05	0,90	1,03	1,03	1,04
Тир	0,39	0,50	0,50	0,40	0,51	0,52	0,53
Цис	0,22	0,35	0,37	0,22	0,35	0,37	0,45
Σ_3	11,05	12,97	12,95	11,16	13,12	13,39	13,68
Σ_B	15,64	19,06	18,94	15,82	19,30	19,74	20,20

Додаток Д.21

Інтегральний скор амінокислот 100 г зерна пшениці м'якої сорту

Тронка за різного удобрення (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Добова потреба, г	Варіант досліду						
		Без добрив (контроль)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	$\text{Фон} + N_{120}$	$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	$\text{Фон} + N_{60} S_{70} + N_{60}$
Вал	2,5	19	21	20	18	21	22	22
Ле	2,0	20	23	23	20	23	26	26
Лей	4,6	15	17	17	15	17	18	19
Ліз	4,1	9	10	10	9	10	11	11
Мет	1,8	6	7	7	6	7	7	11
Тре	2,4	16	20	20	15	20	24	25
Три	0,8	31	40	40	30	41	43	44
Фен	4,4	10	12	11	9	12	13	13
Ала	6,6	7	7	7	7	7	7	8
Арг	6,1	8	8	8	7	8	9	9
Асп	12,2	5	5	5	5	5	6	6
Гіс	2,1	19	21	20	19	20	23	23
Глі	3,5	14	16	15	14	16	16	17
Глю	13,6	22	26	26	22	26	27	28
Про	4,5	20	24	24	19	24	25	26
Сер	8,3	6	7	7	6	9	8	8
Тир	4,4	6	7	7	6	8	8	9
Цис	1,8	7	8	8	6	8	9	17

Додаток Д.22

Інтегральний скор амінокислот 100 г зерна пшениці м'якої сорту Артемісія за
різного удобрення (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Добова потреба, г	Варіант досліду						
		Контроль (без добрив)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60}$ – фон	Фон + N_{120}	Фон + $N_{60} + N_{60}$	Фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$
Вал	2,5	29	36	36	29	36	38	38
Ле	2,0	30	40	38	30	40	42	43
Лей	4,6	21	24	24	21	25	25	25
Ліз	4,1	12	20	20	12	20	20	20
Мет	1,8	7	11	11	7	11	12	16
Тре	2,4	33	41	40	33	42	43	43
Три	0,8	45	58	56	46	60	63	64
Фен	4,4	13	20	19	13	19	20	20
Ала	6,6	9	13	13	9	13	14	14
Арг	6,1	11	15	15	11	15	16	16
Асп	12,2	7	9	9	7	9	9	9
Гіс	2,1	28	37	37	28	39	39	40
Глі	3,5	21	24	24	21	25	26	27
Глю	13,6	34	37	36	35	37	38	38
Про	4,5	32	35	35	32	36	36	36
Сер	8,3	11	13	13	11	12	12	13
Тир	4,4	9	11	11	9	12	12	12
Цис	1,8	12	19	21	12	19	21	25

Додаток Д.23

Склоподібність зерна пшениці м'якої за різного удобрення, %

Варіант дослідження (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	76	68	57	67	
$P_{60} + N_{120}$	87	84	65	79	
$K_{60} + N_{120}$	86	80	66	77	
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	77	69	58	68	
$\Phi_{\text{он}} + N_{120}$	89	85	72	82	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} + N_{60}$	92	87	78	86	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} S_{70} + N_{60}$	95	93	83	90	
Сорт Артемiсія					
Без добрив (контроль)	96	92	87	92	
$P_{60} + N_{120}$	100	100	96	99	
$K_{60} + N_{120}$	100	100	95	98	
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	100	91	89	93	
$\Phi_{\text{он}} + N_{120}$	100	100	98	99	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} + N_{60}$	100	100	100	100	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} S_{70} + N_{60}$	100	100	100	100	
HIP_{05}	<i>A</i>	2	2	2	–
	<i>B</i>	2	1	1	–

Додаток Д.24

Об'єм хліба, отриманого з борошна зерна пшениці м'якої за різного
удобрення, см³

Варіант дослідю (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	505	500	400	468	
P ₆₀ + N ₁₂₀	575	571	442	529	
K ₆₀ + N ₁₂₀	576	572	443	530	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	500	497	398	465	
Фон + N ₁₂₀	580	575	444	533	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	581	577	445	534	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	581	579	443	534	
Сорт Артемісія					
Без добрив (контроль)	440	450	470	453	
P ₆₀ + N ₁₂₀	422	441	478	447	
K ₆₀ + N ₁₂₀	423	440	477	447	
P ₆₀ K ₆₀ – фон	443	450	466	453	
Фон + N ₁₂₀	420	442	480	447	
Фон + N ₆₀ + N ₆₀	419	441	480	447	
Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	418	440	479	446	
HIP ₀₅	A	10	9	7	–
	B	12	13	9	–

Додаток Д.28

Вихід крохмалю з урожаю зерна пшениці м'якої за різного удобрення, кг/га

Варіант дослідю (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	3862	4178	4612	4217	
$P_{60} + N_{120}$	4519	4976	5391	4962	
$K_{60} + N_{120}$	4605	4990	5453	5016	
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	3930	4369	4785	4361	
$\Phi_{\text{он}} + N_{120}$	4586	5028	5599	5071	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} + N_{60}$	4530	5290	5572	5131	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} S_{70} + N_{60}$	4552	5346	5716	5205	
Сорт Артемiсiя					
Без добрив (контроль)	2256	2474	2980	2570	
$P_{60} + N_{120}$	2678	2761	3341	2927	
$K_{60} + N_{120}$	2735	2777	3399	2970	
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	2309	2575	3038	2641	
$\Phi_{\text{он}} + N_{120}$	2739	2740	3445	2975	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} + N_{60}$	2743	2811	3513	3022	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} S_{70} + N_{60}$	2766	2823	3574	3054	
HIP_{05}	<i>A</i>	70	76	81	–
	<i>B</i>	78	81	86	–

Додаток Д.29

Вихід біоетанола із зерна пшениці м'якої за різного удобрення, л/т

Варіант дослідю (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Тронка (фактор В)					
Без добрив (контроль)	364	370	374	369	
$P_{60} + N_{120}$	360	362	372	365	
$K_{60} + N_{120}$	360	362	372	365	
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	365	370	375	370	
$\Phi_{\text{он}} + N_{120}$	359	361	371	364	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} + N_{60}$	358	360	370	363	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} S_{70} + N_{60}$	357	359	370	362	
Сорт Артемісія					
Без добрив (контроль)	355	360	365	360	
$P_{60} + N_{120}$	348	350	360	353	
$K_{60} + N_{120}$	348	350	360	353	
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	355	360	365	360	
$\Phi_{\text{он}} + N_{120}$	347	346	359	351	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} + N_{60}$	346	345	359	350	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} S_{70} + N_{60}$	346	343	358	349	
HIP_{05}	<i>A</i>	7	7	8	–
	<i>B</i>	8	9	10	–

Додаток Д.30

Інтегральний скор мінеральних речовин 100 г зерна пшениці спельти сорту
Зоря України за різного удобрення (2013–2015 рр.), %

Хімічний елемент	Добова потреба (ФАО/ВООЗ), мг	Варіант дослідю						
		Без добрив (контроль)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	$\text{Фон} + N_{120}$	$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	$\text{Фон} + N_{60} S_{70} + N_{60}$
Na	4000	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Cl	5000	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
S	5000	2	2	2	2	2	2	2
Al	49	3	3	3	3	3	3	3
Ca	1000	5	6	6	5	6	6	6
I	0,13	6	7	7	6	7	7	7
Ti	0,54	7	8	8	7	8	8	8
K	4500	10	10	10	10	10	10	10
Cr	0,2	10	10	10	10	10	10	10
Cu	2	16	17	18	16	17	17	17
Ni	0,5	30	31	32	30	32	32	32
Co	0,2	31	29	29	30	30	30	31
Mn	10	35	39	39	35	40	40	40
Zn	14	35	40	40	35	40	40	40
Fe	14	36	41	41	36	41	41	41
Mg	230	44	47	47	44	48	48	48
V	0,2	82	85	86	82	86	86	87
P	550	121	124	122	123	124	124	124
Si	30	152	133	134	154	165	166	166
Se	0,034	759	912	918	762	938	935	932

Додаток Д.31

Вміст хімічних елементів у зерні пшениці спельти сорту Європа за різного
удобрення в 2013–2015 рр., мг/кг

Хімічний елемент	Варіант досліду							HIP ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
P	6630	6759	6692	6703	6750	6755	6759	331
K	4350	4378	4512	4487	4500	4510	4513	223
Mg	1020	1075	1081	1022	1080	1082	1085	54
S	980	1041	1048	981	1050	1054	1087	52
Ca	510	571	571	512	570	576	575	27
Si	450	485	489	452	490	492	577	24
Cl	230	284	287	232	290	292	293	13
Na	68	80	84	69	83	85	84	4
Fe	49,5	56,3	56,3	49,3	56,2	56,1	56,0	2,8
Mn	34,5	38,0	38,6	34,6	38,4	38,5	38,4	1,9
Zn	26,5	30,0	30,4	26,3	30,1	30,3	30,2	1,5
Al	14,4	14,4	14,6	14,2	14,5	14,6	14,7	0,7
Cu	3,10	3,27	3,29	3,11	3,28	3,29	3,31	0,16
Se	2,52	3,11	3,10	2,50	3,11	3,10	3,10	0,15
B	1,87	1,95	1,96	1,86	1,97	1,96	1,95	0,10
Sr	1,78	2,00	2,00	1,77	2,01	2,00	2,00	0,10
V	1,62	1,83	1,81	1,60	1,82	1,81	1,82	0,09
Ni	1,53	1,52	1,58	1,52	1,59	1,58	1,58	0,08
Co	0,47	0,53	0,53	0,46	0,54	0,53	0,53	0,03
Pb	0,45	0,48	0,47	0,44	0,49	0,48	0,48	0,02
Ti	0,41	0,43	0,43	0,40	0,44	0,45	0,44	0,02
Sn	0,36	0,36	0,35	0,34	0,37	0,36	0,37	0,02
Cr	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,01
Cd	0,15	0,17	0,17	0,14	0,18	0,17	0,17	0,01
I	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,01

Додаток Д.32

Інтегральний скор мінеральних речовин 100 г зерна пшениці спельти сорту
Європа за різного удобрення 2013–2015 рр.), %

Хімічний елемент	Добова потреба (FAO/WHO3), мг	Варіант досліджу						
		Контроль (без добрив)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	$\text{Фон} + N_{120}$	$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	$\text{Фон} + N_{60} S_{70} + N_{60}$
Se	0,034	741	921	912	735	915	912	912
Cu	2	155	164	165	156	164	165	166
Si	30	150	162	163	151	163	164	192
P	550	121	123	122	122	123	123	123
V	0,2	81	92	91	80	91	91	91
Mg	230	44	47	47	44	47	47	47
Mn	10	35	38	39	35	38	39	38
Fe	14	35	40	40	35	40	40	40
Ni	0,5	31	30	32	30	32	32	32
Co	0,2	24	27	27	23	27	27	27
Zn	14	19	21	22	19	22	22	22
K	4500	10	10	10	10	10	10	10
Cr	0,2	10	10	10	10	10	10	10
Ti	0,54	8	8	8	7	8	8	8
Ca	1000	5	6	6	5	6	6	6
I	0,13	5	6	6	5	6	6	6
Al	49	3	3	3	3	3	3	3
S	5000	2	2	2	2	2	2	2
Cl	5000	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
Na	4000	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Додаток Д.33

Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти сорту Зоря України за різного
удобрення (2013 р.), %

Амінокислота	Варіант дослідю							HIP ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,78	0,90	0,91	0,79	0,91	0,95	0,97	0,05
Іле	0,84	1,10	1,11	0,83	1,09	1,13	1,15	0,06
Лей	1,20	1,40	1,41	1,21	1,39	1,43	1,45	0,07
Ліз	0,64	0,88	0,87	0,63	0,91	0,98	0,99	0,04
Мет	0,15	0,34	0,33	0,16	0,36	0,41	0,58	0,02
Тре	0,60	0,80	0,81	0,61	0,84	0,86	0,87	0,04
Три	0,21	0,40	0,41	0,20	0,42	0,44	0,46	0,02
Фен	0,75	1,15	1,14	0,72	1,20	1,22	1,25	0,06
Ала	0,58	0,81	0,80	0,58	0,86	0,87	0,88	0,04
Арг	0,76	0,95	0,93	0,72	0,98	1,08	1,10	0,05
Асп	0,82	1,21	1,20	0,80	1,25	1,30	1,31	0,06
Гіс	0,72	0,87	0,85	0,71	0,92	0,97	0,99	0,04
Глі	0,76	0,92	0,90	0,75	0,97	1,05	1,08	0,05
Глю	4,46	5,31	5,30	4,42	5,38	5,49	5,52	0,27
Про	1,78	1,79	1,77	1,75	1,96	2,00	2,04	0,09
Сер	1,05	1,30	1,29	1,06	1,33	1,35	1,38	0,07
Тир	0,59	0,87	0,85	0,58	0,88	0,92	0,97	0,04
Цис	0,37	0,50	0,51	0,35	0,53	0,55	0,73	0,03

Додаток Д.34

Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти сорту Зоря України за різного
удобрення (2014 р.), %

Амінокислота	Варіант дослідів							HIP ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,81	0,88	0,89	0,81	0,90	0,91	0,92	0,06
Іле	0,89	1,04	1,05	0,89	1,08	1,10	1,10	0,07
Лей	1,28	1,36	1,37	1,27	1,39	1,38	1,38	0,08
Ліз	0,71	0,89	0,90	0,72	0,92	0,93	0,95	0,04
Мет	0,19	0,34	0,34	0,18	0,35	0,34	0,46	0,02
Тре	0,65	0,82	0,82	0,64	0,84	0,85	0,86	0,05
Три	0,28	0,41	0,40	0,27	0,41	0,43	0,44	0,02
Фен	0,93	1,18	1,17	0,91	1,19	1,20	1,21	0,07
Ала	0,69	0,71	0,72	0,68	0,85	0,86	0,87	0,04
Арг	0,85	0,94	0,95	0,83	0,97	0,98	0,99	0,06
Асп	0,95	1,25	1,26	0,93	1,29	1,28	1,30	0,08
Гіс	0,78	0,88	0,87	0,75	0,90	0,92	0,93	0,06
Глі	0,87	0,97	0,96	0,88	0,98	0,97	0,98	0,05
Глю	4,79	5,30	5,32	4,78	5,38	5,40	5,45	0,29
Про	1,83	1,91	1,90	1,82	1,95	1,93	1,94	0,09
Сер	1,12	1,28	1,30	1,13	1,32	1,30	1,33	0,08
Тир	0,74	0,87	0,88	0,75	0,89	0,88	0,90	0,05
Цис	0,42	0,49	0,50	0,42	0,52	0,50	0,66	0,04

Додаток Д.35

Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти сорту Зоря України за різного
удобрення (2015 р.), %

Амінокислота	Варіант дослідю							HIP ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,70	0,81	0,80	0,71	0,82	0,83	0,83	0,04
Іле	0,81	0,95	0,95	0,82	0,97	0,99	1,02	0,06
Лей	1,20	1,34	1,35	1,20	1,38	1,40	1,42	0,06
Ліз	0,62	0,81	0,80	0,63	0,83	0,85	0,85	0,04
Мет	0,12	0,24	0,25	0,13	0,28	0,30	0,42	0,02
Тре	0,58	0,76	0,77	0,59	0,79	0,79	0,80	0,03
Три	0,20	0,31	0,32	0,21	0,34	0,36	0,36	0,02
Фен	0,81	1,01	1,00	0,81	1,03	1,05	1,07	0,05
Ала	0,60	0,76	0,77	0,61	0,79	0,80	0,81	0,04
Арг	0,77	0,80	0,81	0,75	0,84	0,86	0,89	0,04
Асп	0,90	1,20	1,21	0,88	1,20	1,25	1,27	0,05
Гіс	0,62	0,82	0,81	0,63	0,84	0,85	0,85	0,04
Глі	0,77	0,80	0,82	0,75	0,89	0,90	0,91	0,05
Глю	4,45	5,18	5,20	4,42	5,23	5,26	5,28	0,25
Про	1,72	1,86	1,85	1,70	1,87	1,88	1,88	0,07
Сер	1,03	1,21	1,20	1,00	1,23	1,24	1,25	0,06
Тир	0,62	0,67	0,68	0,35	0,71	0,72	0,76	0,04
Цис	0,37	0,42	0,44	0,37	0,46	0,48	0,58	0,02

Додаток Д.36

Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти сорту Зоря України за різного
удобрення (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Варіант досліду						
	Без добрив (контроль)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	$\text{Фон} + N_{120}$	$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	$\text{Фон} + N_{60} S_{70} + N_{60}$
Мет	0,15	0,31	0,31	0,16	0,33	0,35	0,49
Три	0,23	0,37	0,38	0,23	0,39	0,41	0,42
Тре	0,61	0,79	0,80	0,61	0,82	0,83	0,84
Ліз	0,66	0,86	0,86	0,66	0,89	0,92	0,93
Вал	0,76	0,86	0,87	0,77	0,88	0,90	0,91
Фен	0,83	1,11	1,10	0,81	1,14	1,16	1,18
Іле	0,85	1,03	1,04	0,85	1,05	1,07	1,09
Лей	1,23	1,37	1,38	1,23	1,39	1,40	1,42
Σ_c	5,32	6,70	6,74	5,32	6,89	7,04	7,28
Цис	0,39	0,47	0,48	0,38	0,50	0,51	0,66
Ала	0,62	0,76	0,76	0,62	0,83	0,84	0,85
Тир	0,65	0,80	0,80	0,56	0,83	0,84	0,88
Гіс	0,71	0,86	0,84	0,70	0,89	0,91	0,92
Арг	0,79	0,90	0,90	0,77	0,93	0,97	0,99
Глі	0,80	0,90	0,89	0,79	0,95	0,97	0,99
Асп	0,89	1,22	1,22	0,87	1,25	1,28	1,29
Сер	1,07	1,26	1,26	1,06	1,29	1,30	1,32
Про	1,78	1,85	1,84	1,76	1,93	1,94	1,95
Глю	4,57	5,26	5,27	4,54	5,33	5,38	5,42
Σ_3	12,27	14,28	14,26	12,05	14,73	14,94	15,27
Σ_b	17,59	20,98	21,00	17,37	21,62	21,98	22,55

Додаток Д.37

Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти сорту Європа за різного
удобрення (2013 р.), %

Амінокислота	Варіант дослідю							HIP ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,72	0,89	0,88	0,71	0,88	0,87	0,89	0,04
Іле	0,62	0,74	0,75	0,63	0,75	0,75	0,77	0,04
Лей	1,03	1,25	1,24	1,00	1,27	1,25	1,29	0,06
Ліз	0,41	0,50	0,51	0,40	0,52	0,51	0,53	0,03
Мет	0,11	0,17	0,16	0,12	0,16	0,17	0,19	0,01
Тре	0,43	0,68	0,69	0,42	0,69	0,68	0,86	0,03
Три	0,21	0,38	0,40	0,20	0,39	0,37	0,40	0,02
Фен	0,67	0,85	0,84	0,65	0,88	0,87	0,90	0,04
Ала	0,46	0,60	0,61	0,45	0,62	0,63	0,65	0,03
Арг	0,64	0,72	0,73	0,62	0,73	0,70	0,72	0,04
Асп	0,84	0,93	0,92	0,83	0,92	0,91	0,93	0,05
Гіс	0,52	0,63	0,64	0,53	0,62	0,63	0,65	0,03
Глі	0,64	0,72	0,71	0,63	0,72	0,71	0,74	0,04
Глю	5,08	5,30	5,32	5,10	5,31	5,30	5,35	0,27
Про	1,87	2,08	2,06	1,88	2,06	2,04	2,06	0,10
Сер	0,83	0,98	0,97	0,81	0,99	0,98	0,99	0,05
Тир	0,35	0,46	0,45	0,34	0,45	0,44	0,47	0,02
Цис	0,38	0,51	0,52	0,34	0,54	0,54	0,72	0,03

Додаток Д.38

Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти сорту Європа за різного
удобрення (2014 р.), %

Амінокислота	Варіант дослідю							HIP ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,74	0,93	0,92	0,74	0,93	0,94	0,94	0,05
Іле	0,65	0,77	0,78	0,64	0,78	0,81	0,82	0,04
Лей	1,10	1,31	1,30	1,09	1,30	1,32	1,33	0,06
Ліз	0,46	0,55	0,54	0,47	0,54	0,55	0,58	0,03
Мет	0,12	0,19	0,20	0,13	0,19	0,20	0,31	0,01
Тре	0,46	0,71	0,70	0,46	0,72	0,78	0,81	0,04
Три	0,23	0,40	0,41	0,22	0,41	0,42	0,44	0,03
Фен	0,69	0,90	0,91	0,70	0,92	0,95	0,96	0,05
Ала	0,49	0,64	0,63	0,49	0,65	0,66	0,68	0,03
Арг	0,71	0,73	0,74	0,70	0,75	0,78	0,79	0,05
Асп	0,89	0,97	0,96	0,89	0,99	1,03	1,04	0,06
Гіс	0,57	0,65	0,66	0,58	0,68	0,71	0,70	0,03
Глі	0,66	0,74	0,74	0,66	0,75	0,76	0,75	0,05
Глю	5,13	5,40	5,38	5,12	5,41	5,42	5,41	0,29
Про	1,89	2,10	2,11	1,88	2,13	2,15	2,13	0,10
Сер	0,86	1,11	1,10	0,87	1,10	1,12	1,13	0,04
Тир	0,41	0,49	0,48	0,42	0,51	0,50	0,52	0,03
Цис	0,28	0,40	0,38	0,28	0,42	0,44	0,53	0,02

Додаток Д.39

Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти сорту Європа за різного
удобрення (2015 р.), %

Амінокислота	Варіант дослідю							HIP ₀₅
	Контроль (без добрив)	P ₆₀ + N ₁₂₀	K ₆₀ + N ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀ – фон	Фон + N ₁₂₀	Фон + N ₆₀ + N ₆₀	Фон + N ₆₀ S ₇₀ + N ₆₀	
Вал	0,43	0,57	0,58	0,42	0,56	0,61	0,68	0,04
Іле	0,49	0,63	0,62	0,50	0,64	0,59	0,56	0,03
Лей	0,74	0,95	0,94	0,75	0,94	0,97	0,97	0,06
Ліз	0,32	0,47	0,48	0,33	0,49	0,49	0,52	0,02
Мет	0,08	0,17	0,15	0,08	0,16	0,18	0,25	0,01
Тре	0,38	0,41	0,40	0,37	0,42	0,47	0,52	0,03
Три	0,23	0,31	0,32	0,25	0,30	0,34	0,35	0,01
Фен	0,39	0,54	0,55	0,40	0,53	0,56	0,64	0,03
Ала	0,43	0,53	0,52	0,42	0,52	0,61	0,63	0,03
Арг	0,63	0,73	0,74	0,64	0,71	0,77	0,78	0,04
Асп	0,60	0,70	0,71	0,62	0,69	0,75	0,76	0,04
Гіс	0,31	0,41	0,43	0,33	0,40	0,44	0,49	0,03
Глі	0,44	0,55	0,56	0,45	0,56	0,59	0,59	0,04
Глю	3,29	4,10	4,11	3,35	4,03	4,15	4,32	0,24
Про	0,89	1,12	1,13	0,88	1,11	1,18	1,39	0,10
Сер	0,52	0,60	0,61	0,53	0,61	0,71	0,79	0,04
Тир	0,24	0,30	0,32	0,24	0,31	0,35	0,35	0,03
Цис	0,15	0,20	0,21	0,16	0,21	0,31	0,49	0,02

Додаток Д.40

Вміст амінокислот у зерні пшениці спельти сорту Європа за різного
удобрення (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Варіант дослідю						
	Без добрив (контроль)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60}$ – фон	Фон + N_{120}	Фон + $N_{60} + N_{60}$	Фон + $N_{60} S_{70} + N_{60}$ 0
Вал	0,10	0,18	0,17	0,11	0,17	0,18	0,25
Іле	0,22	0,36	0,38	0,22	0,37	0,38	0,40
Ліз	0,40	0,51	0,51	0,40	0,52	0,52	0,54
Фен	0,42	0,60	0,60	0,42	0,61	0,64	0,73
Лей	0,58	0,76	0,77	0,58	0,78	0,79	0,83
Три	0,59	0,71	0,72	0,59	0,72	0,72	0,72
Мет	0,63	0,80	0,79	0,62	0,79	0,81	0,84
Тре	0,96	1,17	1,16	0,95	1,17	1,18	1,20
Σ_c	3,90	5,09	5,09	3,89	5,12	5,22	5,50
Глю	0,27	0,37	0,37	0,26	0,39	0,43	0,58
Про	0,33	0,42	0,42	0,33	0,42	0,43	0,45
Цис	0,46	0,59	0,59	0,45	0,60	0,63	0,65
Гіс	0,47	0,56	0,58	0,48	0,57	0,59	0,61
Арг	0,58	0,67	0,67	0,58	0,68	0,69	0,69
Ала	0,66	0,73	0,74	0,65	0,73	0,75	0,76
Сер	0,74	0,90	0,89	0,74	0,90	0,94	0,97
Тир	0,78	0,87	0,86	0,78	0,87	0,90	0,91
Асп	1,55	1,77	1,77	1,55	1,77	1,79	1,86
Глі	4,50	4,93	4,94	4,52	4,92	4,96	5,03
Σ_3	10,33	11,80	11,81	10,35	11,83	12,11	12,52
Σ_B	14,23	16,89	16,90	14,24	16,95	17,32	18,02

Додаток Д.41

Інтегральний скор амінокислот 100 г зерна пшениці спелти сорту Зоря
України за різного удобрення (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Добова потреба, г	Варіант досліду						
		Без добрив (контроль)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	$\text{Фон} + N_{120}$	$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	$\text{Фон} + N_{60} S_{70} + N_{60}$
Мет	1,8	8	17	17	9	18	19	27
Ліз	4,1	16	21	21	16	22	22	23
Фен	4,4	19	25	25	18	26	26	27
Тре	2,4	25	33	33	25	34	35	35
Лей	4,6	27	30	30	30	26	30	31
Три	0,8	29	46	48	29	49	51	53
Вал	2,5	30	34	35	31	35	36	36
Іле	2,0	43	52	52	43	53	54	55
Асп	12,2	7	10	10	7	10	10	11
Ала	6,6	9	12	12	9	13	13	13
Арг	6,1	13	15	15	13	15	16	16
Сер	8,3	13	15	15	13	16	16	16
Тир	4,4	15	18	18	13	19	19	20
Цис	1,8	22	26	27	21	28	28	37
Глі	3,5	23	26	25	23	27	28	28
Гіс	2,1	34	41	40	33	42	43	44
Глю	13,6	34	39	39	33	39	40	40
Про	4,5	40	41	41	39	43	43	43

Додаток Д.42

Інтегральний скор амінокислот 100 г зерна пшениці спельти сорту Європа
за різного удобрення (2013–2015 рр.), %

Амінокислота	Добова потреба, г	Варіант дослідів						
		Контроль (без добрив)	$P_{60} + N_{120}$	$K_{60} + N_{120}$	$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	$\text{Фон} + N_{120}$	$\text{Фон} + N_{60} + N_{60}$	$\text{Фон} + N_{60} S_{70} + N_{60}$
Мет	1,8	6	10	9	6	9	10	14
Ліз	4,1	10	12	12	10	13	13	13
Фен	4,4	13	17	18	13	18	18	19
Тре	2,4	18	25	25	18	25	27	30
Лей	4,6	21	25	25	21	25	26	26
Вал	2,5	25	32	32	25	32	32	34
Три	0,8	28	45	48	28	46	48	50
Іле	2,0	30	36	36	30	36	36	36
Асп	12,2	6	7	7	6	7	7	7
Ала	6,6	7	9	9	7	9	10	10
Тир	4,4	8	10	10	8	10	10	10
Сер	8,3	9	11	11	9	11	11	12
Арг	6,1	11	12	12	11	12	12	12
Цис	1,8	15	21	21	14	22	24	32
Глі	3,5	17	19	19	17	19	20	20
Гіс	2,1	22	27	28	23	27	28	29
Глю	13,6	33	36	36	33	36	36	37
Про	4,5	34	39	39	34	39	40	41

Додаток Д.43

Склоподібність зерна пшениці спельти за різного удобрення, %

Варіант дослідю (фактор А)	Рік дослідження			Середнє за три роки	
	2013	2014	2015		
Сорт Зоря України (фактор В)					
Без добрив (контроль)	93	96	86	92	
$P_{60} + N_{120}$	100	100	97	99	
$K_{60} + N_{120}$	100	100	96	99	
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	92	94	87	91	
$\Phi_{\text{он}} + N_{120}$	100	100	98	99	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} + N_{60}$	100	100	100	100	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} S_{70} + N_{60}$	100	100	100	100	
Сорт Європа					
Без добрив (контроль)	80	83	72	78	
$P_{60} + N_{120}$	91	88	85	88	
$K_{60} + N_{120}$	90	89	87	89	
$P_{60}K_{60} - \text{фон}$	79	81	79	80	
$\Phi_{\text{он}} + N_{120}$	95	90	90	92	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} + N_{60}$	85	94	93	91	
$\Phi_{\text{он}} + N_{60} S_{70} + N_{60}$	87	96	95	93	
HIP_{05}	<i>A</i>	2	2	2	–
	<i>B</i>	2	3	2	–

Додаток Е

Додаток Е.1

Вихід крупи із зерна пшениці м'якої залежно від елементів технології переробки, %

Тривалість лузання, с	Вологість зерна, %													
	13,0		13,5		14,0		14,5		15,0		15,5		16,0	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
20	97,2	95,2	97,1	95,3	97,6	95,6	97,7	95,9	97,8	96,1	97,7	96,2	97,7	96,3
40	96,8	93,8	96,9	93,7	97,1	93,9	97,4	94,2	97,6	94,3	97,5	94,5	97,6	94,8
60	95,9	92,2	95,8	92,5	96,0	92,8	96,2	92,8	96,5	92,9	96,6	92,9	96,7	93,1
80	93,6	91,1	93,8	91,3	94,0	91,4	94,6	91,5	95,0	91,8	95,1	92,0	94,9	92,0
100	92,7	89,3	92,9	89,4	93,2	89,8	93,8	90,0	94,2	90,2	94,4	90,4	94,5	90,5
120	90,9	86,5	90,7	86,4	90,9	86,5	91,7	87,0	93,0	87,3	93,1	87,3	93,0	87,4
140	89,2	83,8	89,3	83,9	89,8	84,1	91,1	84,5	92,7	84,7	92,8	84,7	92,5	84,8
160	86,9	80,5	86,7	80,7	87,3	80,9	88,3	81,1	89,4	81,3	89,5	81,6	89,6	81,8
180	84,1	77,9	84,3	78,2	84,8	78,3	85,8	78,5	86,8	78,6	86,9	78,7	86,7	78,9
<i>НІР₀₅</i>	<i>4,1</i>													

Примітка. Тип зерна: 1 – твердозерний, 2 – м'якозерний.

Додаток Е.2

Вихід мучки із зерна пшениці м'якої залежно від елементів технології переробки, %

Тривалість лузання, с	Вологість зерна, %													
	13,0		13,5		14,0		14,5		15,0		15,5		16,0	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
20	2,8	4,8	2,9	4,7	2,4	4,4	2,3	4,1	2,2	3,9	2,3	3,8	2,3	3,7
40	3,2	6,2	3,1	6,3	2,9	6,1	2,6	5,8	2,4	5,7	2,5	5,5	2,4	5,2
60	4,1	7,8	4,2	7,5	4,0	7,2	3,8	7,2	3,5	7,1	3,4	7,1	3,3	6,9
80	6,4	8,9	6,2	8,7	6,0	8,6	5,4	8,5	5,0	8,2	4,9	8,0	5,1	8,0
100	7,3	10,7	7,1	10,6	6,8	10,2	6,2	10,0	5,8	9,8	5,6	9,6	5,5	9,5
120	9,1	13,5	9,3	13,6	9,1	13,5	8,3	13,0	7,0	12,7	6,9	12,7	7,0	12,6
140	10,8	16,2	10,7	16,1	10,2	15,9	8,9	15,5	7,3	15,3	7,2	15,3	7,5	15,2
160	13,1	19,5	13,3	19,3	12,7	19,1	11,7	18,9	10,6	18,7	10,5	18,4	10,4	18,2
180	15,9	22,1	15,7	21,8	15,2	21,7	14,2	21,5	13,2	21,4	13,1	21,3	13,3	21,1
<i>НІР₀₅</i>	0,3													

Примітка. Тип зерна: 1 – твердозерний, 2 – м'якозерний.

Додаток Е.3

Кулінарна оцінка крупи з пшениці м'якої залежно від тривалості луцення, бал

Тривалість луцення, с	Показник									
	Запах		Колір		Смак		Консистенція		Консистенція під час розжовування	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
20	7	7	3	3	7	7	9	9	3	3
40	7	7	3	3	7	7	9	9	3	3
60	7	9	3	3	7	7	9	9	3	3
80	9	9	3	5	7	9	9	9	3	5
100	9	9	3	7	7	9	9	9	3	5
120	9	9	5	7	9	9	9	9	5	7
140	9	9	7	9	9	9	9	9	7	9
160	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
180	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<i>НІР₀₅</i>	<i>1</i>									

Примітка. Тип зерна: 1 – твердозерний, 2 – м'якозерний.

Додаток Е.4

Якість крупи з пшениці м'якої залежно від тривалості луцення

Тривалість луцення, с	Твердозерний тип зерна			М'якозерний тип зерна		
	Тривалість варіння, хв	Коефіцієнт розварювання	Загальна оцінка, бал	Тривалість варіння, хв	Коефіцієнт розварювання	Загальна оцінка, бал
20	74	6,1	5,8	66	5,9	5,8
40	74	6,1	5,8	66	5,9	5,8
60	70	6,5	5,8	61	6,2	6,2
80	70	6,8	6,2	60	6,3	7,4
100	67	7,0	6,2	53	6,6	7,8
120	65	7,2	7,4	51	6,8	8,2
140	61	7,6	8,2	48	7,0	9,0
160	58	7,7	9,0	45	7,2	9,0
180	55	7,9	9,0	43	7,5	9,0
<i>НІР₀₅</i>	<i>3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	–		

Додаток Е.5

Вихід і якість плющеної крупи з пшениці м'якої залежно від режимів пропарювання

Тривалість пропарювання, хв	Тривалість відволожування, хв	Твердозерний тип			М'якозерний тип		
		Вихід крупи, %	Тривалість варіння, хв	Коефіцієнт розварювання	Вихід крупи, %	Тривалість варіння, хв	Коефіцієнт розварювання
5	5	88,4	20	7,9	90,6	20	7,7
	10	94,7	20	7,9	96,9	19	7,7
	15	93,8	19	8,0	95,6	19	7,8
10	5	90,8	18	8,0	92,5	18	7,8
	10	95,6	17	8,1	97,8	17	7,9
	15	94,0	16	8,2	96,1	16	8,0
15	5	94,5	16	8,1	98,2	15	7,9
	10	96,6	15	8,2	98,5	14	8,0
	15	95,6	15	8,2	97,3	14	8,1
<i>НІР₀₅</i>		<i>4,3</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	—		

Додаток Е.6

Чистий прибуток виробництва крупи плющеної з пшениці м'якої залежно від тривалості пропарювання і відволожування, тис. грн/рік

Тривалість пропарювання, хв	Тривалість відволожування, хв	Чистий прибуток за перероблення зерна	
		твердозерного типу	м'якозерного типу
5	5	-405	500
	10	2054	2844
	15	1699	2201
10	5	575	1212
	10	2201	3375
	15	1774	2772
15	5	1961	3601
	10	2748	3777
	15	2201	3328

Додаток Е.7

Вплив зволоження та відволоження зерна пшениці спельти на вихід
борошна, %

Вологість зерна, %	Тривалість відволоження, год	Вихід борошна після розмелювання		Всього
		першого	другого	
13,0	–	49,2	32,8	82,0
13,5	–	49,5	32,8	82,3
14,0	–	50,4	32,6	83,0
14,5	–	50,9	32,4	83,3
15,0	5	52,3	31,6	83,9
	10	52,7	31,5	84,2
	15	54,6	30,7	85,3
	20	55,2	30,5	85,7
	25	56,7	29,1	85,8
	30	56,9	29,0	85,9
15,5	5	52,2	31,9	84,1
	10	53,1	31,8	84,9
	15	53,8	31,3	85,1
	20	53,8	31,4	85,2
	25	53,5	31,9	85,4
	30	53,7	31,8	85,5
16,0	5	50,4	32,2	82,6
	10	49,5	33,3	82,8
	15	50,7	32,1	82,8
	20	50,0	33,0	83,0
	25	51,2	31,8	83,0
	30	51,6	31,3	82,9
16,5	5	50,1	32,1	82,2
	10	50,0	32,2	82,2
	15	50,0	32,4	82,4
	20	51,3	31,6	82,9
	25	51,4	31,4	82,8
	30	51,8	31,0	82,8
17,0	5	48,4	32,9	81,3
	10	48,4	33,1	81,5
	15	50,3	31,5	81,8
	20	50,7	31,4	82,1
	25	52,5	29,6	82,1
	30	52,8	29,4	82,2
<i>НІР₀₅ загальна</i>		2,6	1,5	4,0

Додаток Е.8

Вміст золи в борошні залежно від режимів водотеплового оброблення

Вологість зерна, %	Тривалість відволожування, год	Борошна після розмелювання	
		першого	другого
13,0	–	0,86±0,025	1,02±0,045
13,5	–	0,85±0,03	0,98±0,015
14,0	–	0,81±0,03	0,91±0,025
14,5	–	0,76±0,035	0,88±0,015
15,0	5	0,70±0,035	0,82±0,015
	10	0,68±0,045	0,80±0,05
	15	0,62±0,025	0,79±0,025
	20	0,60±0,02	0,81±0,02
	25	0,54±0,03	0,75±0,02
	30	0,53±0,04	0,72±0,035
15,5	5	0,68±0,025	0,80±0,035
	10	0,64±0,025	0,78±0,025
	15	0,60±0,02	0,75±0,025
	20	0,57±0,025	0,73±0,02
	25	0,53±0,02	0,72±0,025
	30	0,53±0,04	0,71±0,05
16,0	5	0,54±0,045	0,76±0,02
	10	0,52±0,025	0,73±0,04
	15	0,50±0,03	0,72±0,04
	20	0,52±0,03	0,73±0,035
	25	0,51±0,02	0,71±0,03
	30	0,50±0,025	0,72±0,025
16,5	5	0,53±0,02	0,73±0,05
	10	0,82±0,025	0,71±0,03
	15	0,51±0,04	0,70±0,04
	20	0,50±0,03	0,71±0,035
	25	0,51±0,04	0,68±0,02
	30	0,51±0,015	0,69±0,035
17,0	5	0,52±0,04	0,71±0,025
	10	0,52±0,02	0,70±0,05
	15	0,53±0,025	0,68±0,03
	20	0,51±0,025	0,67±0,05
	25	0,50±0,03	0,66±0,015
	30	0,50±0,03	0,64±0,035
<i>НІР₀₅ загальна</i>		<i>0,03</i>	<i>0,05</i>

Додаток Е.9

Білизна борошна залежно від режимів водотеплового оброблення

Вологість зерна, %	Тривалість відволожування, год	Білизна борошна після розмелювання	
		першого	другого
13,0	–	46,2±0,07	21,2±0,09
13,5	–	47,1±0,08	22,5±0,04
14,0	–	50,6±0,07	24,7±0,04
14,5	–	51,1±0,06	29,4±0,06
15,0	5	51,6±0,07	32,3±0,06
	10	51,7±0,06	35,4±0,07
	15	56,3±0,04	38,7±0,07
	20	56,9±0,04	39,2±0,07
	25	57,2±0,07	39,1±0,06
	30	57,2±0,04	39,0±0,06
15,5	5	55,6±0,08	36,8±0,07
	10	57,8±0,07	39,4±0,09
	15	58,0±0,04	40,1±0,04
	20	58,1±0,04	39,7±0,08
	25	59,3±0,04	40,3±0,04
	30	59,7±0,04	40,2±0,06
16,0	5	59,7±0,04	38,9±0,07
	10	62,2±0,04	39,7±0,04
	15	62,3±0,07	40,2±0,08
	20	62,0±0,07	40,0±0,08
	25	62,5±0,07	40,1±0,04
	30	62,9±0,06	40,3±0,06
16,5	5	60,0±0,08	39,9±0,06
	10	60,5±0,04	40,5±0,04
	15	61,1±0,06	40,8±0,14
	20	61,3±0,04	41,1±0,07
	25	61,8±0,07	41,3±0,04
	30	62,0±0,12	41,1±0,04
17,0	5	60,4±0,09	40,2±0,04
	10	61,1±0,07	41,5±0,06
	15	61,5±0,04	41,7±0,06
	20	62,6±0,07	41,2±0,07
	25	62,8±0,06	41,6±0,11
	30	62,4±0,04	41,3±0,07
<i>НІР₀₅ загальна</i>		2,9	1,8

Додаток Е.10

Коефіцієнт використання ендосперму і комплексний критерій ефективності виходу борошна залежно від режимів водотеплового оброблення зерна пшениці спельти

Вологість зерна, %	Тривалість відволожування, год	Коефіцієнт використання ендосперму, %	Комплексний критерій ефективності
13,0	–	94,5	40,8
13,5	–	94,8	41,8
14,0	–	95,6	44,8
14,5	–	96,0	46,8
15,0	5	96,7	49,8
	10	97,0	50,9
	15	98,3	52,9
	20	98,7	53,2
	25	98,8	56,0
	30	99,0	57,0
15,5	5	96,9	50,8
	10	97,8	52,7
	15	98,0	54,2
	20	98,2	55,6
	25	98,4	56,6
	30	98,5	57,2
16,0	5	95,2	53,9
	10	95,4	54,9
	15	95,4	55,8
	20	95,6	55,0
	25	95,6	55,9
	30	95,5	55,9
16,5	5	94,7	54,5
	10	94,7	48,4
	15	94,9	55,5
	20	95,5	55,9
	25	95,4	56,2
	30	95,4	56,2
17,0	5	93,7	54,3
	10	93,9	54,9
	15	94,2	55,1
	20	94,6	56,2
	25	94,6	56,6
	30	94,7	57,1
<i>НІР₀₅ загальна</i>		4,4	1,9

Додаток Е.11

Вихід крупи з пшениці спельти №1, %

Тривалість лущення, с	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
15,0 %				
20	97,8	98,0	97,9	97,7
40	96,9	97,1	97,1	96,7
60	96,0	96,3	96,2	95,9
80	93,5	93,7	93,8	93,7
100	91,6	91,8	92,0	91,8
120	89,8	90,0	90,3	90,0
140	88,2	88,4	88,6	87,7
160	87,3	87,0	87,4	87,2
180	85,1	85,3	85,5	85,3
15,5 %				
20	97,9	97,8	98,0	98,2
40	97,0	96,9	97,1	96,9
60	95,9	96,0	96,2	96,0
80	93,8	94,1	93,1	92,6
100	91,7	91,3	90,7	91,3
120	89,9	89,8	90,0	90,2
140	87,9	87,9	87,9	87,5
160	86,9	87,2	87,2	86,8
180	85,0	85,1	84,9	84,2
16,0 %				
20	97,7	97,5	97,9	98,0
40	96,8	96,6	96,9	96,8
60	95,8	96,1	96,0	95,9
80	93,7	93,9	92,9	92,8
100	91,3	91,0	90,8	91,1
120	89,7	89,5	89,9	90,0
140	87,7	87,7	87,7	87,4
160	86,8	87,0	87,0	86,6
180	84,9	85,0	84,8	84,5
<i>НІР₀₅</i> <i>загальна</i>	4,3			

Додаток Е.12

Вихід крупи з пшениці спельти №1, %

Тривалість лущення, с	Вологість зерна, %			
	13,0	13,5	14,0	14,5
20	94,5	94,9	95,6	96,1
40	93,8	94,2	95,0	95,8
60	93,0	93,7	94,2	95,2
80	89,5	89,8	90,0	90,8
100	86,9	87,3	89,3	90,1
120	86,2	87,9	88,1	89,0
140	83,0	83,7	85,1	86,1
160	81,9	82,1	82,8	83,5
180	79,0	79,7	80,1	81,0
<i>НІР₀₅ загальна</i>	4,2			

Додаток Е.13

Вихід мучки кормової із зерна пшениці спельти, %

Тривалість лущення, с	Вологість зерна, %			
	13,0	13,5	14,0	14,5
20	5,5	5,1	4,4	3,9
40	6,2	5,8	5,0	4,2
60	7,0	6,3	5,8	4,8
80	10,5	10,2	10,0	9,2
100	13,1	12,7	10,7	9,9
120	13,8	12,1	11,9	11,0
140	17,0	16,3	14,9	13,9
160	18,1	17,9	17,2	16,5
180	21,0	20,3	19,9	19,0
<i>НІР₀₅ загальна</i>	0,6			

Додаток Е.14

Вихід мучки кормової із зерна пшениці спельти, %

Тривалість лушення, с	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
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
15,5 %				
20	2,1	2,2	2,0	1,8
40	3,0	3,1	2,9	3,1
60	4,1	4,0	3,8	4,0
80	6,2	5,9	6,9	7,4
100	8,3	8,7	9,3	8,7
120	10,1	10,2	10,0	9,8
140	12,1	12,1	12,1	12,5
160	13,1	12,8	12,8	13,2
180	15,0	14,9	15,1	15,8
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>НІР₀₅</i> <i>загальна</i>	0,6			

Додаток Е.15

Показники якості круп з пшениці

Показник	Крупа пшенична [230]	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 Е.16

Вихід мучки кормової за виробництва крупи плющеної з пшениці спельти, %

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	3,2	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>НІР₀₅</i>		0,2								

Примітка. Вологість зерна –14,1 %.

Додаток Е.17

Вологість крупи з пшениці спелти перед плющенням, %

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>НІР₀₅</i>		0,9								

Примітка. Вологість зерна –14,1 %

Додаток Е.18

Колір каші з крупи плющеної з пшениці спельти, бал

Тривалість лузання, с	Індекс лузання, %	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>НІР₀₅</i>		<i>1</i>								

Примітка. Вологість зерна –14,1 %.

Додаток Е.19

Консистенція каші під час розжовування крупи плющеної з пшениці
спельти, бал

Тривалість луцення, с	Індекс луцення, %	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>НІР₀₅</i>		<i>1</i>									

Примітка. Вологість зерна –14,1 %.

Додаток Е.20

Запах каші з крупи плющеної з пшениці спельти, 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
40	3,8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
60	4,7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
80	7,2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
100	9,1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
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>НІР₀₅</i>		<i>0,4</i>									

Додаток Е.21

Смак каші з крупи плющеної з пшениці спельти, 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
40	3,8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
60	4,7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
80	7,2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
100	9,1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
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>НІР₀₅</i>		0,4									

Додаток Ж

Додаток Ж.1

Зведена відомість з розрахунку чисельності та фонду оплати праці
зернопереробного підприємства

Категорія працівників	Кількість працівників	Річний фонд оплати праці, тис. грн	Середньомісячна зар. плата, грн
Робітники, всього	6	355,776	4941
в т.ч			
основного виробництва	2	173,376	7224
допоміжного виробництва	4	182,4	3800
Адміністративно-управлінський персонал, всього	9	564	5222
в т.ч			
керівники	2	156	6500
спеціалісти	5	312	5200
службовці	2	96	4000
Всього	15	919,776	5269,571429

Додаток Ж.2

Соціальні відрахування від фонду оплати праці на зернопереробному підприємстві

Напрямок відрахування	Річний фонд оплати праці, тис. грн	Нарахування, %	Сума нарахувань, тис. грн
Пенсійний фонд	919,8	31,8	292,49
Фонд страхування на випадок тимчасової втрати працездатності	919,8	2,9	26,67
Фонд страхування на випадок безробіття	919,8	1,3	11,96
Фонд страхування від нещасних випадків	919,8	1,1	9,93
Всього	919,8	37,1	341,05

Додаток Ж.3

Розрахунок виходу крупи № 1 і продуктів у натуральному виразі

Показник	Річний обсяг перероблення зерна, т	Вихід	Річний обсяг виробництва, т
Крупа №1	5856	84,6	4954
Мучка	–	8,4	492
Відходи I і II кат	–	5,3	310
Всього	–	98,3	5756

Додаток Ж.4

Вартість річного обсягу виробництва крупи № 1

Найменування продукції та відходів	Річний обсяг виробництва, т	Відпускна ціна (без ПДВ), грн/т	Вартість річного обсягу виробництва, тис. грн
Крупа №1	4954	20000	99084
Мучка	492	6000	2951
Відходи I і II кат	310	2500	776
Всього			102811

Додаток Ж.5

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів з виробництва круп

Допоміжний матеріал	Обсяг вироблення продукції, т	Витрати допоміжних матеріалів		Вартість одиниці допоміжних матеріалів, грн
		на 1 т продукції	на весь обсяг	
Паперовий пакетик місткістю 1 кг	5856	100	585,6	2,3
Зав'язки до пакетиків	5856	100	585,6	0,2
Мішок поліетиленовий	802	20	16,1	7,8
Піддон	5856	4	23,4	84
Поліетилен на піддон	5856	1	5,9	32

Додаток Ж.6

Розрахунок вартості енерговитрат з виробництва круп

Вид енерговитрат	Обсяг виробництва продукції за рік	Витрати енергоресурсів		Вартість одиниці енергоресурсів, тис. грн	Витрати на річний обсяг, тис. грн
		на 1 т	на весь обсяг		
Електроенергія	5756	70	402951	3	1209
Вода	5756	5	28782	22	633
Інші	5756	7,5	43173	2	86
Всього	–	–	–	–	1928

Додаток Ж.7

Розрахунок на амортизацію з виробництва круп

Вид основних засобів	Балансна вартість, тис. грн	Норми амортизаційних нарахувань, %	Виплата на амортизацію, тис. грн
Будівлі і споруди	3060	3,3	100,98
Машини та обладнання	1383	16,7	230,96
Інші	276,6	5	13,83
Всього	4719,6	25	1179,9

Додаток Ж.8

Розрахунок виходу круп подрібнених у натуральному виразі

Найменування продукції та відходів	Річний обсяг перероблення зерна, т	Вихід, %	Річний обсяг виробництва, т
№1	5856	9,9	579,7
№2		50,8	2974,8
№3		17,7	1036,5
Мучка		14,6	855,0
Відходи I і II кат		5,3	310,4
Всього	–	98,3	5756,4

Додаток Ж.9

Вартість річного обсягу виробництва круп подрібнених

Найменування продукції та відходів	Річний обсяг виробництва, т	Відпускна ціна (без ПДВ), грн/т	Вартість річного обсягу виробництва, тис. грн
№1	579,7	20000	11594,9
№2	2974,8	22000	65446,7
№3	1036,5	24000	24876,3
Мучка	855,0	6200	5300,9
Відходи I і II кат.	310,4	2500	775,9
Всього			107994,6

Додаток Ж.10

Розрахунок виходу крупи плющеної у натуральному виразі

Найменування продукції та відходів	Річний обсяг перероблення зерна, т	Вихід, %	Річний обсяг виробництва, т
Крупа плющена	5856	92,0	5387,5
Мучка		2,7	158,1
Відходи I і II кат		4,4	257,7
Всього	–	99,1	5803,3

Додаток Ж.11

Вартість річного обсягу виробництва крупи плющеної

Найменування продукції та відходів	Річний обсяг виробництва, т	Відпускна ціна (без ПДВ), грн/т	Вартість річного обсягу виробництва, тис. грн
Крупа плющена	5387,5	34000	183175,7
Мучка	158,1	7000	1106,8
Відходи I і II кат	257,7	2500	644,2
Всього			184926,6

Додаток Ж.12

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів з виробництва крупи плющеної

Допоміжний матеріал	Обсяг вироблення продукції, т	Витрати допоміжних матеріалів		Вартість одиниці допоміжних матеріалів, грн
		на 1 т продукції	на весь обсяг	
Паперовий пакетик місткістю 1 кг	5856	100	585,6	2,3
Зав'язки до пакетиків	5856	100	585,6	0,2
Мішок поліетиленовий	416	20	8,3	7,8
Піддон	5856	4	23,4	84,0
Поліетилен на піддон	5856	1	5,9	32,0

Додаток Ж.13

Розрахунок вартості енерговитрат з виробництва крупи плющеної

Вид енерговитрат	Обсяг виробництва продукції за рік	Витрати енергоресурсів		Вартість одиниці енергоресурсів, тис. грн	Витрати на річний обсяг, тис. грн
		на 1 т	на весь обсяг		
Пара	5803,3	30	174098,9	85	14798,4
Електроенергія	5803,3	70	406230,7	3	1218,7
Вода	5803,3	5	29016,5	22	638,4
Інші	5803,3	10,5	60934,6	2	121,9
Всього	—	—	—	—	16777,3

Додаток Ж.14

Розрахунок на амортизацію з виробництва крупи плющеної

Вид основних засобів	Балансна вартість, тис. грн	Норми амортизаційних нарахувань, %	Виплата на амортизацію, тис. грн
Будівлі і споруди	3060	3,3	101,0
Машини та обладнання	2766	16,7	461,9
Інші	553,2	5	27,7
Всього	6379,2	25	1594,8

Додаток Ж.15

Розрахунок виходу борошна у натуральному виразі із зерна пшениці спельти

Найменування продукції та відходів	Річний обсяг перероблення зерна, т	Вихід, %	Річний обсяг виробництва, т
Борошно вищого сорту	5856	54	3162,3
Борошно першого сорту		24	1405,4
Висівки		19,1	1118,5
Відходи I і II кат		2,2	128,8
Відходи III кат		0,7	41,0
Всього	—	100	5856

Додаток Ж.16

Вартість річного обсягу виробництва борошна

Найменування продукції та реалізуємих відходів	Річний обсяг виробництва, т	Відпускна ціна (без ПДВ), грн/т	Вартість річного обсягу виробництва, тис. грн
Борошно вищого сорту	3162,3	20000	63244,8
Борошно першого сорту	1405,4	18000	25297,9
Висівки	1118,5	3200	3579,2
Відходи I і II кат	128,8	2400	309,2
Відходи III кат	41,0	1200	49,2
Всього			92480,3

Додаток Ж.17

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів з виробництва борошна

Допоміжний матеріал	Обсяг вироблення продукції, т	Витрати допоміжних матеріалів		Вартість одиниці допоміжних матеріалів, грн
		на 1 т продукції	на весь обсяг	
Паперовий пакетик місткістю 1 кг	5856	100	585,6	2,3
Зав'язки до пакетиків	5856	100	585,6	0,2
Мішок поліетиленовий	169,8	20	3,4	7,8
Піддон	5856	4	23,4	84
Поліетилен на піддон	5856	1	5,9	32

Додаток Ж.18

Розрахунок вартості енерговитрат з виробництва борошна

Вид енерговитрат	Обсяг виробництва продукції за рік	Витрати енергоресурсів		Вартість одиниці енергоресурсів, тис. грн	Витрати на річний обсяг, тис. грн
		на 1 т	на весь обсяг		
Електроенергія	5856	80	468480	3	1405,4
Вода	5856	5	29280	22	644,2
Інші	5856	8,5	49776	2	99,6
Всього	—	—	—	—	16777,3

Додаток Ж.19

Розрахунок на амортизацію з виробництва борошна

Вид основних засобів	Балансна вартість, тис. грн	Норми амортизаційних нарахувань, %	Виплата на амортизацію, тис. грн
Будівлі і споруди	5580	3,3	184,1
Машини та обладнання	2766	16,7	461,9
Інші	553,2	5	27,7
Всього	8899,2	25	2224,8

Додаток 3
Додаток 3.1

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 лушильника наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика робочих органів лушильника «Каскад»

Система	Частота обертів ротора об/хв	Витрата повітря аспіраційної мережі, м ³ /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
Сміттєва домішка, %, не більше	0,3
у тому числі:	
мінеральна,	0,05
Шкідлива домішка	0,05
у тому числі:	
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 1 кг 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, термопис 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, очищені від зародка і квіткових плівок (ячменю) і частково від плодових і насінневих оболонки.

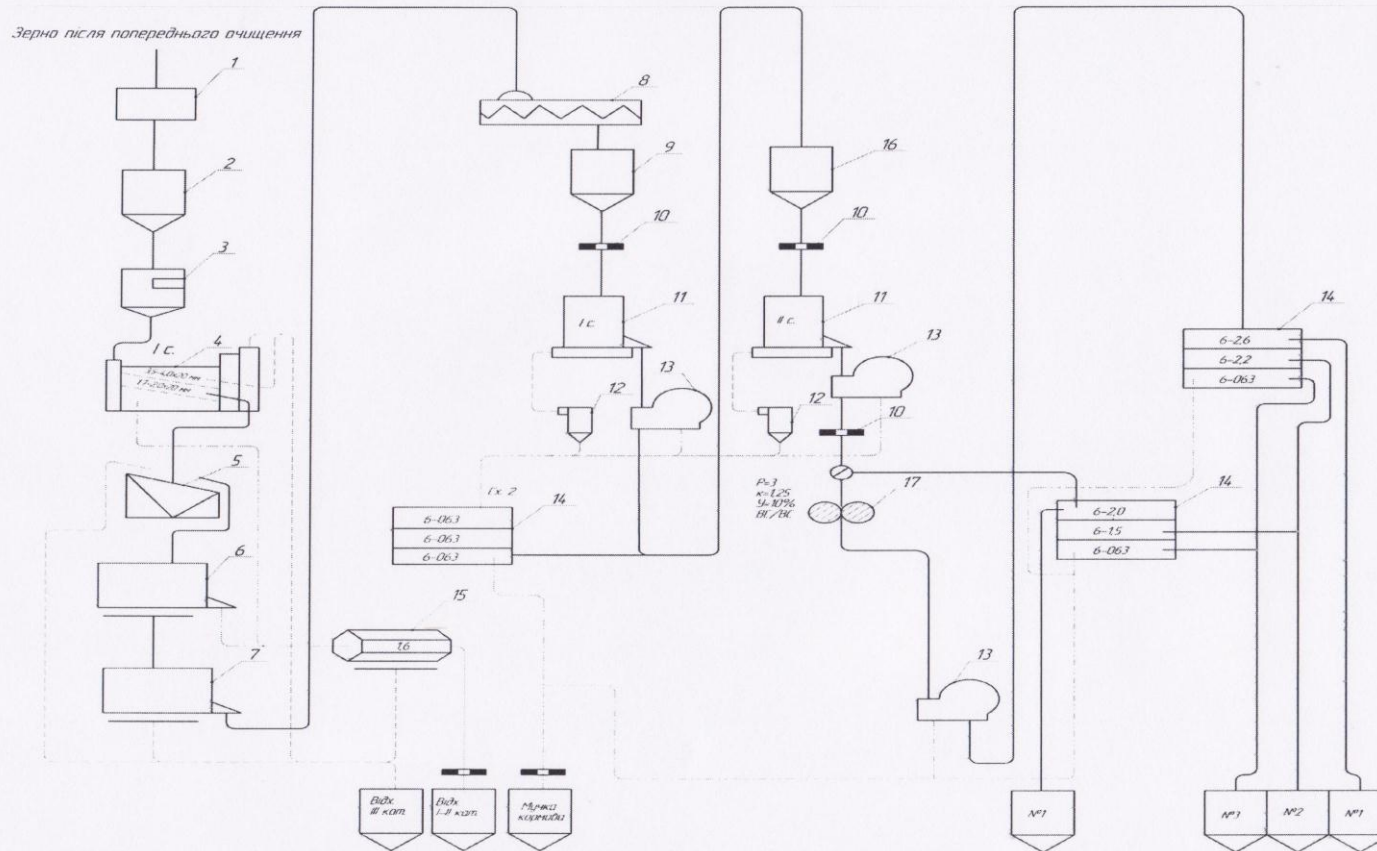


Рис. 1 Технологічна схема виробництва крупів з пшениці спельти №1 та подрібнених № 1, 2, 3

Додаток 3.2

ЗАТВЕРДЖЕНО

проректор з наукової та інноваційної
діяльності Уманського НУС
д. с.-г. н., професор

Карпенко В. П.

2017 р.



«березня»

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

з виробництва крупи плющеної з пшениці спельти

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.

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 %.

Відсортвану 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 вальцьових верстатах за встановлення диференціалу 1:1. При використанні вальцьових 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 крупи, 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
Сміттєва: мінеральна	Частинки землі, пісок, галька, частинки руди, наджаку, шлаку та інших домішок мінерального походження
органічна	Частинки квіткових плівок, стеблин, оболонки
Сміттєве 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, термопсис 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.

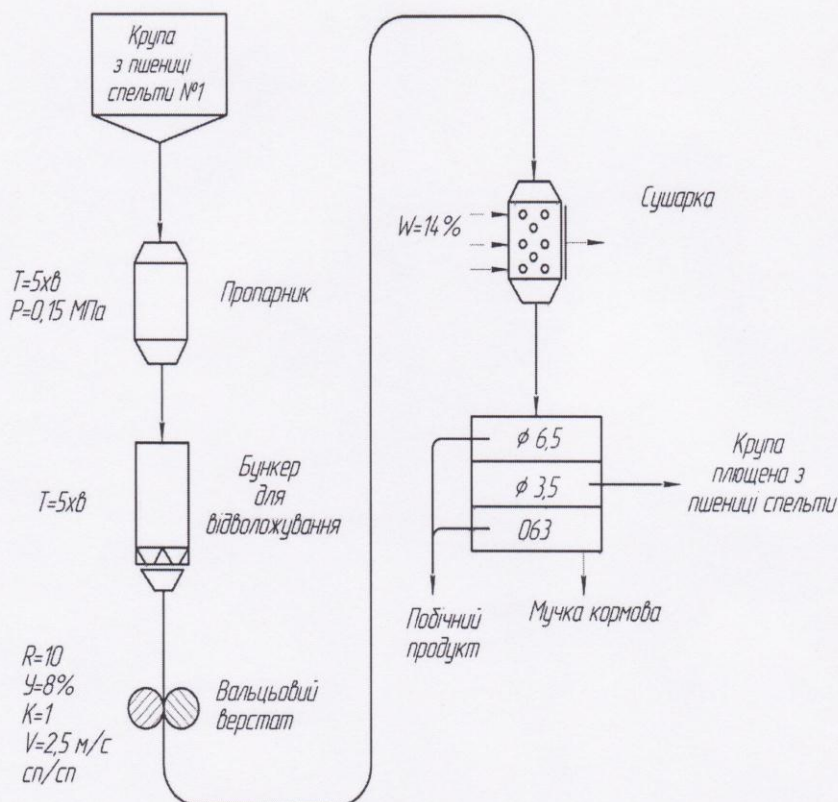


Рис. 1 Технологічна схема виробництва крупи плющеної з пшениці спельти

Додаток К

Додаток К.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: u 2016 06341</p> <p>(22) Дата подання заявки: 10.06.2016</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.12.2016</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.12.2016, Бюл.№ 23</p>	<p>(72) Винахідник(и): Господаренко Григорій Миколайович (UA), Любич Віталій Володимирович (UA), Полянецька Ірина Олегівна (UA), Воробйова Наталія Василівна (UA), Новіков Володимир Вікторович (UA), Воз'ян Валерія Валерівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)</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, витримання 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 К.2





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

(21) Номер заявки: u 2015 07630	(72) Винахідник(и): Господаренко Григорій Миколайович (UA),
(22) Дата подання заявки: 30.07.2015	Любич Віталій Володимирович (UA),
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.01.2016	Полянецька Ірина Олегівна (UA),
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.01.2016, Бюл.№ 1	Новіков Володимир Вікторович (UA),
	Возіян Валерія Валеріївна (UA)
	(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, п/в Софіївка, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)

(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 см³ водопровідної води. При цьому оцінювання проводять за градаціями, розробленими для тритикале і пшениці з додатковим визначенням консистенції під час розжовування.

UA 104152 U

Додаток К.3





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115355** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
A23L 7/00

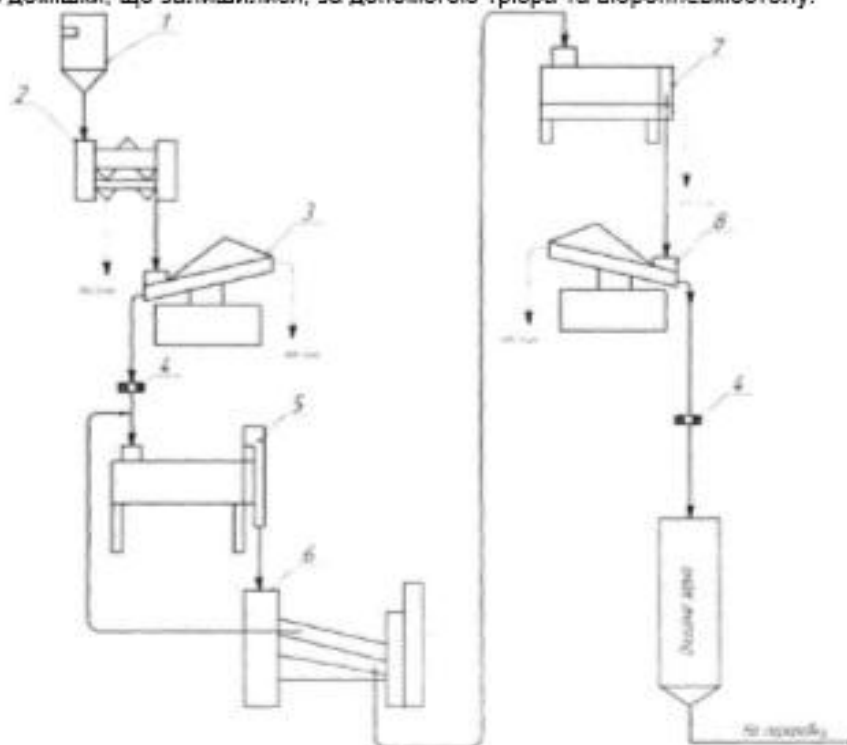
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 11499	(72) Винахідник(и): Любич Віталій Володимирович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA), Довгун Руслан Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.11.2016	(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.04.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2017, Бюл.№ 7	

(54) СПОСІБ ВІДОКРЕМЛЕННЯ ПЛІВОК ВІД ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ

(57) Реферат:

Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти, за яким зерно очищають на бураті, каменевідбірнику, лушть на луштьнику, очищають в повітряно-ситовому сепараторі, потім видаляють домішки, що залишилися, за допомогою трієра та вібропневмостолу.



UA 115355 U

Додаток К.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: u 2016 10000	(72) Винахідник(и): Любич Віталій Володимирович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 30.09.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.04.2017	(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2017, Бюл.№ 7	

(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 лущіння 11-13 % із сепаруванням отриманого продукту з використанням аспіратора після кожної системи лущіння.

UA 115198 U

Додаток К.5



(11) **115765**(19) **UA**(51) МПК (2017.01)
A23L 7/00

(21) Номер заявки:	u 2016 11569	(72) Винахідники:	Любич Віталій Володимирович, UA, Возіян Валерія Валеріївна, UA
(22) Дата подання заявки:	16.11.2016	(73) Власник:	УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, UA
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	25.04.2017		
(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня:	25.04.2017, Бюл. № 8		

(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 охолоджуванням з наступним просіюванням на розсіві.

Додаток К.6





МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118059** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
A23L 7/00
B02C 23/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 13208	(72) Винахідник(и): Любич Віталій Володимирович (UA), Новіков Володимир Вікторович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 23.12.2016	(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.07.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2017, Бюл.№ 14	

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА КРУПИ З ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ № 1 І ПОДРІБНЕНИХ ІЗ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ № 1, 2, 3

(57) Реферат:

Спосіб виробництва крупи з пшениці спельти № 1 і подрібнених із пшениці спельти № 1, 2, 3, у якому зерно зволожують в зволожувальній машині до вологості 15,0-15,5 % і відволожують в бункерах для відволожування впродовж 30 хв. Луцять на машині "Каскад" до індексу луштиння 11-13 %. Відходи відокремлюють аспіраційною колонкою, 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 сепарують на розсійнику для отримання крупи з пшениці спельти № 1, для отримання подрібнених круп зерно після луштиння подрібнюють на вальцьовому верстаті і спрямовують на розсійник, де відбирають крупи № 1, 2, 3.

UA 118059 U

Додаток К.7

У К Р А І Н А

**ПАТЕНТ****НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ****№ 118058****СПОСІБ ОТРИМАННЯ КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ШВИДКОГО
ПРИГОТУВАННЯ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ТРИТИКАЛЕ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **25.07.2017.**

Директор департаменту інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі України

В.О. Жалдак





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118058** (13) **U**

(51) МПК (2017.01)

A23L 7/00**B02C 23/00**

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 13198	(72) Винахідник(и): Любич Віталій Володимирович (UA), Новіков Володимир Вікторович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 23.12.2016	(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, п/в Софіївка, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.07.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2017, Бюл.№ 14	

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ШВИДКОГО ПРИГОТУВАННЯ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ТРИТИКАЛЕ**(57) Реферат:**

Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале включає очищення зерна від домішок, шліфування, екструдування, плющення, сортування круп'яних продуктів. Очищене зерно з індексом лушення 8-11 % експандують за температури 130-150 °С і плющать на вальцовому верстаті з наступним просіюванням на розсіві.

UA 118058 U

Додаток К.8



(11) **116324**(19) **UA**(51) МПК (2017.01)
B02C 4/00(21) Номер заявки: **u 2016 13207**(22) Дата подання заявки: **23.12.2016**(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.05.2017**(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.05.2017, Бюл. № 9**

(72) Винахідники:

**Любич Віталій
Володимирович, UA,
Новіков Володимир
Вікторович, UA,
Возіян Валерія Валеріївна,
UA**

(73) Власник:

**УМАНСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, п/в
Софіївка, м. Умань, Черкаська
обл., 20305, UA**

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ЛАБОРАТОРНОГО РОЗМЕЛЮВАННЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ТРИТИКАЛЕ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб лабораторного розмелювання зерна пшениці та тритикале включає проведення очищення зерна, його водотеплове оброблення, який відрізняється тим, що підготовлене зерно розмелюють за допомогою вальцювого верстату, шляхом чотириразового пропускання крізь вальці з відбиранням борошна після кожного проходу окремо, після цього зважують та визначають вихід борошна.

Додаток К.9

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 109225

**СПОСІБ ЛАБОРАТОРНОГО ВИПІКАННЯ ХЛІБА ІЗ
БОРОШНА ПШЕНИЧНОГО ЗІ СПЕЛЬТИ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **10.08.2016**.

В.о. Голови Державної служби інтелектуальної власності України  А.А.Малиш





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **109225** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
A21D 8/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2015 11532</p> <p>(22) Дата подання заявки: 23.11.2015</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.08.2016</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.08.2016, Бюл.№ 15</p>	<p>(72) Винахідник(и): Господаренко Григорій Миколайович (UA), Осокіна Ніна Максимівна (UA), Любич Віталій Володимирович (UA), Полянецька Ірина Олегівна (UA), Петренко Василь Вікторович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)</p>
--	---

(54) СПОСІБ ЛАБОРАТОРНОГО ВИПІКАННЯ ХЛІБА ІЗ БОРОШНА ПШЕНИЧНОГО ЗІ СПЕЛЬТИ

(57) Реферат:

Спосіб лабораторного випікання хліба із борошна пшеничного зі спельти включає випікання хліба. Також додають дріжджі пресовані та сіль кухонну в кількості 1,5 % кожного, воду питну в кількості 52-55 % від маси борошна, піддають бродінню в термостаті (температура 28-32 °С) впродовж 30-40 хв.

UA 109225 U

Додаток К.10





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118362** (13) **U**
 (51) МПК (2017.01)
A21D 8/00
A21D 13/80 (2017.01)

МІНІСТЕРСТВО
 ЕКОНОМІЧНОГО
 РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 13202	(72) Винахідник(и): Любич Віталій Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 23.12.2016	(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, п/в Софіївка, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.08.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.08.2017, Бюл.№ 15	

(54) СПОСІБ ЛАБОРАТОРНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ БІСКВІТА З БОРОШНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ ТА ЙОГО ОЦІНКА**(57) Реферат:**

Спосіб лабораторного виготовлення бісквіта з борошна тритикале і пшениці та його оцінка включає збивання меланжу або яєць з цукровою пудрою впродовж 30-40 хв. до збільшення об'єму в 2,5-3,0 разу, після чого добавляють борошно, перемішують не довше 10-15 с. Тісто готують за рецептурою: 25,0 г борошна, 6,0 - крохмалю, 31,0 - цукрової пудри, 52,0 г меланжу або яєць, виливають у форми товщиною шару тіста 7-10 мм і випікають за температури 200-220 °С, оцінювання проводять з визначенням стану поверхні, пористості за крупністю, рівномірністю та консистенції м'якуша під час розжовування згідно з розробленими градаціями.

UA 118362 U

Додаток К.11





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118361** (13) **U**
 (51) МПК (2017.01)
A21D 8/00
A21D 13/80 (2017.01)

МІНІСТЕРСТВО
 ЕКОНОМІЧНОГО
 РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 13200	(72) Винахідник(и): Любич Віталій Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 23.12.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.08.2017	(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.08.2017, Бюл.№ 15	вул. Інститутська, 1, п/в Софіївка, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)

(54) СПОСІБ ЛАБОРАТОРНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ ТА КУЛІНАРНОЇ ОЦІНКИ ПЕЧИВА ЦУКРОВОГО З БОРОШНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ**(57) Реферат:**

Спосіб лабораторного виготовлення та кулінарної оцінки печива цукрового з борошна тритикале і пшениці включає приготування суміші, в яку додають 12,5 % крохмалю, 40 цукрової пудри, 20 маргарину, 6,4 молока коров'ячого, 0,6 кухонної солі, 1,0 бікарбонату натрію і 1,2 % ванільного цукру. Додають 50 г борошна вологістю 14 %, після чого замішують тісто впродовж 25-30 с, формують печиво круглої форми з товщиною не більше 7,5 мм, випікають у печі (температура 200-220 °С) протягом 10-15 хв., потім проводять оцінювання за розробленими градаціями.

UA 118361 U

Додаток К.12





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118968** (13) **U**
 (51) МПК (2017.01)
A21D 8/00
A21D 13/80 (2017.01)

МІНІСТЕРСТВО
 ЕКОНОМІЧНОГО
 РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 13205**
 (22) Дата подання заявки: **23.12.2016**
 (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **11.09.2017**
 (46) Публікація відомостей про видачу патенту: **11.09.2017, Бюл.№ 17**

(72) Винахідник(и):
 Господаренко Григорій Миколайович (UA),
 Любич Віталій Володимирович (UA),
 Полянецька Ірина Олегівна (UA),
 Новіков Володимир Вікторович (UA),
 Возіян Валерія Валеріївна (UA),
 Кротик Анна Сергіївна (UA)
 (73) Власник(и):
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
 вул. Інститутська, 1, п/в Софіївка, м. Умань,
 Черкаська обл., 20305 (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ

(57) Реферат:

Спосіб визначення кондитерських властивостей зерна тритикале і пшениці включає приготування суміші, в яку додають 12,5 % крохмалю, 40 цукрової пудри, 20 маргарину, 6,4 молока коров'ячого, 0,6 кухонної солі, 1,0 бікарбонату натрію і 1,2 % ванільного цукру. При цьому додають 50 г обойного борошна вологістю 14 %, після чого замішують тісто впродовж 25-30 с, формують печиво круглої форми з товщиною не більше 7,5 мм, випікають у печі (температура 200-220 °С) упродовж 10-15 хв., потім проводять оцінювання за розробленими градаціями.

UA 118968 U

Додаток К.13





УКРАЇНА

(19) UA (11) 118060 (13) U

(51) МПК

A21D 8/02 (2006.01)

A21D 8/06 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 13216	(72) Винахідник(и): Любич Віталій Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 23.12.2016	(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, п/в Софіївка, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.07.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2017, Бюл.№ 14	

(54) СПОСІБ ЛАБОРАТОРНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ОЦІНКИ КЕКСУ З БОРОШНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ**(57) Реферат:**

Спосіб лабораторного виготовлення та оцінки кексу з борошна тритикале і пшениці включає збивання розтопленого маргарину впродовж 7-10 хв, після цього добавляють цукрову пудру і збивають 5-7 хв, меланж або яйця та решту інгредієнтів і збивання 20-30 хв, наприкінці добавляють борошно та проводять заміс за 3-5 хв. Тісто готують за рецептурою: 25,0 г борошна, 20,0 - маргарину або масла, 0,1 - карбонату амонію або бікарбонату натрію та кухонної солі, 20,0 - цукрової пудри, 24,0 г меланжу або яєць, виливають у форми і випікають за температури 200-220 °С.

UA 118060 U

Додаток К.14



(11) **115922**(19) **UA**

(51) МПК (2017.01)
A21D 13/00
A21D 8/00
G01N 33/02 (2006.01)

(21) Номер заявки: **u 2016 13218**

(22) Дата подання заявки: **23.12.2016**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.04.2017**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **25.04.2017, Бюл. № 8**

(72) Винахідник:
**Любич Віталій
Володимирович, UA**

(73) Власник:
**УМАНСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
САДІВНИЦТВА,
вул. Інститутська, 1, п/в
Софіївка, м. Умань, Черкаська
обл., 20305, UA**

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ОЦІНЮВАННЯ ХЛІБА З ОБОЙНОГО БОРОШНА ТРИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб оцінювання якості хліба з обойного борошна тритикале і пшениці, що включає готування тіста з добавленням дріжджів пресованих кількістю 3,0 %, солі 1,5, води водогінної 60-62 %, який відрізняється тим, що для замісу використовують 100 г обойного борошна, після чого тісто обробляють, формують, уміщують у термостат (температура 28-32 °С), випікають у печі (температура 200-220 °С) протягом 15-20 хв., оцінювання проводять за градаціями, розробленими для хліба з обойного борошна тритикале і пшениці з додатковим визначенням крупності та рівномірності розміщення пор.

Додаток К.15





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA (11) 112842 (13) U
(51) МПК
G01N 33/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2016 08016</p> <p>(22) Дата подання заявки: 19.07.2016</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.12.2016</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.12.2016, Бюл.№ 24</p>	<p>(72) Винахідник(и): Любич Віталій Володимирович (UA), Господаренко Григорій Миколайович (UA), Полянецька Ірина Олегівна (UA), Воробйова Наталія Василівна (UA), Новіков Володимир Вікторович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1. м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)</p>
--	---

(54) СПОСІБ КУЛІНАРНОЇ ОЦІНКИ КРУПИ МАННОЇ ІЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ТА ПШЕНИЦІ

(57) Реферат:

Спосіб кулінарної оцінки крупи манної із зерна тритикале та пшениці, при якому крупу манну із зерна тритикале та пшениці масою 50 г варять у спеціальному циліндрі на електроводяній бані. Приготування каші проводять з додаванням 150 см³ коров'ячого молока, а після охолодження до кімнатної температури визначають консистенцію, колір, запах, смак і консистенцію каші під час розжовування за 9-бальною шкалою.

UA 112842 U

Додаток К.16





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112841** (13) **U**
 (51) МПК
G01N 33/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 08014**
 (22) Дата подання заявки: **19.07.2016**
 (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **26.12.2016**
 (46) Публікація відомостей про видачу патенту: **26.12.2016, Бюл.№ 24**

(72) Винахідник(и):
**Любич Віталій Володимирович (UA),
 Господаренко Григорій Миколайович (UA),
 Полянецька Ірина Олегівна (UA),
 Воробйова Наталія Василівна (UA),
 Новіков Володимир Вікторович (UA),
 Возіян Валерія Валеріївна (UA)**
 (73) Власник(и):
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
 УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА,
 вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська
 обл., 20305 (UA)**

(54) СПОСІБ КУЛІНАРНОЇ ОЦІНКИ ЕКСТРУДАТУ ІЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ТА ПШЕНИЦІ АБО КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ**(57) Реферат:**

Спосіб визначення кулінарних властивостей екструдату із зерна тритикале та пшениці включає запарювання крупи масою 50 г у спеціальному циліндрі з додаванням 125 см³ коров'ячого молока. Після охолодження до кімнатної температури оцінювання проводять за градаціями, розробленими для тритикале та пшениці з додатковим визначенням консистенції під час розжовування.

UA 112841 U

Додаток К.17





УКРАЇНА

(19) UA (11) 110269 (13) U

(51) МПК (2016.01)

A21D 13/00

G01N 33/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2015 12030	(72) Винахідник(и):	Господаренко Григорій Миколайович (UA), Любич Віталій Володимирович (UA), Полянецька Ірина Олегівна (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)
(22) Дата подання заявки:	04.12.2015	(73) Власник(и):	УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	10.10.2016		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.10.2016, Бюл.№ 19		

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ХЛІБА ЗІ СПЕЛЬТИ

(57) Реферат:

Спосіб оцінки якості хліба із борошна пшениці спельти включає визначення кольору скоринки, кольору м'якуша, еластичності та консистенції хліба. Проводять аналіз поверхні скоринки, плянцю, аромату, смаку, визначають крупність пор та рівномірність розміщення пор хліба, за допомогою виміральної лінійки та штангенциркуля, визначають еластичність - пенетрометром, який під дією постійного навантаження занурюють в хліб, визначають вологість м'якуша термогравіметричним методом, відокремлюють м'якуш від скоринки, ретельно осаджують, перемішують і одразу ж зважують у заздалегідь висушеному та зваженому металевому бюксі з кришечкою масою 5 г. Порівнюють результати оцінювання згідно з розробленими градаціями.

UA 110269 U

Додаток К.18



(11) 113900

(19) UA

(51) МПК (2016.01)
G01N 27/00

<p>(21) Номер заявки: u 2016 06340</p> <p>(22) Дата подання заявки: 10.06.2016</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.02.2017</p> <p>(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: 27.02.2017, Бюл. № 4</p>	<p>(72) Винахідники: Господаренко Григорій Миколайович, UA, Любич Віталій Володимирович, UA, Полянецька Ірина Олегівна, UA, Воробйова Наталія Василівна, UA, Новіков Володимир Вікторович, UA, Возіян Валерія Валеріївна, UA</p> <p>(73) Власник: УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, UA</p>
---	---

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КЛЕЙКОВИНОУТВОРЮВАЛЬНИХ БІЛКІВ У ЗЕРНІ ТРИТИКАЛЕ ТА ПШЕНИЦІ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків в зерні тритикале та пшениці включає відмивання клейковини згідно загальноприйнятого методу, який відрізняється тим, що відбирають дві наважки сирової клейковини масою по 4 г, висушують в сушильній шафі за температури 130 °С до постійної маси, а вміст сухої клейковини (клейковиноутворювальні білки) використовують для обрахування їх частки від вмісту білка.

Додаток Л

Додаток Л.1

«ПОГОДЖЕНО»

Ректор Уманського національного
університету садівництва

Непочатенко О. О.

« 14 » _____ 2017 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор філії ПрАТ «Зернопродукт
МХП» «Елеваторний комплекс»

Лудник О. П.

« 14 » _____ 2017 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – філія ПрАТ «Зернопродукт МХП» «Елеваторний комплекс».

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи В. В. Любича за темою «Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено у технологічному процесі елеваторного комплексу.

1. **Вид запровадження** – застосування технології відокремлення зерна пшениці спельти від плівок.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – очищення зерна пшениці спельти кількістю 500 т.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – зерно плівкових форм пшениці спельти після магнітного сепаратора за допомогою перекидного клапана подають у лущильну машину для видалення плівок. Після повітряно-ситового сепаратора зерно направляють на трієр, 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, де відходять важковідокремлювальні домішки та плівки. Очищене зерно від плівок через магнітний захист спрямовують у бункер.
4. **Економічна ефективність** – 1138 грн/т у цінах 2017 р.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – використання в зернопереробній промисловості малопоширеної сировини високої біологічної цінності.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадженнядоцент кафедри технології зберігання і
переробки зерна_____
Любич В. В.

« 14 » _____ 2017 р.

Від філії ПрАТ «Зернопродукт МХП»
«Елеваторний комплекс»

головний технолог

Подольян М. Ф.

головний бухгалтер

Стеценко О.М.

« 14 » _____ 2017 р.

Додаток Л.2

«ПОГОДЖЕНО»

Ректор Уманського національного
університету садівництва

Непочатенко О. О.

« 13 » липня 2017 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ПрАТ «Лебединський
насіenneвий завод»

Гкаченко А. М.

« 13 » липня 2017 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – ПрАТ «Лебединський насінневий завод».

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи Любича В. В. за темою «Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено 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 в кількості 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, відволоженні впродовж 30 хв, лушення на двох луцильно-шліфувальних системах з індексом лушення 11–13 % із сепаруванням отриманого продукту з використанням аспірація після кожної системи лушення.

4. **Економічна ефективність** – 1213 грн/т у цінах 2017 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
відповідальний за впровадження

Від ПрАТ «Лебединський
насіenneвий завод» відповідальні
за впровадження

інженер-технолог

Довгун Р. В.

головний бухгалтер:

Кулик Н. С.

« 13 » липня 2017 р.

« 13 » липня 2017 р.

Додаток Л.3



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 Web: www.udau.edu.ua КОД ЄДРПОУ 00493787

«15» 12. 2017 № 01-10/1234

На № _____ від _____

Про впровадження результатів
науково-дослідної
роботи у навчальний процес

Довідка

Видана доценту кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва В. В. Любичу в тому, що результати його науково-дослідної роботи за темою «Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення» впроваджено у навчальний процес курсів «Сучасні досягнення харчової науки», «Біотехнологічні процеси у технології зернових продуктів» для студентів V курсу, «Технології виробництва продукції рослинництва і садівництва» для студентів II курсу інженерно-технологічного факультету.

Перший проректор



І. І. Мостов'як

Клішук Т. Ю.
0962996496

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

01-10/0652

Додаток Л.4

«ПОГОДЖЕНО»

Завідувач навчально-виробничим
відділом УНУС

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Уманського національного
університету садівництва
Длугоборський Р. В.
Непочатенко О. О.

«26» жовтня 2016р.

«26» жовтня 2016р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – навчально-виробничий відділ Уманського НУС.

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи Любича В. В. за темою «Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено в круп'яному цеху на комплексі УКР-2.

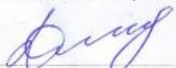
1. **Вид запровадження** – застосування водотеплового оброблення в технології виробництва крупи із зерна пшениці спельти подрібненої №1, 2, 3.

2. **Характеристика масштабів впровадження** – виробництво крупи із зерна пшениці спельти подрібненої №1, 2, 3 кількістю 1,1 т за оптимальних режимів водотеплового оброблення.

3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено елементи технології виробництва крупи із пшениці спельти подрібненої №1, 2, 3: очищення зерна від домішок, зволоження до 15,0–15,5 % вологості, відволоження впродовж 30–60 хв, лущення на двох лущильно-шліфувальних системах з індексом лущення 11–13 % і подрібнення з наступним сепаруванням продукту.

4. **Економічна ефективність** – 1557 грн/т у цінах 2016 р.

5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – використання в зернопереробній промисловості зерна нових сортів пшениці спельти вітчизняного виробництва та розширення асортименту круп'яних продуктів.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадженняВід навчально-виробничого
відділу відповідальний
за впровадження
зав. відділом рослинництва:
Любич В. В.
Дзвонь В. І.

«26» жовтня 2016р.

«26» жовтня 2016р.

Додаток Л.5

«ПОГОДЖЕНО»

Ректор Уманського національного
університету садівництва

Непочатенко О. О.

« 21 »



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор СТОВ ім. Б. Хмельницького

Ровишин С. О.

2017р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – СТОВ ім. Б. Хмельницького.

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи В. В. Любича за темою «Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено у технологічному процесі борошномельного заводу підприємства.

1. **Вид запровадження** – застосування удосконалених режимів водотеплового оброблення зерна у технології виробництва борошна односортного 87%-го помелу пшениці спельти.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – виробництво дослідно-промислових партій борошна із зерна пшениці спельти кількістю 2,4 т.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено елементи технології виробництва борошна односортного 87%-го помелу із зерна пшениці спельти сорту Зоря України. Зволоження зерна до вологості 15,0–15,5 % з відволоженням упродовж 15–20 год забезпечує вихід борошна 85–86 % односортного 87%-го помелу.
4. **Економічна ефективність** – 1538 грн/т у цінах 2017 р.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – використання в зернопереробній промисловості малопоширеної сировини високої біологічної цінності, розширення асортименту борошна для виробництва борошняних виробів, поширення зернопродуктів високої якості в національному споживанні.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадженнядоцент кафедри технології зберігання і
переробки зерна

Любич В.В.

« 21 » 11 2017р.

Від СТОВ ім. Б. Хмельницького
відповідальні за впровадження

директор

Ровишин С. О.

головний бухгалтер

Шимчик Л. В.

« 21 » 2017р.



Додаток Л.6

«ПОГОДЖЕНО»

Ректор Уманського національного
університету садівництваНепочатенко О. О.
непочатенко 2017 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор приватної пекарні
«Краснопілочка» ФОП Федько Д.О.Федько Д. О.
Федько 2017 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – пекарня «Краснопілочка» ФОП Федько Д. О., Черкаська обл., Уманський р-н, с. Краснопілка.

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи В. В. Любича за темою «Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено у технологічному процесі заводу.

1. **Вид запровадження** – застосування технології виготовлення хліба з борошна пшениці спельти.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – виробництво дослідно-промислових партій хліба з борошна пшениці спельти кількістю 2,5 т.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено технологію виробництва хліба з борошна пшениці спельти, що включає готування тіста з додаванням дріжджів пресованих кількістю 3,0 %, солі кухонної – 1,5, води водогінної – 52–55 %, після чого тісто піддають бродінню впродовж 30–40 хв, потім його обробляють, формують, уміщують у термостат (температура 28–32 °С), випікають у печі (температура 200–220 °С).
4. **Економічна ефективність** – 1895 грн/т у цінах 2017 р.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – використання в зернопереробній промисловості малопоширеної сировини високої біологічної цінності, розширення асортименту хлібобулочних виробів.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

доцент кафедри технології зберігання і

переробки зерна

Любич Любич В.В.

Від приватної пекарні «Краснопілочка»
ФОП Федько Д.О.

відповідальний за впровадження

Федько Федько Д.О.

« 24 » *листопада* 2017 р.

« 24 » *листопада* 2017 р.

Додаток Л.7

«ПОГОДЖУЮ»

Ректор Уманського національного
університету садівництва

Печотатецько О. О.

« 18 »

2017 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ТОВ «Агресс-М»

Абдінов Раміз Алі Огли

« 18 »

2017 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – ТОВ «Агресс-М».

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи В. В. Любича за темою «Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено у технологічному процесі борошномельного заводу підприємства.

1. **Вид запровадження** – виробництво борошна із зерна різних типів пшениці озимої.
2. **Характеристика масштабів впровадження** – виробництво дослідно-промислових партій борошна із зерна пшениці озимої кількістю 2,5 т.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено технологію виробництва борошна із зерна з фіолетовим забарвленням пшениці озимої сорту Чорноброва. Перероблення зерна цього сорту пшениці озимої забезпечує вихід борошна 73–74 %, з вмістом золи 0,42–0,45 %, білизною 35–38 од. п.
4. **Економічна ефективність** – 1438 грн/т у цінах 2017 р.
5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – використання в зернопереробній промисловості малопоширеної сировини високої біологічної цінності, розширення асортименту борошна.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадженнядоцент кафедри технології зберігання і
переробки зерна

Любич В.В.

« 18 » 05 2017 р.

Від ТОВ «Агресс-М»

відповідальні за впровадження

директор

Абдінов Раміз Алі Огли

головний бухгалтер

Демедовська Ю. М.

« 18 » 05 2017 р.

Додаток Л.8

«ПОГОДЖЕНО»

Ректор Уманського національного
університету садівництва

Непочатенко О. О.

« 12 » квітня 2017р



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ФГ «Світоч-2006»

Войняк М.Є.

« 12 » квітня 2017р



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – ФГ «Світоч-2006».

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи В. В. Любича за темою «Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, впроваджено у технологічному процесі зернопереробного цеху підприємства.

1. Вид запровадження – застосування борошна односортового 87%-го помелу із зерна пшениці спельти сорту Зоря України у технології виготовлення хліба.
2. Характеристика масштабів впровадження – виробництво дослідно-промислових партій хліба кількістю 185 кг.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи – проведено виробниче випробування придатності борошна односортового 87%-го помелу із зерна пшениці спельти сорту Зоря України для виготовлення хліба.
4. Економічна ефективність – 32 тис. грн/т у цінах 2017 р.
5. Соціальний і науково-технічний ефект – використання зерна малопоширених видів пшениць високої біологічної цінності, розширення асортименту борошна, підвищення біологічної потреби людини макро- і мікрокомпонентами.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадженнядоцент кафедри технології зберігання і
переробки зерна

Любич В.В.

« 12 » квітня 2017р

Від ФГ «Світоч-2006»

відповідальні за впровадження

Войняк М.Є.

бухгалтер

Чепка О.В.

« 12 » квітня 2017р



Додаток Л.9

«ПОГОДЖЕНО»
Ректор Уманського національного
університету садівництва
Непончаєнко О.О.
«24» 11 2016р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ТОВ «Надія»
Кіфу В. О.
«24» 11 2016р.

АКТ
ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – ТОВ «Надія», Черкаська обл., Тальнівський р-н, с. Лісове.

Цим актом стверджується, що результати наукової роботи В. В. Любича за темою «Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення», 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 1,7 т.
3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено технологію виробництва крупки плющеної із пшениці спельти, що включає пропарювання зерна з індексом лущення 11–13 % упродовж 10 хв за тиску насиченої пари 0,15 МПа та його відволожування впродовж 5–10 хв. Крупку плющену сушать до вологості не вище 14 % і просіюють на розсіві.
4. **Економічна ефективність** – 1655 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

Любич
Любич В. В.
«24» 11 2016р.

Від ТОВ «Надія»
відповідальний за впровадження
головний інженер :
Бурковецький О. І.
головний бухгалтер

Рушай
Рушай С.І.
«24» 11 2016р.

Додаток М

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Капрій М. М. Оцінювання борошномельних властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2017. № 2. С. 140–145.
2. Господаренко Г. М., Любич В. В., Новіков В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив типу зерна пшениці на техніко-економічні показники круп'яного виробництва та кулінарну оцінку готового продукту // Вісник Уманського НУС. Умань. 2017. №1. С.38–44.
3. Любич В. В. Кондитерські властивості зерна пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2017. Вип. 91. С. 46–54.
4. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Воробйова Н. В., Улянич І. Ф., Капрій М. М. Характеристика твердості та міцності зернівок пшениці спельти залежно від сорту та лінії // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. 2017. Вип. 93. С. 86–94.
5. Господаренко Г. М., Любич В. В., Листопад Ф. К. Вихід біетанола з урожаю зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. 2017. Вип. 94. С. 74–85.
6. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпро. 2017. №2. С. 35–41.
7. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В. Геометричні параметри зернівок пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2017. №1. С. 105–111.
8. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Любич В. В., Полянецька І. О. Круп'яні властивості зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Вісник

Дніпропетровського ДАЕУ. 2017. №1. С. 12–16.

9. Рябовол Л. О., Кисельова М. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Рябовол Я. С. Формування врожайності та вмісту білка в зерні спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних гібридизацією *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. // Селекція і насінництво. Харків. 2017. Вип. 111. С. 107–114.
10. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Войтовська В. І., Бех Н. С., Недяк Т. М. Перспективи використання крохмалевмісних культур для отримання біоетанола // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2011. Вип. 12. С. 279–284.
11. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Формування якості зерна пшениці озимої за різних норм добрив і застосування фунгіциду Фалькон 460 ЕС, к.е. та стійкість її до ураження бурою листковою іржею // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2011. Вип. 6. С. 114–119.
12. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Успадкування вмісту білка та клейковини гібридами F_{4-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Вісник Львівського НАУ. Львів. 2012. №16. С. 74–81.
13. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Вміст клейковини та її якість в зерні спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2012. Вип. 15. С. 243–246.
14. Любич В. В., Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Парій Ф. М. Стійкість спельтоїдних гібридів, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L., проти шкідників і хвороб // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2012. Вип. 14. С. 474–477.
15. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О. Проблема підвищення вмісту білка в зерні пшениці та шляхи її вирішення // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2012. Вип. 80. С. 106–112.
16. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Жекова О. І., Парій Ф. М. Якість зерна спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2012. Вип. 81. С. 183–189.

17. Любич В. В. Технологічні властивості зерна спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. [Електронний ресурс] // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №4. Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2013_4/index.html.
18. Любич В. В. Вміст білка в зерні спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. [Електронний ресурс] // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №3. Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2013_3/index.html.
19. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2013. Вип. 3. С. 176–178.
20. Возіян В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Технологічні властивості зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Зб. наук. пр. Вінницького НАУ. Вінниця. 2013. Вип. 1. С. 121–125.
21. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2013. Вип. 17. С. 309–311.
22. Любич В. В., Полянецька І. О. Оцінка сортів пшениці озимої за хлібопекарськими властивостями та врожайністю зерна // Вісник Сумського НАУ. Суми. 2013. Вип. 11. С. 118–121.
23. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Вміст білка та його вихід з урожаєм зерна пшениці озимої залежно від сорту // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 21. С. 235–240.
24. Осокіна Н. М., Полянецька І. О., Любич В. В., Возіян В. В. Оцінка сортів пшениці озимої за виходом борошна з урожаєм зерна пшениці озимої // Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 22. С. 142–145.
25. 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.

26. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення // Вісник Уманського НУС. Умань. 2015. № 1. С. 11–16.
27. 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.
28. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від вуглеводно-амілазного комплексу // Зб. наук. пр. Агробіологія. Біла Церква. 2015. № 2 (121). С. 57–61.
29. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Л.Л. Новак, Л.Д. Руденко, Возіян В. В. Якість крупи із зерна спельти та її зв'язок з умістом білка // Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. Дніпропетровськ. 2015. №4 (38). С. 11–15.
30. Любич В. В., Полянецька І. О. Якість цілої крупи із зерна спельти залежно від індексу лушчіння та водно-теплової обробки // Вісник Уманського НУС. Умань. 2015. № 2. С. 34–39.
31. Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В. Технологічна оцінка клейковини зерна спельтоподібних сортів і ліній пшениці (*Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L.) // Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Чабани. 2015. Вип. 2. С. 192–199.
32. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань. 2016. Вип. 89. С. 199–206.
33. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Амінокислотний склад білка пшениці спельти залежно від сорту та лінії. Вісник Уманського НУС. Умань. 2016. № 1. С. 44–48.
34. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вихід і якість крупи плющеної з пшениці спельти залежно від елементів технології переробки // Зб. наук. пр. УНУС. Умань. 2017. Вип. 90. С.91–98.
35. Martyniuk A. T., Rudenko L. D., Sukhomud O. G., Lubich V. V., Voziyan V. V. The assessment of technological properties of grain depending on winter wheat variety // Вестник Прикаспия. Астрахань. 2014. № 4. С. 24–28.
36. Petrenko V. V., Osipova T. Y., Lyubich V. V., Homenko L. A. Relation between

- Hagberg-Perten falling number and acidity of wheat flour according to storage and agricultural systems // Ratar. Povrt. 2015. Vol. 52. 120–124.
37. Любич В. В., Новиков В. В. Сравнительная характеристика физических свойств зерна тритикале озимого и пшеницы озимой // Вестник Прикаспия. Астрахань. 2015. №4. С.21–24.
38. 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.
39. Киселева М. И., Жемчужина Н. С., Любич В. В. Устойчивость к бурой ржавчине сортов озимой пшеницы, возделываемых в Правобережной Лесостепи Украины // Защита и карантин растений. 2015. № 4. С 45–47
40. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хімічний склад зерна пшениці спельти залежно від сорту // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. Nitra. 2015. Vol. 1. P. 450–454.
41. Liubych V., Voziian V. The influence of origin on spelt wheat grains properties // Episteme czasopismo naukowo-kulturalne. Krakow. 2016. № 30. Т. II. P. 111–122.
42. 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.
43. Любич В. В. Аминокислотная характеристика зерна различных сортов и линий пшеницы спельты // Вестник Прикаспия. Астрахань. 2016. № 4. С. 34–37.
44. Киселева М. И., Коломиец Т. М., Пахолкова Е. В., Жемчужина Н. С., Любич В. В. Дифференциация сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по устойчивости к наиболее вредоносным возбудителям грибных болезней // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 3. С. 299–309.
45. Petrenko V., Liubich V., Bondar V. Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions // Romanian Agricultural Research. № 34. 2017. P. 69–76.

46. Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Парій Ф. М. Використання *Triticum spelta* L. в селекції сортів пшениці м'якої // Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні: матеріали I Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2012. С. 77–79. (Форма участі – очна).
47. Жекова О. І., Сухомуд О. Г., Любич В. В., Парій Ф. М. Формування хлібопекарських властивостей зерна гібридами F_{4-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі стан та перспективи: зб. тез V Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Харків. 2012. С. 36–37. (Форма участі – очна).
48. Жекова О. І., Любич В. В. Урожайність та якість зерна гібридів F_{3-5} *Triticum aestivum* L. – *Triticum spelta* L. // Матеріали Всеук. наук. конф. молодих учених. Умань. 2012. С. 47–49. (Форма участі – очна).
49. Полянецька І. О., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Урожай та якість зерна спельтоїдних гібридів F_{3-5} , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. // Біологія: від молекули до біосфери: матеріали VII Міжн. конф. молодих учених. Харків. 2012. С. 150. (Форма участі – заочна).
50. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Полянецька І. О. Господарсько-цінні ознаки пшениці спельти // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали XX Всеукр. наук.-прак. конф. Запоріжжя. 2013. С. 25–26. (Форма участі – заочна).
51. Новіков В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Оптимізація технологічного процесу переробки зерна методами гарячого кондиціювання // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали XX Всеукр. наук.-прак. конф. Запоріжжя. 2013. С. 31–32. (Форма участі – заочна).
52. Любич В. В., Сухомуд О. Г., Возіян В. В. Формування технологічних властивостей зерна сортів пшениці озимої // Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату: матеріали тез Міжн. наук.-прак. конф. Мелітополь-Кирилівка. 2013. С. 70–73. (Форма участі – заочна).
53. Любич В. В. Лінійні розміри зернівки сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження // Інноваційний шлях розвитку суспільства: проблеми, досягнення та перспективи: зб. наук. пр. Міжн. наук.-прак. інтернет-

- конференції. Кам'янець-Подільський. 2013. С. 16–18. (Форма участі – заочна).
54. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О., Парій Ф. М. Порівняльна продуктивність сортів пшениці озимої, створених методами внутрішньовидової та міжвидової гібридизації // Селекційно-генетична наук і освіта: тези доповідей Міжн. наук. конф. Умань. 2013. С. 107–109. (Форма участі – очна).
55. Любич В. В., Новіков В. В. Зміна показників склоподібності та вмісту золи в зерні тритикале залежно від геометричних розмірів зернівки // Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва: зб. тез доповідей Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Миронівка. 2013. С. 42. (Форма участі – очна).
56. Любич В. В. Натура зерна пшениці озимої залежно від сорту // Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва: зб. тез доповідей Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Миронівка. 2013. С. 43. (Форма участі – очна).
57. Полянецька І. О., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Використання внутрішньовидової та міжвидової гібридизації в селекції пшениці озимої // Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: матеріали III Всеукр. наук.-прак. конф. з міжнародною участю. Тернопіль. 2013. С. 96–98. (Форма участі – заочна).
58. Любич В. В., Полянецкая И. О., Сухомуд О. Г., Возиян В. В. Урожайность и физические показатели некоторых сортов пшеницы мягкой озимой // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: тези доповідей Всеукр. наук. конф. Умань. 2013. С. 74–75. (Форма участі – очна).
59. Твердохліб О. В. Любич В. В., Полянецька І. О. Стійкість інтрогресивних ліній пшениці м'якої до ураження основними грибковими хворобами // Матеріали Всеукр. конф. молодих учених. Умань. 2013. С. 122–123. (Форма участі – очна).
60. Любич В. В. Вихід борошна з урожаю зерна пшениці озимої залежно від сорту // Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах: зб. тез Міжн. наук.-прак. конф. присвяченої 50-й річниці від початку розвитку рисівництва в Україні. Скадовськ. 2013. С. 194. (Форма участі – очна).
61. Любич В. В., Полянецкая И. О., Сухомуд О. Г., Возиян В. В. Урожайность и основные качественные показатели пшеницы мягкой озимой в зависимости от

- сорта // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2013. С. 63–64. (Форма участі – заочна).
62. Любич В. В., Полянецька І. О. Прояв господарсько-цінних ознак нових зразків пшениці в Правобережному Лісостепу // Теоретичні та прикладні аспекти збереження біорізноманіття: матеріали наук. конф. молодих дослідників. Умань. 2013. С. 75–77. (Форма участі – очна).
63. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Возіян В. В. Оцінка хлібопекарських властивостей пшениці озимої залежно від сорту // Фитосанитарная безопасность и контроль сельскохозяйственной продукции: материалы Междун. научно-практической конференции. Бояны. 2013. С. 267–277. (Форма участі – заочна).
64. Любич В. В. Выход муки из сортов пшеницы озимой разного эколого-географического происхождения // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, по священной 85-летию со дня рождения Л.Г. Боброва. Алматы. 2013. С. 364–365. (Форма участі – заочна).
65. Lubysh V. V. Physical characteristics of winter wheat grain quality depending on the variety // Інноваційний потенціал української науки XXI сторіччя: матеріали Всеукр. наук.-прак. конф. Запоріжжя. 2013. С. 22–24. (Форма участі – заочна).
66. Любич В. В. Оцінка технологічних властивостей зерна безплівкового сорту спельти залежно від рівня азотного живлення // Раціональне використання земельних ресурсів, збереження і підвищення родючості ґрунтів: матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених. Рівне. 2014. С. 50–52. (Форма участі – заочна).
67. Любич В. В., Возіян В. В. Плівчастість спельти залежно від сорту // Матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених, присвяченій 170-й річниці від дня заснування Уманського НУС. Умань. 2014. С. 48–49. (Форма участі – очна).
68. Любич В. В. Вміст анатомічних частин в зерні спельти озимої залежно від сорту // Інновації в сучасній селекції та генетиці сільськогосподарських культур: тези доповідей Всеукр. наук. конф. молодих учених. Одеса. 2014. С. 22–23. (Форма участі – заочна).
69. Возіян В. В., Любич В. В. Технологічні властивості зерна спельти залежно від удобрення // Інноваційний потенціал світової науки XXI сторіччя: зб. статей учасників 26 Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя. 2014. С. 19–20. (Форма участі – заочна).

70. Lubuch V. V., Polynetska I. O. Physical properties of grain of triticale depending on sort and different factions // Інноваційний потенціал світової науки XXI сторіччя: зб. статей учасників 26 Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя. 2014. С. 30–31. (Форма участі – заочна).
71. Lubych V. V. The estimated output of flour grain yield of winter wheat depending on varieties // Проблемы и перспективы развития современной аграрной науки: материалы Междун. науч.-прак. интернет-конференции. Николаев. 2014. С. 7. (Форма участі – заочна).
72. Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Вміст крохмалю в зерні спельти залежно від удобрення // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2014. С. 161–163. (Форма участі – заочна).
73. Любич В. В., Возіян В. В. Урожайність та якість зерна безплівкового сорту спельти залежно від норм азотних добрив // Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2014. С. 182–183. (Форма участі – заочна).
74. Любич В. В., Сухомуд О. Г., И.О. Полянецкая, Любич В. В. Использование спельты в селекции сортов пшеницы мягкой для улучшения качества зерна // Генетика і селекція: досягнення і проблеми: тези доповідей Міжн. наук. конф. Умань. 2014. С. 136–137. (Форма участі – очна).
75. Любич В. В. Количество и качество клейковины пшеницы озимой в зависимости от сорта // Сучасні технології вирощування зернових, бобових та технічних культур: матеріали Міжн. наук.-прак. інтернет-конференції. Херсон. 2014. С. 212–215. (Форма участі – заочна).
76. 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. (Форма участі – заочна).
77. Osokina N. M., Lubich V. V., Polyanetska I. A., Voziyan V. V. The effect of gluten content on the gas-holding ability of spelt flour // Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали III Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2015. С. 175–177.

(Форма участі – заочна).

78. Любич В. В., Возіян В. В. Органолептична оцінка каші з плющеної крупи спельти залежно від сорту // Зб. наук. пр. молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса, 2015. С. 378–379. (Форма участі – заочна).
79. 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. (Форма участі – заочна).
80. Любич В. В., Возіян В. В. Оценка зерна спельты по основным физическим показателям качества // Агротехнологии XXI века: материалы Всерос. научн.-практ. конф. с междуна. участием. Пермь, 2015. С. 221–226. (Форма участі – заочна).
81. 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 Межд. научн.-практ. конф., посвященная памяти В. М. Горбатова. Москва. 2015. С. 306–309. (Форма участі – заочна).
82. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вихід борошна із зерна спельти залежно від його зволоження та відволоження // Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації: Міжн. наук.-практ. конф. присвячена 100-річчю від дня народження Лесика Б. В.. Київ. 2015. С. 38–39. (Форма участі – очна).
83. Господаренко Г. М., Любич В. В., Ткаченко І. Ю. Вплив норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка в зерні пшениці спельти озимої // Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку: Міжн. наук.-прак. конф. Дніпропетровськ. 2015. С. 103–104. (Форма участі – заочна).
84. Господаренко Г. М., Любич В. В., Ткаченко І. Ю. Продуктивність пшениці спельти озимої залежно від строків внесення азотних добрив // Агрохімічні та агроекологічні проблеми підвищення родючості ґрунтів і використання добрив: матеріали Міжн. наук.-прак. інтернет-конференції. Дубляни. 2015. С. 240–247. (Форма участі – заочна).

85. Карпенко В. П., Любич В. В., Возіян В. В. Вплив вмісту білка на кулінарну оцінку плющеної крупи, отриманої із зерна спельти залежно від сорту // Збереження біорізноманіття в контексті сталого розвитку: матеріали Всеукр. наук. конф. Черкаси. 2015. С. 75–77. (Форма участі – заочна).
86. 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. 2015. С. 17–18. (Форма участі – заочна).
87. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возіян В. В. Хлебопекарные свойства зерна спельты в зависимости от сорта // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Междун. науч.-практ. интернет-конференции. Солёное Займище. 2016. С. 1908–1914. (Форма участі – заочна).
88. Liubych V. V. Influence of unhusking, humidifying and softening degree for spelt grain on cereal yield and its quality // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы Междун. научно-практ. интернет-конференции. Солёное Займище, 2016. С. 2462–2470. (Форма участі – заочна).
89. Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Вплив вологості та тривалості відволоження на вихід цілої крупи із зерна спельти // Актуальні проблеми садівництва в сучасній аграрній науці: матеріали Всеукр. наук. конф. молодих учених. Умань. 2016. С. 150–151. (Форма участі – очна).
90. Любич В. В., Новіков В. В., Полянецька І. О. Вміст есенційних амінокислот у зерні пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: тези доповідей V Міжн. наук.-прак. конф. молодих вчених. Київ. 2016. С. 60–61. (Форма участі – очна).
91. Любич В. В., Полянецька І. О., Зайчук О. М. Оцінка на якість зерна у гібридних популяцій F₄ і F₅ *T. aestivum* L. / *T. spelta* L. // Матеріали Міжн. наук. конф. 16–18 березня 2016 року присвяченої світлій пам'яті Федора Микитовича Парія. Умань. 2016. С. 215–216. (Форма участі – очна).

92. Любич В. В. Оцінювання круп'яних властивостей зерна спельти за якістю каші з плющеної крупи // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2016. С. 59–62. (Форма участі – очна).
93. Liubych V., Voziian V. Cereal properties of spelt wheat grains depending on the variety // Multidirectional research in agriculture, forestry and technology: 5th International conference for young researchers. Krakow. 2016. P. 72. (Форма участі – очна).
94. 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. (Форма участі – очна).
95. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Воробйова Н. В., Улянич І. Ф., Капрій М. М. Характеристика хлібопекарських властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти // Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V Міжн. наук.-практ. конференції молодих вчених і спеціалістів. Центральне. 2017. С. 34–35. (Форма участі – очна).
96. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Киселева М. И. Вплив гібридизації *Tr. aestivum* L. / *Tr. spelta* L. на геометричну характеристику зернівок пшениці спельти // Селекційно-генетична наука і освіта. Умань: матеріали VI Міжн. наук. конф. 2017. С. 157–158. (Форма участі – очна).
97. Liubych V. V., Vorobiova N. V., Polynetska I. O. Formation of baking properties of spelt wheat grain depending on the variety and strains // Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: матеріали III Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2017. С. 170–171. (Форма участі – заочна).
98. Любич В. В. Экономическая эффективность переработки зерна пшеницы спельты // Инновационное развитие АПК: социально-экономические проблемы и пути решения: материалы Междун. науч.-прак. конф. Новосибирск. 2017. С. 165–166. (Форма участі – заочна).
99. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Влияние удобрения пшеницы спельты на формирование белка и клейковины в зерне // Екологічно безпечне, високопродуктивне використання ґрунту та застосування добрив: матеріали

- Всеук. наук.-прак. конф. Умань. 2017. С. 41–42. (Форма участі – заочна).
100. Любич В., Полянецька І., Новіков В., Воробйова Н., Возіян В., Довгун Р. Розробка технології відокремлення зерна пшениці спельти від плівок // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ ст.: матеріали 83 Міжн. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів. Київ. 2017. С. 174. (Форма участі – очна).
101. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Фізичні властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // Актуальні проблеми підвищення родючості ґрунтів та застосування агрохімічних засобів в агрофітоценозах: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Дубляни. 2017. С. 276–282. (Форма участі – заочна).
102. Любич В. В. Формування вмісту білка в зерні сортів і ліній пшениці спельти // Генотипіка та біохімія сільськогосподарських рослин: матеріали Міжн. наук. конф. Одеса. 2017. С. 92–94. (Форма участі – заочна).
103. Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В. Вплив видів, норм і строків застосування азотних добрив на вихід біоетанола з урожаю зерна сортів пшениці озимої // Новітні агротехнології: теорія та практика: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Київ. 2017. С. 112–113. (Форма участі – очна).
104. Любич В. В. Вплив видів, норм і строків внесення азотних добрив на вміст білка та клейковини в зерні пшениці спельти // Теорія і практика інноваційних розробок молодих вчених у ґрунтово-агрохімічній науці: матеріали Всеук. наук.-прак. конф. Харків. 2017. С. 40–41. (Форма участі – заочна).
105. Liubych V. V., Polianetska I. O., Florenko M.P. Evaluation of milling grain characteristics of different varieties and strains spelt wheat // Проблеми і сучасність аграрної науки та продовольства: матеріали V наук.-практ. інтернет-конф. Полтава. 2017. С. 97–98. (Форма участі – заочна).
106. Господаренко Г. Н., Любич В. В. Вміст амінокислот у зерні сортів і ліній пшениць в умовах органічного виробництва // Органічне виробництво і продовольча безпека: матеріали V Міжн. наук.-прак. конф. Житомир. 2017. С. 27–32. (Форма участі – заочна).

107. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В. Вміст вітамінів у зерні сортів пшениці спельти залежно від мінерального живлення // Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях до вирішення продовольчої безпеки: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Центральне. 2017. С. 113–114. (Форма участі – заочна).
108. Господаренко Г. Н., Любич В. В., Кисельова М. І., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В. Техніко-економічні показники круп'яного виробництва залежно від типу зерна пшениці озимої // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжн. наук.-прак. конф. Умань. 2017. С. 76–77. (Форма участі – очна).

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

109. Пшениця спельта / Господаренко Г. М., Костогриз П. В., Любич В. В., Парій Ф. М., Полторецький С. П., Полянецька І. О., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Сухомуд О. Г. / За заг. ред. Господаренка Г. М. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с.
110. Любич В. В., Полянецкая И. О., Возіян В. В.. Использование *Triticum aestivum* L. для повышения продуктивности пшеницы. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2016. 252 с.
111. Liubych V. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi S. P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 108 pp.
112. Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці: пат. 104152 Україна, МПК A23L 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.
113. Спосіб кулінарної оцінки крупи манної із зерна тритикале та пшениці: пат. 112842 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 08016; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24.

114. 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. № u 2016 06341; заявл. 10.06.2016., чинний з 12.12.2016, Бюл. № 23.
115. Спосіб кулінарної оцінки екструдату із зерна тритикале та пшениці або круп'яних продуктів: пат. 112841 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС № u 2016 08014; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24.
116. Спосіб лабораторного випікання хліба із пшеничного борошна зі спельти: пат. 109225 Україна МПК МПК A21D 8/00 / Господаренко Г. М., Осокіна Н. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Петренко В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2015 11532; заявл. 23.11.2015; чинний з 10.08.2016, Бюл. № 15.
117. Спосіб оцінки якості хліба зі спельти: пат. 110269 Україна МПК A21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2015 12030; заявл. 04.12.2015; чинний з 10.10.2016, Бюл. № 19.
118. Спосіб виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти: пат. 115765 Україна, МПК A23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УЕУС. № u 2016 11569; заявл. 16.11.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.
119. Спосіб оцінювання хліба з обойного борошна тритикале і пшениці: пат. 115922 Україна, МПК A21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 13218; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.04.2017, Бюл. № 8.
120. Спосіб визначення вмісту клейковиноутворювальних білків у зерні тритикале та пшениці: пат. 113900 Україна, МПК G01N 27/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 06340; заявл. 10.06.2016., чинний з 27.02.2017, Бюл. № 4.
121. Спосіб відокремлення плівок від зерна пшениці спельти: пат. 115355 Україна, МПК A23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В., Довгун Р. В.; заявник та власник УНУС. № u 2016 11499; заявл. 14.11.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.

122. Спосіб отримання крупи цілої зі спельти: пат. 115198 Україна, МПК А23L 7/00 / Любич В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. № u 2016 10000; заявл. 30.09.2016., чинний з 10.04.2017, Бюл. № 7.
123. Спосіб лабораторного розмелювання зерна пшениці та тритикале: пат. 116324 Україна, МПК В02С 4/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник УНУС. № u 2016 13207; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.05.2017, Бюл. № 9.
124. Спосіб лабораторного виготовлення та оцінки кексу з борошна тритикале і пшениці: пат. 118060 Україна, МПК А 21D 8/02 / Любич В. В.; заявник та власник УНУС. № u 2016 13216; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.
125. Спосіб визначення кондитерських властивостей зерна тритикале і пшениці: пат. 118968 Україна, МПК А 21D 8/00 / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В., Кротик А. С.; заявник і власник УНУС. № u 2016 13205; заявл. 23.12.2016., чинний з 11.09.2017, Бюл. № 17.
126. Спосіб лабораторного виготовлення та кулінарної оцінки печива цукрового з борошна тритикале і пшениці: пат. 118361 Україна, МПК А 21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 13200; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.08.2017, Бюл. № 15.
127. Спосіб виробництва крупи з пшениці спельти № 1 і подрібнених із пшениці спельти № 1, 2, 3: пат. 118059 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.
128. Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале: пат. 118058 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.
129. Спосіб лабораторного виготовлення бісквіта з борошна тритикале ті пшениці та його оцінка: пат. 118362 Україна, МПК А 21D 8/00 / Любич В. В.; заявник і власник УНУС. № u 2016 13202; заявл. 23.12.2016., чинний з 10.08.2017, Бюл. № 15.