

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ДІОРДІЄВА ІРИНА ПАВЛІВНА

УДК: 631.527.34:633.11:631.52: 631.527.34

ДИСЕРТАЦІЯ

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ
В СЕЛЕКЦІЇ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА
ТРИТИКАЛЕ ОЗИМИХ**

06.01.05 – селекція і насінництво

Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина

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
_____ Ірина ДІОРДІЄВА

Умань – 2025

АНОТАЦІЯ

Діордієва І. П. Теоретичні основи створення вихідного матеріалу в селекції за показниками якості зерна пшениці та тритикале озимих. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 – селекція і насінництво. (Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина. Уманський національний університет, Умань, 2025).

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та нове вирішення наукової проблеми вдосконалення селекційних технологій та методичних підходів отримання нового селекційного матеріалу, добору і створення генетичних джерел за аналізу закономірностей формоутворення та успадкування ознак. Розроблено нові технології селекційного процесу створення вихідного матеріалу для отримання високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої, пшениці спельта озимої і тритикале озимого з високими показниками якості зерна.

За міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. визначено частку формування насіння за різних комбінаціях схрещування і проаналізовано сумісність видів. Встановлено низький рівень перехресної сумісності пшениці спельта. Сорт пшениці м'якої озимої Панна характеризується високим рівнем перехресної сумісності (30,0–40,0 %) і забезпечує високу частку формування насіння за використання його запилювачем для пшениці спельта. Встановлено, що висота рослин за міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. успадковується за типом проміжного успадкування. Довжина колосу – за типом від'ємного домінування або проміжного успадкування. Використання за материнську форму пшениці спельта забезпечувало подовження колосу у гібридів першого покоління. Успадкування кількості колосків, кількості зерен і маси зерна з

колосу відбувається за типом позитивного домінування або проміжного успадкування.

Встановлено, що форма колосу у гібридів F_2 успадковується за типом домінантного епістазу. Спельтоїдний тип колосу є домінантним до типової форми колосу пшениці м'якої, а скверхедний тип – рецесивним. У нащадках F_2 розщеплення на безості і остисті форми відбувається за моногенною схемою 3 : 1 з кількісною перевагою безостих форм, що доводить домінування безостості над остистістю. Червоне забарвлення колосу в гібридів F_2 домінує над його білим забарвленням, незалежно від генотипів сортів пшениці м'якої, включених у комбінації схрещування.

Запропоновано класифікацію гібридів отриманих за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. за формою колосу, згідно якої зразки розподілено на шість груп. Її можна використовувати у селекційній практиці з метою систематизації генетичного різноманіття, отриманого за різних систем гібридизації.

Виділено зразки пшениці м'якої озимої з високими показниками продуктивності та якості, що доцільно використовувати у селекційній роботі донорами генів окремих господарсько-цінних показників, зокрема, зразки 1809 (вміст білка 18,0 %), 3872 (вміст білка – 15,8 %, врожайність – 7,03 т/га) 6274 (врожайність – 7,12 т/га), 6750 (врожайність – 7,28 т/га), 4075 (врожайність – 7,28 т/га), 1710 (маса 1000 зерен 59,1 г).

Встановлено, що за гібридизації низькорослих форм пшениці м'якої зі спельтою в гібридів F_1 за висотою рослин спостерігається домінування високостебловості або проміжне успадкування незалежно від підбору вихідної материнської форми. Частка отримання низькостеблових форм пшениці спельта у поколіннях F_2 – F_4 була вищою у комбінаціях схрещування ♀ низькостеблові сорти пшениці м'якої × ♂ спельта.

Доведено, що зниження висоти рослин пшениці спельта дозволяє підвищити її урожайність, про що свідчить негативний кореляційний зв'язок середньої сили ($r = -0,60$). Виділено константи високопродуктивні низькостеблові

зразки пшениці спельта 1817 (врожайність – 5,79 т/га) та 1559, що вдало поєднує високу продуктивність (5,75 т/га) з високою якістю зерна (маса 1000 зерен 64,4 г, вміст білка – 21,0 %, клейковини – 43,7 %).

За віддаленої гібридизації пшениці м'якої озимої і пшениці спельта озимої створено колекцію зразків пшениці спельта озимої, що нараховує понад 200 номерів. До складу колекції входять унікальні рекомбінантні форми, що вирізняються за господарсько-цінними показниками, морфо-біологічними і біохімічними властивостями. Виділено зразок 155, що вирізняється високою продуктивністю (5,36 т/га) і поліпшеним обмолотом зерна (92 %) та зразки 40 і 86, що містять у зерні білка 30,1 та 26,2 % відповідно, клейковини – 63,2 і 54,0 %.

Обґрунтовано принципову можливість селекційно-генетичного поліпшення ознаки «якість обмолоту зерна» у пшениці спельта за гібридизації видів *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. Створено і відібрано зразок 123, що характеризується поліпшеним обмолотом зерна (90 %) та високою продуктивністю (6,16 т/га).

Встановлено параметри моделі сорту пшениці спельта для умов Правобережного Лісостепу України, згідно з якою за максимальної врожайності 5,5–6,0 т/га, висота рослин повинна становити 80–100 см, кількість продуктивних стебел – 3,7–4,2 шт., маса зерна з колосу – 2,3–2,5 г, кількість зерен у колосі – 45–50 шт., якість обмолоту – 80–85 %, при цьому вміст в зерні білка може сягати 18–21 %, клейковини – 39–45 %.

Розроблено загальну технологічну схему селекційного процесу пшениці спельта озимої, використання якої дає змогу отримувати константні високопродуктивні генотипи пшениці спельта з високими показниками якості зерна (вміст білка – понад 20 %, клейковини – понад 40 %, склоподібність – 70–80 %).

Встановлено, що у гібридів F₁ *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell спельтоїдна форма, фіолетове забарвлення і безостість колосу домінують над формою колосу типу «емер», білим

забарвленням і остистістю. У другому поколінні відбувається розщеплення за забарвленням колосу (від світло-фіолетового до темно-фіолетового) та його морфологічною будовою. Найвищий ступінь позитивних трансгресій у гібридів F_{2-3} *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell зафіксовано за масою зерна з колосу (1,9–3,2 %) і довжиною колосу (1,2–2,5 %). Виділено зразок 230, що за врожайністю (5,35 т/га) та масою 1000 зерен (44,8 г) істотно перевищував сорт Зоря України та зразок 227, який за вмістом білка (20,4 %) і клейковини (44,0 %) істотно перевищував стандарт.

Встановлено, що у гібридів F_1 *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum compactum* Host. морфологічні ознаки рослин (висота, довжина та щільність колосу і маса зерна з колосу) успадковуються за типом проміжного успадкування. У потомстві F_2 ознаки опушення і плівчастість колосу мають домінантний моногенний характер успадкування. Форма колосу успадковується моногенно за типом неповного домінування. У гібридів F_{3-4} *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum compactum* Host. найвищу частоту позитивних трансгресій зафіксовано за кількістю колосків (28,1–28,5 %) і зерен (23,4–51,0 %) у колосі та масою зерна з колосу (203–32,1 %).

За гібридизації пшениці спельта з видами *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell і *Triticum compactum* Host. сформовано колекцію вихідного матеріалу з широкою генетичною основою та виділено низку форм з високим рівнем прояву господарсько-цінних показників.

Проведено розрахунок параметрів адаптивності створених зразків пшениці, що дозволив диференціювати їх за нормою реакції на зміну умов вирощування та адаптивним потенціалом. Розрахунки екологічної пластичності показали, що високопластичними є зразки пшениці м'якої озимої 1681 ($b_i = 1,04$), 1687 ($b_i = 1,04$), 1688 ($b_i = 1,06$), 1692 ($b_i = 1,10$), 3872 ($b_i = 1,12$), 4075 ($b_i = 1,12$), 6274 ($b_i = 1,10$), 675 ($b_i = 1,08$), спельтоподібні форми 1561 ($b_i = 1,13$), 1766 ($b_i = 1,12$), 1809 ($b_i = 1,10$), 1626 ($b_i = 1,07$), 1710 ($b_i = 1,07$), 1694 ($b_i = 1,03$), зразки пшениці спельта озимої 1817 ($b_i = 1,37$), 66 ($b_i = 1,27$), 1786 ($b_i = 1,17$), 40 ($b_i = 1,15$), 47 ($b_i = 1,11$), 1559 ($b_i = 1,12$), 1725 ($b_i = 1,13$), 1755 ($b_i = 1,07$), 230 ($b_i = 1,20$), 241 ($b_i = 1,09$), 247 ($b_i = 1,04$).

Розрахунки екологічної стабільності показали, що найстабільнішим є зразки пшениці м'якої озимої 1689 ($S^2_{di} = 0,035$), пшениці спельта озимої 15 ($S^2_{di} = 0,013$), 95 і 1695 ($S^2_{di} = 0,014$), 1691 ($S^2_{di} = 0,011$), 1694 ($S^2_{di} = 0,016$), 13 і 1721 ($S^2_{di} = 0,017$), 201 ($S^2_{di} = 0,027$), 208 ($S^2_{di} = 0,025$), спельтоподібний зразок 1628 ($S^2_{di} = 0,016$).

Оптимальною сукупністю параметрів адаптивності характеризуються зразки пшениці м'якої озимої 6750, 6274, 4075, 1685, 1692, пшениці спельта озимої 95, 155, 1691, 1695, 1725, 1755, 1817, спельтоподібні форми 1682, 1684, що поєднували високу гомеостатичність ($Hom = 153,5\text{--}342,2$) з високим коефіцієнтом селекційної цінності ($Sc = 6,4\text{--}7,4$).

Отримані матеріали пшениці м'якої озимої 1692, 3872, 4075, 6274, 6750, пшениці спельта озимої 66, 124, 1786, 1817, 230, 241, 247, спельтоподібні форми 1561, 1766, 1809, що характеризуються високою екологічною пластичністю ($b_i = >1$), гомеостатичністю ($Hom = 116,6\text{--}262,2$) та селекційною цінністю ($Sc = 6,4\text{--}7,4$) доцільно використовувати вихідним матеріалом у селекції на адаптивність.

Найвищими технологічними властивостями характеризувались створені зразки пшениці спельта озимої, що мали вміст у зерні білка 14,1–25,8 %, клейковини – 30,1–54,7 %, силу борошна – 236–439 о. а., седиментацію – 44,6–68,2 мм, твердість зерна – 29,9–66,5 о. п. Створені зразки пшениці м'якої озимої поступалися зразкам спельти за технологічними властивостями. За апробації виділено генотипи, що істотно перевищують стандарт за вмістом білка і клейковини в зерні та силою борошна (зразки 42, 242, 268, 302, 370), твердістю зерна (зразки 42, 242, 268, 3872, 4075, 6274, 6750), показником седиментації (зразки 42, 138, 242, 268, 302, 370). Форми пшениці, створені за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell за технологічними властивостями зерна займали проміжне положення між вихідними формами. Виділено зразок 241, що достовірно перевищує стандарт за вмістом білка (15,8 %) і клейковини (35,1 %), силою борошна (325 о. а.) та твердістю зерна (58,7 о. п.).

Об'єм хліба у створених форм пшениці був найвищим у зразків пшениці м'якої озимої 4075 (960 см³), 3872 і 9750 (940 см³). Оптимальну сукупність якісних і кулінарних показників фіксували з борошна зразків пшениці м'якої озимої 4075 (загальна кулінарна оцінка 8,6 балів) і 6274 (загальна кулінарна оцінка 8,3 бали), дещо нижчу – у форм пшениці спельта озимої (7,8–8,0 бали) та ліній створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell (8,0 балів).

Доведено, що види *Triticum spelta* L. та *Triticum petropavlovskyi* Udacz. мають високий рівень прогамної і постгамної несумісності за гібридизації з житом, їх гібридизація та процес формування насіння вдається складно, а гібридне насіння не проростає у польових умовах. Схрещування видів *Triticum compactum* Host і *Triticum sphaerococcum* Perciv. з житом дає змогу отримати вищий рівень зав'язування насіння (10,5–20,2 %), проте зерно отримане за участю виду *Triticum compactum* Host. – не життєздатне, а гібридні рослини, отримані за участю виду *Triticum sphaerococcum* Perciv. – високостерильні.

Самозапилення гібридів F₂ сприяє поліпшенню показників зав'язування і схожості насіння, відновлення фертильності пилку та стабілізації генотипів на гексаплоїдному рівні. Повторне запилення пшенично-житніх гібридів F₂ пилком гексаплоїдних тритикале сприяє частковій стабілізації хромосомного набору і, як наслідок, відновлення фертильності пилку. Проте для отримання константних генотипів, нащадки необхідно стабілізувати.

Незалежно від рівня плоїдності тритикале зафіксовано низьку його сумісність з пшеницею спельта та елімусом піщаним є низькою. Контрольоване штучне самозапилення гібридів F₁ забезпечує вищу частку зав'язування насіння (1,1–9,0 %), порівняно зі спонтанним (до 3,0 %). Схожість насіння, отриманого від запилення гібридів F₁ фертильними формами тритикале – низька (до 25 %), незалежно від способу запилення та запилювача.

Встановлено, що гібридизація тривидових тритикале з пшеницею спельта дає змогу підвищити показники якості зерна в нащадків, зокрема, вміст у зерні білка (до 14,2 %) та клейковини I групи якості (до 27,8 %). Схрещування

тритикале з елімусом піщаним призводить до подовження колосу, проте викликає істотне зниження всіх показників якості зерна.

За внутрішньовидової гібридизації отримано 23 високопродуктивні форми тритикале озимого. Серед створених матеріалів виділено один карликовий зразок 103 ($h = 58$ см), чотири (87, 101, 102, 105) – короткостеблові ($h = 60\text{--}80$ см), один (70) – ранньостиглий (вегетаційний період 285 діб), дев'ять – з високими показниками продуктивності колосу (маса зерна з колосу – 2,12–2,38 г).

Доведено, що для ідентифікації гібридного рослинного матеріалу доцільно використовувати морфологічні ознаки, зокрема «чорне зebarвлення остюків», яка контролюється генами *Bla-1/bla-1*, *Bla-2/bla-2*.

За міжвидової (пшениця м'яка $\times$ спельта) та міжродової (тритикале $\times$ спельта) гібридизації створено сорти пшениці м'якої озимої Артаплот, Уманська царівна, Фрея, Євразія та тритикале озимого Наварра і Стратег, які занесені до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2018–2023 рр. і рекомендовано до вирощування в зонах Лісостепу і Полісся.

Встановлено високу економічну ефективність вирощування створених сортів пшениці м'якої озимої та тритикале озимого, оскільки рівень рентабельності для сортів пшениці варіює у межах 50–62 %, тритикале озимого – 25–39 %, а умовно чистий прибуток за вирощування пшениці м'якої озимої складає 11545–14075 грн/га, тритикале озимого – 5084–8065 грн/га.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, тритикале озиме, пшениця спельта озима, сорт, гібридизація, успадкування, зразок, вихідний матеріал, урожайність, якість зерна.

ANNOTATION

Diordiieva I. P. Theoretical foundations of the creation of initial material in breeding for grain quality indicators of winter wheat and triticale. – Qualification scientific work on the rights of a manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Agricultural Sciences, specialty 06.01.05 – breeding and seed production. (H Agriculture, forestry, fisheries and veterinary medicine Uman National University, Uman, 2025).

The dissertation work presents a theoretical justification and a new solution to the scientific problem of improving breeding technologies and methodological approaches to obtaining new breeding material, selection and creation of genetic sources by analyzing the patterns of morphology and inheritance of traits. New technologies of the breeding process for creating source material for obtaining high-yielding varieties of soft winter wheat, winter spelt wheat and winter triticale with high grain quality indicators have been developed.

By interspecific hybridization of *Triticum aestivum* L. $\times$ *Triticum spelta* L., the proportion of seed formation in different combinations of crossing was determined and the compatibility of species was analyzed. A low level of cross-compatibility of spelt wheat was established. The soft winter wheat variety Panna is characterized by a high level of cross-compatibility (30.0–40.0%) and provides a high proportion of seed formation when used as a pollinator for spelt wheat. It was established that the height of plants in the interspecific hybridization *Triticum aestivum* L. $\times$ *Triticum spelta* L. is inherited by the type of intermediate inheritance. The length of the spike is inherited by the type of negative dominance or intermediate inheritance. The use of spelt as the maternal form of wheat ensured the elongation of the spike in the first generation hybrids. The inheritance of the number of spikelets, the number of grains and the mass of grain per spike occurs by the type of positive dominance or intermediate inheritance.

It was established that the shape of the ear in F₂ hybrids is inherited by the type of dominant epistasis. The speltoid type of ear is dominant to the typical shape of the ear of common wheat, and the square-headed type is recessive. The splitting into awnless and spiny forms occurs according to the monogenic scheme 3 : 1 with a quantitative advantage of awnless forms, which proves the dominance of awnlessness over spiny. The red color of the ear in F₂ hybrids dominates over its white color, regardless of the genotypes of the common wheat varieties included in the crossing combinations.

A classification of hybrids obtained by hybridizing *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. by ear shape is proposed, according to which the samples are divided into six groups. It can be used in breeding practice to systematize the genetic diversity obtained under different hybridization systems.

Samples of soft winter wheat with high productivity and quality indicators were identified, which are advisable to use in breeding work as donors of genes of certain economically valuable indicators, in particular, samples 1809 (protein content 18.0 %), 3872 (protein content – 15.8 %, yield – 7.03 t/ha) 6274 (yield – 7.12 t/ha), 6750 (yield – 7.28 t/ha), 4075 (yield – 7.28 t/ha), 1710 (weight of 1000 grains 59.1 g).

It was found that when hybridizing low-growing forms of soft wheat with spelt, in F₁ hybrids, the dominance of high-stem or intermediate inheritance is observed in plant height, regardless of the selection of the initial maternal form. The proportion of obtaining low-stem forms of spelt wheat in the F₂–F₄ generations was higher in the crossing combinations ♀ low-stem varieties of soft wheat × ♂ spelt.

It is proven that reducing the height of spelt wheat plants allows to increase its yield, as evidenced by a negative correlation of medium strength ($r = -0.60$). Constantly high-yielding low-stemmed spelt wheat samples 1817 (yield – 5.79 t/ha) and 1559 were selected, which successfully combine high productivity (5.75 t/ha) with high grain quality (weight of 1000 grains 64.4 g, protein content – 21.0 %, gluten – 43.7 %).

By remote hybridization of soft winter wheat and winter spelt wheat, a collection of winter spelt wheat samples was created, numbering over 200 numbers. The collection includes unique recombinant forms that are distinguished by their economic and valuable indicators, morpho-biological and biochemical properties. Sample 155 was distinguished, which is distinguished by high productivity (5.36 t/ha) and improved grain threshing (92 %), and samples 40 and 86, which contain 30.1 and 26.2 % of protein in the grain, respectively, and 63.2 and 54.0 % of gluten.

The principle possibility of selective and genetic improvement of the trait “grain threshing quality” in spelt wheat by hybridization of the species *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. was substantiated. Sample 123 was created and selected, which is characterized by improved grain threshing (90 %) and high productivity (6.16 t/ha).

The parameters of the spelt wheat variety model for the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine were established, according to which, for a maximum yield of 5.5–6.0 t/ha, the plant height should be 80–100 cm, the number of productive stems – 3.7–4.2 pcs., the mass of grain per ear – 2.3–2.5 g, the number of grains in the ear – 45–50 pcs., the threshing quality – 80–85 %, while the protein content in the grain can reach 18–21 %, gluten – 39–45 %.

A general technological scheme of the breeding process of winter spelt wheat has been developed, the use of which makes it possible to obtain constant high-yielding genotypes of spelt wheat with high grain quality indicators (protein content – over 20 %, gluten – over 40 %, vitreousness – 70–80 %).

It has been established that in the F_1 hybrids *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell, the speltoid shape, purple color and spinelessness of the ear dominate over the "emer" type ear shape, white color and spines. In the second generation, splitting occurs according to the color of the ear (from light purple to dark purple) and its morphological structure.

The highest degree of positive transgressions in the F_{2-3} hybrids *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell was recorded in the weight of grain per ear (1.9–3.2 %) and the length of the ear (1.2–2.5 %). Sample 230 was identified, which significantly exceeded the Zorya Ukrainy variety in terms of yield (5.35 t/ha) and weight of 1000 grains (44.8 g) and sample 227, which significantly exceeded the standard in terms of protein content (20.4 %) and gluten (44.0 %).

In the F_1 hybrids *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum compactum* Host. morphological traits of plants (height, length and density of the ear and the weight of grain per ear) are inherited by the type of intermediate inheritance. In the F_2 offspring, the signs of pubescence and membranous ear have a dominant monogenic inheritance pattern. The ear shape is inherited monogenically by the type of incomplete dominance.

In the F_{3-4} hybrids *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum compactum* Host. the highest frequency of positive transgressions was recorded in the number of ears (28.1–28.5 %) and grains (23.4–51.0 %) in the ear and the weight of grain per ear (203–321 %).

By hybridizing spelt wheat with the species *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell and *Triticum compactum* Host. a collection of source material with a broad genetic basis was formed and a number of forms with a high level of manifestation of economically valuable indicators were isolated.

The calculation of the adaptability parameters of the created wheat samples was carried out, which allowed them to be differentiated by the rate of reaction to changes in growing conditions and adaptive potential. Calculations of ecological plasticity showed that highly plastic are soft winter wheat samples 1681 ($b_i = 1,04$), 1688 ($b_i = 1,06$), 1692 ($b_i = 1,10$), 3872 ($b_i = 1,12$), 4075 ($b_i = 1,12$), 6274 ($b_i = 1,10$), 675 ($b_i = 1,08$), spelt-like samples 1561 ($b_i = 1,13$), 1766 ($b_i = 1,12$), 1809 ($b_i = 1,10$), 1626 ($b_i = 1,07$), 1710 ($b_i = 1,07$), 1694 ($b_i = 1,03$), winter spelt wheat samples 1817 ($b_i = 1,37$), 66 ($b_i = 1,27$), 1786 ($b_i = 1,17$), 40 ($b_i = 1,15$), 47 ($b_i = 1,11$), 1559 ($b_i = 1,12$), 1725 ($b_i = 1,13$), 1755 ($b_i = 1,07$), 230 ($b_i = 1,20$), 241 ($b_i = 1,09$), 247 ($b_i = 1,04$).

Calculations of ecological stability showed that the most stable are soft winter wheat samples 1689 ($S^2_{di} = 0,035$), winter spelt wheat samples 15 ($S^2_{di} = 0,013$), 95 i 1695 ($S^2_{di} = 0,014$), 1691 ($S^2_{di} = 0,011$), 1694 ($S^2_{di} = 0,016$), 13 i 1721 ($S^2_{di} = 0,017$), 201 ($S^2_{di} = 0,027$), 208 ($S^2_{di} = 0,025$), spelt-like sample 1628 ($S^2_{di} = 0,016$).

The optimal set of adaptability parameters is characterized by samples of soft winter wheat 6750, 6274, 4075, 1685, 1692, winter spelt wheat 95, 155, 1691, 1695, 1725, 1755, 1817, spelt-like forms 1682, 1684, which combined high homeostasis ($Hom = 153.5\text{--}342.2$) with a high coefficient of selection value ($Sc = 6.4\text{--}7.4$).

The obtained materials of soft winter wheat 1692, 3872, 4075, 6274, 6750, winter spelt wheat 66, 124, 1786, 1817, 230, 241, 247, spelt-like forms 1561, 1766, 1809, which are characterized by high ecological plasticity ($b_i = >1$), homeostasis ($Hom = 116.6\text{--}262.2$) and breeding value ($Sc = 6.4\text{--}7.4$), are advisable to use as starting material in breeding for adaptability.

The highest technological properties were characterized by the created samples of winter spelt wheat, which had a protein content in the grain of 14.1–25.8 %, gluten – 30.1–54.7 %, flour strength – 236–439 u. a., sedimentation – 44.6–68.2 mm, grain hardness – 29.9–66.5 u. p. The created samples of soft winter wheat were inferior to

spelt samples in technological properties. During testing, genotypes were identified that significantly exceed the standard in terms of protein and gluten content in the grain and flour strength (samples 42, 242, 268, 302, 370), grain hardness (samples 42, 242, 268, 3872, 4075, 6274, 6750), and sedimentation index (samples 42, 138, 242, 268, 302, 370). Wheat forms created by hybridization of *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell occupied an intermediate position between the original forms in terms of technological properties of the grain. Sample 241 was isolated, which significantly exceeds the standard in terms of protein content (15.8 %) and gluten (35.1 %), flour strength (325 a.u.) and grain hardness (58.7 units). The volume of bread in the created wheat forms was the highest in soft winter wheat samples 4075 (960 cm³), 3872 and 9750 (940 cm³).

The optimal combination of quality and culinary indicators was recorded from flour samples of soft winter wheat 4075 (total culinary score 8.6 points) and 6274 (total culinary score 8.3 points), somewhat lower - in forms of winter spelt wheat (7.8–8.0 points) and lines created by hybridization *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell (8.0 points).

It has been proven that the species *Triticum spelta* L. and *Triticum petropavlovskyi* Udacz. have a high level of progam and postgam incompatibility when hybridized with rye, their hybridization and the process of seed formation is difficult, and hybrid seeds do not germinate in field conditions. Crossing the species *Triticum compactum* Host and *Triticum sphaerococcum* Perciv. with rye allows for a higher level of seed setting (10.5–20.2 %), however, the grain obtained with the participation of the species *Triticum compactum* Host. is not viable, and hybrid plants obtained with the participation of the species *Triticum sphaerococcum* Perciv. are highly sterile.

Self-pollination of F₂ hybrids contributes to the improvement of seed setting and germination, restoration of pollen fertility and stabilization of genotypes at the hexaploid level. Repeated pollination of F₂ wheat-rye hybrids with hexaploid triticales pollen contributes to partial stabilization of the chromosome set and, as a result, restoration of pollen fertility. However, to obtain constant genotypes, the offspring must be stabilized.

Regardless of the ploidy level, triticale has been recorded to have low compatibility with spelt and sand emmer. Controlled artificial self-pollination of F₁ hybrids provides a higher proportion of seed setting (1.1–9.0 %), compared to spontaneous (up to 3.0 %). The germination of seeds obtained from pollination of F₁ hybrids with fertile forms of triticale is low (up to 25 %), regardless of the pollination method and pollinator.

It was established that hybridization of triticale species with spelt wheat allows to increase the grain quality indicators in the offspring, in particular, the content of protein in the grain (up to 14.2 %) and gluten of the 1st quality group (up to 27.8 %). Crossing triticale with Elimus sand leads to ear elongation, but causes a significant decrease in all grain quality indicators. 23 highly productive forms of winter triticale were obtained by intraspecific hybridization. Among the created materials, one dwarf sample 103 (h = 58 cm) was selected, four (87, 101, 102, 105) – short-stemmed (h = 60–80 cm), one (70) – early-ripening (vegetation period 285 days), nine – with high indicators of ear productivity (grain mass per ear – 2.12–2.38 g).

It has been proven that for the identification of hybrid plant material it is advisable to use morphological features, in particular “black color of spines”, which is controlled by the genes *Bla-1/bla-1*, *Bla-2/bla-2*.

By interspecific (soft wheat × spelt) and intergeneric (triticale × spelt) hybridization, the soft winter wheat varieties Artaplot, Umanskaya Tsarivna, Freya, Eurasia and winter triticale Navarra and Strateg were created, which were included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine in 2018–2023 and are recommended for cultivation in the Forest-Steppe and Polissya zones. High economic efficiency of cultivation of the created soft winter wheat and winter triticale varieties has been established, since the level of profitability for wheat varieties varies within 50–62 %, winter triticale – 25–39 %, and the conditional net profit for cultivation of soft winter wheat is 11545.00–14075.00 UAH/ha, winter triticale – 5084.00–8065.00 UAH/ha.

Key words: soft winter wheat, winter triticale, winter spelt wheat, variety, hybridization, inheritance, sample, starting material, yield, grain quality.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Полторецький С. П., Коцюба С. П. Селекційне вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта: монографія. Умань: ВПЦ «Візаві», 2019. 214 с. (40 % авторства: проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення результатів, оформлення і написання монографії).

Статті у наукових виданнях, включених до Міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science:

2. **Diordiieva I.,** Riabovol L., Riabovol Ia., Serzhuk O., Novak A., Kotsiuba S. The characteristic of wheat collection created by *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. hybridization. *Agronomy research*. 2018. Vol. 16. № 5. P. 2005–2015. <https://doi.org/10.15159/AR.18.181>. (30 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

3. Riabovol Ia., Riabovol L., **Diordiieva I.,** Poltoretskyi S., Lubchenko A., Kononenko L., Kryzhanovskyi V. Evaluation of resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of ecologically and geographically remote forms. *Ukrainian journal of ecology*. 2018. Vol. 8. Iss. 3. P. 33–36. (20 % авторства: проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

4. **Diordiieva I.,** Riabovol Ia., Riabovol L., Serzhuk O., Novak Zh., Chernov O., Karychkovska S. Triticale breeding improvement by the intraspecific and remote hybridization. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(4). P. 67–71. https://doi.org/10.15421/2020_169. (25 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

5. **Diordiieva I. P.,** Riabovol L. O., Riabovol Ya. S., Serzhuk O. P., Nakloka Iu. I., Nakloka O. P., Karychkovska S. P. Breeding and genetic improvement

of soft winter wheat with the use of spelt wheat. *Agronomy research*. 2022. Vol. 20. Iss. 1. P. 91–102. <https://doi.org/10.15159/ar.22.016>. (30 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

6. **Diordiieva I.**, Kochmarskyi V., Riabovol L., Riabovol Ia., Karychkovska S. (2023). Creation and analysis of the starting material obtained by hybridisation of *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. *Scientific Horizons*. 2023. № 26(9). P. 110–119. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2023.110>. (40 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

7. **Diordiieva I. P.**, Riabovol I. S., Riabovol L. O., Babii M. M., Fedorenko S. V., Serzhuk O. P., Maslovata S. A., Liubchenko A. I., Novak Z. M., Liubchenko I. O. Breeding and genetic improvement of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) by interspecific hybridization. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024. Vol. 15. № 3. P. 463–469. <https://doi.org/10.15421/022465>. (20 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Статті у наукових фахових виданнях України та, що включені до міжнародних наукометричних баз даних:

8. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О., Заболотна І. Р., **Діордієва І. П.** Гібридна пшениця: проблеми, можливості, переваги перспективи. *Збірник наукових праць УНУС*. 2014. Вип. 86. С. 210–214. (25 % авторства: пошук наукової літератури, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

9. **Діордієва І. П.**, Єщенко О. В., Новак Ж. М. Урожайність та вміст клейковини в зерні сортів та гібридних популяцій пшениці спельти. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2017. Вип. 90. С. 173–179. (60 % авторства: обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних

досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

10. **Діордієва І. П.,** Новак Ж. М. Кількість та якість клейковини в зерні колекційних зразків чотиривидових тритикале. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2017. № 2. С. 68–72. (75 % авторства: обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

11. **Діордієва І. П.** Лінії пшениці спельта Уманського НУС. *Генетичні ресурси рослин*. 2018. Вип. 23. С. 25–34. <https://doi.org/10.36814/pgr.2018.22.02>. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

12. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., **Діордієва І. П.** Стійкість до хвороб зразків пшениці м'якої озимої, створених гібридизацією географічно віддалених форм. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 124–133. [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-11](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-11). (30 % авторства: проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

13. **Діордієва І. П.,** Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Стратег. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 2 (78). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.012>. (40 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

14. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Наварра. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2 (93). С. 13–20. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.01>. (40 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

15. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Артаплот. *Зернові культури*. 2019. № 1. С. 7–12. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0053>. (40 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення результатів, оформлення та написання статті).

16. **Діордієва І. П.** Характеристика ліній пшениці м'якої озимої, створених за участю пшениці спельта. *Генетичні ресурси рослин*. 2019. Вип. 1. С. 57–62. <https://doi.org/10.36814/pgr.2019.24.04>. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

17. **Діордієва І. П.** Обґрунтування параметрів моделі сорту пшениці спельта для умов Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць УНУС*. 2020. Вип. 96. С. 113–125. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-113-125>. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

18. **Діордієва І. П.** Характеристика спельтоподібних форм пшениці, створених за гібридизації *Triticum Aestivum* L. × *Triticum Spelta* L. *Агробіологія*. 2020. Вип. 157. С. 29–35. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-29-34>. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

19. **Діордієва І. П.,** Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Голубенко О. В. Збагачення генофонду тритикале озимого за внутрішньовидової гібридизації. *Збірник наукових праць УНУС*. 2021. Вип. 98. С. 84–92. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-1-84-91>. (60 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

20. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Уманська царівна.

Агробіологія. 2021. № 2 (167). С. 43–49. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-43-49>. (35 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

21. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Сорт пшениці м'якої озимої Фрея: походження та агробіологічна характеристика. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 26–34. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2022-100-1-26-33>. (35 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

22. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Селекційна цінність інтрогресивних форм, отриманих за гібридизації *Triticum Spelta* L. × *Triticum Turgidum* Subsp. *Dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. Вип. 3. С. 60–68. <https://doi.org/10.54651/agri.2022.01.07>. (40 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

23. **Діордієва І. П.,** Масловата С. А. Технологічні та хлібопекарські властивості зерна форм пшениці створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 2/102. [https://doi.org/10.31548/dopovidi2\(102\).2023.004](https://doi.org/10.31548/dopovidi2(102).2023.004). (90 % авторства: обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

24. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., **Діордієва І. П.** Створення вихідного матеріалу за використання ембріокультури та віддаленої гібридизації в селекції пшениці м'якої озимої. *«Землеробство та рослинництво: теорія і практика»*. 2023. Вип. 1 (3). С. 116–122. <https://doi.org/10.54651 / agri.2023.01.13>. (30 % авторства: проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

25. **Діордієва І. П.** Параметри адаптивності зразків пшениці спельта за показниками якості зерна. *Збірник наукових праць УНУС*. 2023. Вип. 102. С. 135–142. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-102-1-135-142>. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

26. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Євразія. «Землеробство та рослинництво: теорія і практика». 2024. № 2. С. 98–103. <https://doi.org/10.54651/agri.2024.02.12>. (35 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

27. **Діордієва І. П.,** Сержук О. П., Бабій М. М. Адаптивність зразків пшениці спельта озимої, створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Збірник наукових праць УНУС*. 2024. Вип. 104. С. 185–192. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-104-1-185-191>. (70 % авторства: обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Статті у міжнародних наукових періодичних зарубіжних виданнях:

28. Riabovol L. O., **Diordiieva I. P.,** Riabovol Ya. S., Polyanetska I. O., Lubchenko A. I., Novak Zh. M. Triticale breeding improvement with the use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.). *Journal of food, agriculture and environment*. 2018. Vol. 16. № 1. P. 54–58. (30 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Патенти:

29. Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Новак Ж. М., Полянецька І. О., Задерака О. І., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Заболотна І. Р., **Діордієва І. П.,**

Якимчук Р. А., Любич В. В. Пат. № 190224 Україна. На сорт рослин – Артаплот. Пшениця м'яка (озима). Дата пріоритету 27.03.2015; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 28.03.2019. (20 % авторства).

30. Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., **Діордієва І. П.**, Заболотна І. Р., Любич В. В. Пат. № 190376 Україна. На сорт рослин – Стратег. Тритикале (озиме). Дата пріоритету 27.03.2015; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 28.03.2019. (20 % авторства).

31. Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., **Діордієва І. П.**, Заболотна І. Р., Любич В. В. Пат. № 190375 Україна. На сорт рослин – Наварра. Тритикале (озиме). Дата пріоритету 27.03.2015; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 28.03.2019. (20 % авторства).

32. Рябовол Л. О., **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Полторецький С. П., Яценко А. О. Пат. № 230653. Україна. На сорт рослин – Євразія. Пшениця м'яка (озима). Дата пріоритету 30.07.2019; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 03.11.2023. (25 % авторства).

Авторські свідоцтва на сорти рослин:

33. Свідоцтво № 180868 «Про авторство на сорт рослин». Артаплот. Пшениця м'яка (озима). Заявка № 15012037. Автори: Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Новак Ж. М., Полянецька І. О., Задерака О. І., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Заболотна І. Р., **Діордієва І. П.**, Якимчук Р. А., Любич В. В. (Районовано у 2018 р.). (20 % авторства).

34. Свідоцтво № 180915 «Про авторство на сорт рослин». Наварра. Тритикале (озиме). Заявка № 15022003. Автори: Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., **Діордієва І. П.**, Заболотна І. Р., Любич В. В. (Районовано у 2018 р.). (20 % авторства).

35. Свідоцтво № 15022004 «Про авторство на сорт рослин». Стратег. Тритикале (озиме). Заявка № 15022003. Автори: Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., **Діордієва І. П.**, Заболотна І. Р., Любич В. В. (Районовано у 2018 р.). (20 % авторства).

36. Свідоцтво № 200655 «Про авторство на сорт рослин». Уманська царівна. Пшениця м'яка (озима). Заявка №18012030. Автори: Рябовол Л. О., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Парій Ю. О., Бреус О. С., Полторецький С. П. (Районовано у 2020 р.). (20 % авторства).

37. Свідоцтво № 210639 «Про авторство на сорт рослин». Фрея. Пшениця м'яка (озима). Заявка № 18012031. Автори: Рябовол Л. О., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Парій Ю. О., Бреус О. С. (Районовано у 2021 р.). (20 % авторства).

38. Свідоцтво № 19012079 «Про авторство на сорт рослин». Євразія. Пшениця м'яка (озима). Заявка № 19012079. Автори: Рябовол Л. О., **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Полторецький С. П., Яценко А. О. (Районовано у 2023 р.). (25 % авторства).

Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

39. **Діордієва І. П.**, Єщенко О. В. Сучасний стан і перспективи селекції пшениці спельта. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): матеріали міжнародної наукової конференції (16–18 березня 2016 р.).* Умань, 2016. С. 72.

40. **Діордієва І. П.**, Єщенко О. В. Оцінка короткостеблових форм чотиривидових тритикале за основними господарсько-цінними ознаками. *Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (25–26 квітня 2016 р.).* Кам'янець-Подільський, 2016. С. 100–102.

41. **Діордієва І. П.** Висота рослин гібридних популяцій пшениці спельти. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: Матеріали*

III Міжнародної науково-практичної конференції (7 червня 2017 р.). Київ, 2017. С. 36–37.

42. **Діордієва І. П.**, Єщенко О. В., Полянецька І. О. Урожайність зразків пшениці спельти озимої в умовах Уманського НУС. *Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції*: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (20 квітня 2016 р.). Умань, 2016. С. 25–27.

43. **Діордієва І. П.**, Бурківський К. А., Мостовик В. В. Аналіз колекційних зразків пшениці м'якої за вмістом клейковини. *Інноваційні агротехнології*: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (28 березня, 2018). Умань, 2018. С. 74–76.

44. **Діордієва І. П.** Аналіз нових сортозразків пшениці м'якої за показниками екологічної пластичності та стабільності. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*: Матеріали Всеукраїнської наук.-практичної конференції. Умань, 2018. С. 36–39.

45. **Діордієва І. П.**, Бабій М. М., Махотін В. А. Аналіз колекційних зразків пшениці м'якої отриманих за участю пшениці спельта. Матеріали міжнародної конференції, присвяченої 150-річчю факультету агрономії (15 листопада 2018 р.). Умань, 2018. С. 83-85.

46. **Діордієва І. П.**, Даскал І. О., Бабій П. М. Характеристика колекційних сортозразків пшениці спельти за проявом господарсько-цінних ознак. Матеріали міжнародної конференції, присвяченої 150-річчю факультету агрономії (15 листопада 2018 р.). Умань, 2018. С. 81–83.

47. **Діордієва І. П.**, Полянецька І. О., Новак Ж. М. Показники продуктивності колоса сортозразків пшениці спельти селекції Уманського НУС. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*: матеріали VII міжнародної наукової конференції (19–21 березня 2018 р.). Умань, 2018 р. С. 65–68.

48. Полянецька І. О., Новак Ж. М., **Діордієва І. П.** Характеристика гібридних популяцій пшениці озимої, створених за участю *Triticum Spelta* L. за основними показниками на якість зерна. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві*

читання): матеріали VII Міжнародної конференції (19–21 березня 2018 р.). Умань, 2018. С. 211–213.

49. **Діордієва І. П.** Адаптивні особливості пшениці спельта за кількісними ознаками якості зерна. *Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20–21 березня 2019 р.). Кам'янець-Подільський, 2019. С. 94–96.

50. **Діордієва І. П.** Екологічна пластичність та стабільність нових сортозразків тритикале озимого за врожайністю. *Перспективи розвитку сучасної науки та освіти*: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (13–14 листопада 2019 р.). Львів, 2019. С. 53–54.

51. **Діордієва І. П.,** Завалко О. С. Аналіз гібридних популяцій *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. за вмістом клейковини. *Актуальні питання агротехнологій*: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (15 травня 2019 р.). Умань, 2019. С. 42–44.

52. **Diordiieva I.** Breeding results on productivity and grain quality of winter wheat. *Theoretical foundations of modern science and practice*: proc. of int. science conf. (06–07 April 2020). Melbourne, Australia, 2020. P. 34–38.

53. Novak A., **Diordiieva I.,** Gorobets V. Analysis of the winter triticales samples created by intergeneric hybridization. *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives*: proc. of II International Scientific and Theoretical Conference (1 October, Vilnius, Republic of Lithuania). Vilnius, 2021. P. 89–92.

54. **Діордієва І. П.** Розширення генофонду тритикале озимого віддаленою гібридизацією. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*: матеріали X Міжнародної наукової конференції (19 березня 2021 р.). Умань, 2021. С. 69–72.

55. **Діордієва І. П.** Характер успадкування фенотипових ознак колосу у гібридів F₂ *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*: матеріали XI Міжнародної наукової конференції (19 березня 2022 р.). Умань, 2022. С. 69–72.

56. **Діордієва І. П.**, Сержук О. П., Бабій М. М. Селекційна цінність вихідного матеріалу, створеного за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*: Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції присвяченої 100-річчю кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології ім. І. П. Чучмія Уманського НУС (04 листопада 2022 р.). Умань, 2022. С. 15.

57. **Діордієва І. П.**, Рак О. М., Пізній І. О. Створення вихідного матеріалу тритикале озимого за гібридизації з пшеницею спельта (*Triticum spelta* L.) та елімусом піщаним (*Elimus arenarius* L.). *Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання)*: Матеріали XII Міжнародної наукової конференції (19 березня 2023 р.). Умань, 2023. С. 66–68.

58. **Diordiieva I.**, Babii M., Korol E. Degree of dominance and the level of inheritance of traits by hybridization *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. *Modern vision of implementing innovations in scientific studies: II International Scientific and Theoretical Conference* (October, 20 2023). Sofia, Republic of Bulgaria, 2023. P. 52–53.

59. **Діордієва І. П.**, Лівіцький В. В., Щербина В. А. Ступінь домінування та характер успадкування селекційно-цінних ознак у гібридів *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвиток*: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (31 березня 2023). Біла Церква, 2023. С. 120–122.

60. **Діордієва І. П.**, Ташлицький Є. М., Прокопчук Л. В. Хлібопекарські властивості зерна форм пшениці створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції присвяченої 155-річчю заснування факультету агрономії Уманського національного університету садівництва (11 жовтня 2023). Умань, 2023. С. 48–50.

61. **Діордієва І. П.**, Бабій М. М. Створення вихідного матеріалу пшениці спельта з оптимальною структурою колосу. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції (19–20 березня 2024). Умань, 2024. С. 120–122.

62. **Діордієва І. П.,** Ташлицький Є. М., Прокопчук Л. В. Аналіз гібридів F_{4-5} *Triticum aestivum* L. $\times$ *Triticum spelta* L. за показниками якості зерна. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції (19–20 березня 2024).* Умань, 2024. С. 120–122.

63. **Diordiieva I.,** Maslovata S., Tashlytsky Ie., Derkach V., Podborsky O. Degree and frequency of transgressions in F_{3-4} hybrids *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum compactum* host. Modern vision of implementing innovations in scientific studies: IV International Scientific and Theoretical Conference (October, 6 2024). Sofia, Republic of Bulgaria, 2024. P. 22–24.

64. **Діордієва І. П.,** Сержук О. П., Бабій М. М. Трансгресивна мінливість за показниками продуктивності колосу у гібридів F_{3-4} *Triticum aestivum* L. $\times$ *Triticum spelta* L. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції (29–31 жовтня 2024).* Умань, 2024. С. 28–29.

65. **Діордієва І. П.,** Ташлицький Є. М., Прокопчук Л. В. Аналіз низькостеблових форм пшениці спельта (*Triticum spelta* L.) за господарсько-цінними показниками. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції (29–31 жовтня 2024).* Умань, 2024. С. 29–30.

***Наукові праці, що додатково відображають наукові результати
дисертанта:***

66. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Високопродуктивні сорти пшениці м'якої озимої та тритикале озимого для сільськогосподарського виробництва. Рекомендації виробництву. Умань: УНУС, 2024. 20 с.

67. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Способи ідентифікації рослинних матеріалів тритикале озимого за маркерними ознаками. Рекомендації селекційній практиці. Умань: УНУС, 2025. 12 с.

68. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Технологічна схема селекційного процесу пшениці спельта озимої. Рекомендації селекційній практиці. Умань: УНУС, 2025. 12 с.

ЗМІСТ

	Перелік скорочень і аббревіатур	30
	Вступ	31
РОЗДІЛ 1	ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ПШЕНИЦІ ТА ТРИТИКАЛЕ В КОНТЕКСТІ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА (огляд літератури)	41
1.1	Характеристика та походження роду <i>Triticum</i> L.	42
1.2	Характеристика малопоширених видів роду <i>Triticum</i> L. і споріднених таксонів, як вихідного матеріалу для селекції	44
1.2.1	<i>Triticum spelta</i> L.	45
1.2.2	<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccum</i> (Schränk ex Schübl.) Thell	51
1.2.3	<i>Triticum petropavlovskyi</i> Udacz. et Migusch	53
1.2.4	<i>Triticum spaerococcum</i> Persiv.	55
1.2.5	<i>Triticum compactum</i> Host.	57
1.2.6	<i>Elymus (Leymus) arenarius</i> L.	58
1.3	Класифікація тритикале	60
1.4	Селекційне вдосконалення пшениці за показниками якості зерна	66
1.5	Методи розширення генетичного різноманіття тритикале	79
	Висновки за розділом 1	91
РОЗДІЛ 2	УМОВИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	95
2.1	Ґрунтово-кліматичні умови	95
2.2	Характеристика вихідного селекційного матеріалу	105
2.3	Методика проведення досліджень	111
	Висновки за розділом 2	119
РОЗДІЛ 3	СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА	121
3.1	Особливості міжвидової гібридизації за схрещування <i>Triticum aestivum</i> L. × <i>Triticum spelta</i> L.	122
3.2	Формоутворення зразків за гібридизації <i>Triticum aestivum</i> L. × <i>Triticum spelta</i> L.	125
3.2.1	Ступінь домінування та аналіз гетерозисного ефекту гібридів F ₁	126
3.2.2	Характер успадкування селекційно-цінних ознак у гібридів F ₂	134
3.3	Аналіз гібридів <i>Triticum aestivum</i> L. × <i>Triticum spelta</i> L. за показниками врожайності та якості зерна	142
	Висновки за розділом 3	153

РОЗДІЛ 4	СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ СОРТУ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА ОЗИМОЇ (<i>TRITICUM SPELTA</i> L.)	155
4.1	Створення та аналіз низькорослих форм пшениці спельта озимої	156
4.2	Характеристика середньо- та високорослих зразків пшениці спельта, створених за гібридизації <i>Triticum aestivum</i> L. × <i>Triticum spelta</i> L.	167
4.3	Створення вихідного матеріалу пшениці спельта з оптимальною структурою колосу	175
4.4	Особливості селекційного процесу та обґрунтування моделі сорту пшениці спельта озимої	181
4.5	Схема селекційного процесу пшениці спельта озимої	186
	Висновки за розділом 4	189
РОЗДІЛ 5	СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ ФОРМ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА, СТОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ З ВИДАМИ <i>TRITICUM TURGIDUM</i> SUBSP. <i>DICOCCUM</i> (SCHRANK EX SCHÜBL.) THELL. І <i>TRITICUM COMPACTUM</i> HOST.	191
5.1	Гібридизація видів <i>Triticum spelta</i> L. × <i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübl.) Thell	192
5.1.1	Характеристика за показниками продуктивності та якості зерна ліній F ₄₋₆ , створених за гібридизації <i>Triticum spelta</i> L. × <i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübl.) Thell.	197
5.2	Отримання матеріалів за гібридизації <i>Triticum spelta</i> L. × <i>Triticum compactum</i> Host.	200
5.2.1	Ступінь домінування та характер успадкування господарсько-цінних ознак у зразків, створених за гібридизації <i>Triticum spelta</i> L. × <i>Triticum compactum</i> Host.	201
5.2.2	Трансгресивна мінливість за продуктивністю колосу нащадків F ₃₋₄ , створених за гібридизації <i>Triticum spelta</i> L. × <i>Triticum compactum</i> Host.	205
5.3	Характеристика створених вихідних матеріалів за гібридизації пшениці спельта з видами <i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübl.) Thell. і <i>Triticum compactum</i> Host.	206
	Висновки за розділом 5	210
РОЗДІЛ 6	АДАПТИВНІСТЬ СТОРЕНИХ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ	212
	Висновки за розділом 6	224
РОЗДІЛ 7	ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ СТОРЕНИХ ФОРМ ПШЕНИЦІ	227

	Висновки за розділом 7	236
РОЗДІЛ 8	РОЗШИРЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ВНУТРІШНЬОВИДОВОЮ ТА ВІДДАЛЕНОЮ ГІБРИДИЗАЦІЄЮ	238
8.1	Створення вихідного матеріалу за гібридизації гексаплоїдних видів пшениці з диплоїдним житом	239
8.2	Відновлення фертильності пшенично-житніх гібридів F ₁ та їх стабілізація	246
8.3	Отримання вихідного матеріалу за гібридизації окта- та гексаплоїдних тритикале і пшениці спельта та елімусу піщаного	253
8.4	Створення нових зразків тритикале за внутрішньовидової гібридизації	259
8.5	Аналіз створених зразків тритикале озимого за врожайністю та показниками якості зерна	261
8.6	Теоретичні основи створення та ідентифікації рослинних матеріалів гексаплоїдних форм тритикале	268
8.6.1	Ідентифікація рослинних матеріалів тритикале за маркерною ознакою «чорне забарвлення остюків»	270
	Висновки за розділом 8	273
РОЗДІЛ 9	ХАРАКТЕРИСТИКА СТОРОНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ТА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО	275
9.1	Агробіологічний потенціал сортів пшениці м'якої озимої Артаплот, Уманська царівна, Фрея, Євразія	275
9.2	Агробіологічна характеристика сортів тритикале озимого Наварра і Стратег	282
9.3	Економічна ефективність вирощування створених сортів	286
	Висновки за розділом 9	287
	ВИСНОВКИ	289
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ ТА СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ	295
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	297
	ДОДАТКИ	347

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР

Скорочення, аббревіатура	Розшифровка, повна назва
♀	Материнська форма
♂	Батьківська форма
2n = 6x 2n = 8x	Гексаплоїдний набір хромосом Октаплоїдний набір хромосом
As	Коефіцієнт агрономічної стабільності
b _i	Коефіцієнт регресії
F ₁₋₅	Гібриди 1–5 поколінь
h	Висота рослин
Hom	Гомеостатичність
h _p	Ступінь домінування
r	Коефіцієнт кореляції
Sc	Коефіцієнт селекційної цінності
St	Стандарт
V	Коефіцієнт варіювання
Б/о	Безостий
ІДК	Індекс деформації клейковини
НААН України	Національна академія аграрних наук України
НЦГРР України	Національний центр генетичних ресурсів рослин України
о. а.	Одиниці альвеографа
о. п.	Одиниці приладу
T _c	Ступінь трансгресій
T _ч	Частота трансгресій
УІЕСР	Український інститут експертизи сортів рослин
Уманський НУ, УНУ	Уманський національний університет
НВВ УНУ	Навчально-виробничий відділ Уманського національного університету

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми досліджень. Одним із пріоритетних напрямків сучасного сільськогосподарського виробництва є забезпечення населення високоякісними продуктами харчування, зокрема, рослинного походження. Зерно пшениці м'якої займає найбільшу частину продовольчого ринку та забезпечує населення безцінним продуктом харчування – хлібом. Важливим є питання розширення сировинної бази і пошук альтернативних видів зернових культур. У цьому сенсі вагоме значення мають інші види пшениці, зокрема, спельта, що має високий вміст у зерні білка та клейковини, а також тритикале – пшенично-житній амфідиплоїд, що поєднує переваги вихідних форм.

Ефективне функціонування сільськогосподарського виробництва неможливе без створення і впровадження нових високопродуктивних, з високим адаптивним потенціалом, цінних за хлібопекарськими якостями сортів пшениці м'якої озимої, спельти озимої та тритикале озимого. У зв'язку з цим теоретичне обґрунтування і вдосконалення методів розширення генетичного різноманіття і створення вихідних матеріалів нині є актуальним питанням селекції.

За останні декілька десятиріч створено сорти пшениці та тритикале з високим потенціалом продуктивності та відмінним показниками якості зерна. Вченими-селекціонерами Л. А. Бурденюк-Тарасевич, М. М. Гаврилюком, О. А. Демидовим, І. М. Єремєєвим, В. В. Кириленко, В. С. Кочмарським, М. А. Литвиненком, С. Ф. Лифенком, В. В. Моргуном, М. Г. Максимовим, Ф. М. Парієм, В. М. Ремеслом, О. І. Рибалкою, В. К. Рябчуном, О. О. Созіновим, А. Ф. Стельмахом, В. В. Шелеповим та іншими закладено міцний фундамент для розвитку селекції і насінництва для створення високопродуктивних сортів пшениці та тритикале. Подальший розвиток селекційно-генетичної науки потребує розробки нових ефективних технологій створення вихідного матеріалу та розширення генетичного різноманіття. Успіх практичної селекції визначається рівнем теоретичних досліджень стосовно особливостей

генетичного контролю мінливості кількісних і якісних ознак та характеру їх успадкування і прояву за внутрішньовидової та віддаленої гібридизації.

Прогрес у селекції може бути досягнуто залученням до селекційного процесу створення нових сортів пшениці та тритикале генетичної плазми споріднених видів роду *Triticum* L. і триби *Triticinae*. Створення вихідного матеріалу з широкою генетичною основою, що сприятиме отриманню зразків із поліпшеними кількісними і якісними показниками продуктивності та створенню на їх основі високопродуктивних сортів є актуальним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертації виконано впродовж 2013–2024 рр. згідно з підпрограмою «Аналіз, розроблення та удосконалення генетичних і біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур», що входить у програми наукових досліджень Уманського національного університету Міністерства освіти і науки України «Оптимізація використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України», «Збалансоване використання, прогноз і управління природним та ресурсним потенціалом агроєкосистем України» (номери державної реєстрації 0101U004495, 0116U003207, 0121U112521).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було теоретичне обґрунтування, розробка і впровадження нових селекційних технологій та методичних підходів створення вихідного матеріалу та добору генетичних джерел цінних ознак у селекції за показниками якості зерна пшениці й тритикале озимих для отримання нових високопродуктивних сортів.

Для досягнення цієї мети на вирішення було поставлено наступні **завдання**:

- теоретично обґрунтувати і розробити методичні підходи створення нових високопродуктивних вихідних матеріалів пшениці м'якої озимої, пшениці спельта озимої і тритикале озимого з високими показниками якості зерна;

- створити колекцію донорів генетичних джерел цінних ознак і отримати новий вихідний матеріал пшениці м'якої озимої та спельти озимої за міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. для використання в

селекційному процесі створення високоврожайних сортів з високими показниками якості зерна;

- вдосконалити класифікацію зразків пшениці за формою колосу; встановити характер успадкування ознак за міжвидової гібридизації і провести гібридологічний аналіз розщеплення господарсько-цінних показників;

- розробити загальну технологічну схему селекційного процесу пшениці спельта озимої та обґрунтувати параметри моделі сорту;

- створити і виділити низькорослі зразки пшениці спельта та форми з оптимальною структурою колосу;

- встановити характер успадкування морфологічних ознак, частоту і ступінь трансгресії за складовими продуктивності колосу за гібридизації пшениці спельта з видами *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex schübl.) Thell. і *Triticum compactum* Host.;

- проаналізувати адаптивність, хлібопекарські і технологічні властивості створених форм пшениці та виділити вихідні матеріали для селекції на технологічну якість зерна;

- розширити генетичне різноманіття тритикале озимого внутрішньовидовою та віддаленою гібридизацією;

- проаналізувати особливості прояву господарсько-цінних ознак зразків тритикале, отриманих за гібридизації *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L., *Triticosecale* Wittmack × *Elimus arenarius* L.;

- з'ясувати ефективність використання маркерної ознаки «чорне забарвлення остюків» для ідентифікації рослинного матеріалу тритикале озимого.

Об'єкт дослідження – селекційні технології створення вихідного матеріалу пшениці та тритикале за різних схем гібридизації і добору генетичних джерел цінних ознак.

Предмет дослідження – сорти, колекційні зразки і генетичні джерела господарсько-цінних ознак пшениці м'якої озимої, пшениці спельта озимої, тритикале озимого та видів пшениці *Triticum turgidum* ssp. *dicoccum* (Schrank ex

Schübl.) Thell., *Triticum compactum* Host., *Triticum sphaerococcum* Pers., *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch.; кількісні та якісні показники продуктивності рослин.

Методи дослідження. Загальнонаукові – гіпотеза, аналіз і синтез, індукція та дедукція, абстрагування і конкретизація, системний аналіз й узагальнення; спеціальні – польові, генетичні, лабораторні, математико-статистичні, порівняльно-розрахункові, аналітичні.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробленні нових селекційних технологій і методичних підходів отримання вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої, пшениці спельта озимої і тритикале озимого.

Вперше:

– за міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. розроблено та теоретично обґрунтовано нові технології селекційного процесу створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої і пшениці спельта озимої, що дозволяють отримати константні високопродуктивні генотипи (понад 7,0 т/га) з відмінними показниками якості зерна (вміст у зерні білка понад 16–20 %, клейковини – 35–45 %). Створено колекцію генетичних джерел цінних ознак пшениці м'якої озимої (понад 500 зразків) і спельти озимої (понад 200 зразків);

– встановлено проміжний тип успадкування показників продуктивності колосу (маса зерна з колосу, кількість колосків і зерен у колосі) та висоти рослин та від'ємне домінування за довжиною колосу в гібридів F₁ (*Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L.). Доведено, що в гібридів F₂ за ознаками колосу «остистість–безостистість» і «забарвлення колоскової луски» відбувається розщеплення за схемою 3 : 1 з домінуванням безостистості та червоного кольору. За формою суцвіття спостерігається фенотипове розщеплення за схемою домінантного епістазу 12 : 3 : 1 із домінуванням спельтоїдної форми колосу;

– вдосконалено класифікацію зразків пшениці за формою колосу згідно з якою все різноманіття матеріалу розділено на шість морфотипів: спельти,

спельтоїди, форми з типовим колосом пшениці м'якої, скверхеди, субкомпактоїди та компактоїди. Її можна використовувати у селекційній практиці з метою систематизації генетичного різноманіття;

– розроблено та обґрунтовано загальну технологічну схему селекційного процесу пшениці спельта озимої, використання якої дозволяє отримати константні високопродуктивні генотипи (з урожайністю понад 5,5 т/га) з високими показниками якості зерна (вмістом у зерні білка 18–19 % і клейковини 39–45 %), високим рівнем гомеостазу ($Hom = 283,0–342,0$) та вирішити актуальні проблеми селекції культури, зокрема, зниження висоти рослин і створення форм із оптимальною структурою колосу, що передбачає залучення до системи гібридизації донором господарсько-цінних ознак виду *Triticum aestivum* L.;

– за гібридизації видів *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. проведено селекційно-генетичне поліпшення пшениці спельта за ознакою «якість обмолоту», що контролюється геном *Q/q* та створено низькостеблові форми. Доведено, що зниження висоти стеблостою і поліпшення якості обмолоту зерна дозволяє підвищити урожайність пшениці спельта (на 25 %). Встановлено обернену кореляцію середньої сили ($r = -0,60 \pm 0,02$) між висотою рослин пшениці спельта та врожайністю і тісну кореляцію між якістю обмолоту та врожайністю ($r = 0,82 \pm 0,00$);

– обґрунтовано параметри моделі сорту пшениці спельта озимої для Правобережного Лісостепу України, що дозволяє поєднати в одному генотипі оптимальні значення найважливіших складових структури врожаю (висота рослин – 80–100 см, кількість продуктивних стебел – 3,7–4,2 шт., маса зерна з колосу – 2,3–2,5 г, кількість зерен у колосі – 45–50 шт., якість обмолоту – 80–85 %) та показників якості зерна (вміст у зерні білка – 18–21 %, клейковини – 39–45 %) за врожайності (5,5–6,0 т/га);

– доведено, що гібридизація пшениці спельта озимої з видами *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell і *Triticum compactum* Host. є ефективним способом індукування трансгресивної мінливості і створення вихідного матеріалу з широкою генетичною основою. Встановлено високий

рівень трансгресивної мінливості у F₄ за масою зерна з колосу (32,1 %) і за кількістю зерен у колосі (26,8 %);

– підтверджено, що спельтоїдна форма колосу, його фіолетове забарвлення та безостість є домінантними ознаками у зразків, отриманих за гібридизації видів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell. У гібридів F₁, отриманих за схрещування *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. такі ознаки, як висота рослин, довжина і щільність колосу та маса зерна з колосу успадковуються за типом проміжного успадкування. Встановлено домінантний моногенний контроль ознак «опушення колосу» і «плівчастість колосу» та неповне домінування за формою колосу в потомстві F₂;

– проаналізовано параметри адаптивності створених зразків пшениці, що дозволило диференціювати їх за реакцією на зміну умов вирощування та адаптивним потенціалом і виділити цінні матеріали пшениці м'якої озимої (зразки 1692, 3872, 4075, 6274, 6750), пшениці спельта озимої (зразки 66, 124, 1786, 1817, 230, 241, 247), спельтоподібні форми (зразки 1561, 1766, 1809), що характеризуються високою екологічною пластичністю ($b_i = >1$), гомеостатичністю ($Hom = 116,6-262,2$) та селекційною цінністю ($Sc = 6,4-7,4$);

– обґрунтовано доцільність залучення споріднених видів триби *Triticineae* для розширення генетичного різноманіття і поліпшення окремих показників урожайності та якості зерна тритикале озимого. Доведено, що гібридизація тритикале з пшеницею спельта сприяє підвищенню показників якості зерна тритикале (вміст у зерні клейковини – до 30,2 %, білка – до 14,2 %);

– показано ефективність використання морфологічної маркерної ознаки «чорне забарвлення остюків», що контролюється генами *Bla-1/bla-1*, *Bla-2/bla-2*, для ідентифікації гібридного матеріалу тритикале озимого;

– доведено високий рівень прогамної несумісності (зав'язування насіння біля 5 %) у видів *Triticum spelta* L., *Triticum petropavlovskyi* Udacz., що ускладнює їх гібридизацію з видом *Secale cereale* L. і постгамної несумісності у видів *Triticum compactum* Host. та *Triticum sphaerococcum* Perciv., що знижує частку сформованого гібридного насіння та його життєздатність;

Удосконалено:

– способи створення та розширення генетичного різноманіття пшениці м'якої озимої, пшениці спельта озимої і тритикале озимого, що полягає в індукуванні формоутворювального процесу за міжвидової та міжродової гібридизації і дозволяє отримати новий вихідний матеріал з поліпшеними кількісними і якісними показниками продуктивності.

Дістало подальшого розвитку:

– питання вдосконалення селекційних технологій створення та добору вихідних матеріалів для гібридизації і виділення донорів генів господарсько-цінних ознак пшениці м'якої озимої, пшениці спельта озимої і тритикале озимого.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено нові технології селекційного процесу створення вихідного матеріалу для отримання високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої, пшениці спельта озимої і тритикале озимого з високими показниками якості зерна.

За міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. проведено селекційно-генетичне поліпшення пшениці спельта озимої та виділено константні високопродуктивні низькостеблові генотипи (висота рослин = 75–100 см) з поліпшеною якістю обмолоту зерна (80–90 %). За гібридизації пшениці спельта з видами *Triticum compactum* Host. і *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell сформовано колекцію вихідного матеріалу з широкою генетичною основою та виділено низку форм з високим рівнем прояву господарсько-цінних показників, зокрема, силою борошна понад 400 о. а. (добрі поліпшувачі), вмістом білка понад 20 %, клейковини – понад 46 %, скоростиглі (вегетаційний період – 275–285 діб) напівкарликові генотипи (висота рослин = 60–85 см).

За міжродової і внутрішньовидової гібридизації створено цінний вихідний матеріал тритикале озимого, що характеризується різним рівнем прояву морфобіологічних і господарсько-цінних ознак. Розроблено спосіб ідентифікації

рослинного матеріалу тритикале озимого за маркерною ознакою «чорне забарвлення остюків», що контролюються генами *Bla-1/bla-1*, *Bla-2/bla-2*.

Створено генетичну колекцію вихідних матеріалів з понад 500 зразків пшениці м'якої озимої, 300 зразків – тритикале озимого та 200 зразків – спельти озимої, що характеризуються поєднанням морфобіологічних і господарсько-цінних ознак, зокрема, високою адаптивністю та широкою нормою реакції на зміну умов вирощування ($H_{om} = 230,1\text{--}306,6$), високими технологічними властивостями зерна ($W = 370\text{--}440$ о. а., седиментація – понад 60 мм), підвищеним вмістом у зерні білка (до 22 %) і клейковини (до 55 %) та збалансованим амінокислотним складом.

Виділено екологічно пластичні ($b_i = >1$) зразки пшениці м'якої озимої (1692, 3872, 4075, 6274, 6750), пшениці спельта озимої (66, 124, 1786, 1817, 230, 241, 247), спельтоподібні форми (1561, 1766, 1809) з високим коефіцієнтом селекційної цінності ($Sc = 6,4\text{--}7,4$), що доцільно використовувати вихідним матеріалом у селекції на адаптивність.

Створено, за співавторства, сорти пшениці м'якої озимої Артаплот (2018), Уманська царівна (2020), Фрея (2021), Євразія (2023) тритикале озимого Наварра і Стратег (2018), що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

Розроблені наукові положення та вдосконалені селекційні підходи знайшли практичне використання під час викладання дисциплін «Спеціальна селекція і насінництво польових культур», «Селекція і насінництво гетерозисних гібридів», «Спеціальна генетика сільськогосподарських культур» (довідка № 358/01-10 від 17.02.2025), а також впроваджені в навчальний, науковий і технологічний процес навчально-наукової лабораторії генетики, селекції та насінництва Уманського національного університету.

Основні результати досліджень впроваджено у виробничому та селекційному процесі: ТОВ «ВНІС» (акт впровадження від 04.09.2017 р.), ФГ «Поляна Лісова» Уманського району Черкаської області (акти впровадження від

Черкаської області (акти впровадження від 29.10.2019 р., 12.10.2020 р., 20.09.2021 р.), СФГ «Хлібороб» Уманського району Черкаської області (акт впровадження від 20.11.2018 р.), ТОВ «Агротех» Новоукраїнського району Кіровоградської області (акт впровадження від 04.10.2018 р.), ПСП «Еліт» Голованівського району Кіровоградської області (акти впровадження від 18.10.2016 р., 24.10.2017 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є особистою науковою працею. На основі аналізу й узагальнення джерел вітчизняної і зарубіжної наукової літератури авторка дисертації самостійно визначила тему досліджень, обґрунтувала актуальність та розробила концепцію програм, спланувала, провела польові й лабораторні дослідження, проаналізувала отримані експериментальні дані, сформулювала основні положення, висновки та рекомендації за впровадження результатів досліджень у виробництво і селекційну практику. У дисертації використано частково спільні з вченими Уманського НУС результати досліджень, що викладено в публікаціях з часткою авторства здобувачки 20–90 %.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи оприлюднено й обговорено на засіданнях кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології, Вченої ради та методичної комісії факультету агрономії, а також Міжнародних і Всеукраїнських наукових та науково-практичних конференціях Уманського національного університету (2014–2024); представлено на Міжнародній науково-практичній конференції «Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи» (м. Кам'янець-Подільський, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку» м. (Київ, 2017); Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції» (м. Кам'янець-Подільський, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи розвитку сучасної науки та освіти» (м. Львів, 2019); Міжнародній науковій конференції «Theoretical foundations of modern science and practice» (Мельбурн, 2020); Міжнародній науковій

конференції «Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives» (Вільнюс, 2021); Міжнародній науковій конференції «Modern vision of implementing innovations in scientific studies» (Софія, 2023); Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку» (м. Біла Церква, 2023); Міжнародній науково-теоретичній конференції «Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives» (Вільнюс, 2024); Міжнародній науковій конференції «Modern vision of implementing innovations in scientific studies» (Софія, 2024).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 68 наукових праць, зокрема, одну – монографію, 27 статей, з яких шість – у наукових виданнях включених до Міжнародних науко-метричних баз Scopus і Web of Science, 20 – у наукових фахових виданнях України, одна – у міжнародних наукових періодичних зарубіжних виданнях, 28 матеріалів наукових конференцій, три – рекомендації виробництву та селекційній практиці. За результатами роботи отримано шість авторських свідоцтв про право власності на сорти рослин та чотири патенти на сорти рослин.

Обсяг і структура роботи. Дисертаційну роботу викладено на 403 сторінках комп'ютерного набору, зокрема, 267 – основного тексту. Вона складається з анотацій, переліку скорочень і аббревіатур, вступу, дев'яти розділів, висновків, рекомендацій селекційній практиці та виробництву, 48 додатків, списку використаних джерел з 481 позиції, з яких 275 – латиницею, містить 71 таблицю та 29 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ПШЕНИЦІ ТА ТРИТИКАЛЕ В КОНТЕКСТІ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА

(огляд літератури)

Створення та впровадження нових високопродуктивних сортів і гібридів зернових культур, застосування у сільському господарстві новітніх технологій дозволило підвищити виробництво продовольчого зерна на 40 % [1–3]. Вагоме значення при цьому має селекція, як найдешевший і найдієвіший спосіб збільшення виробництва зернових, зокрема, озимих пшениці і тритикале, завдяки створення нових сортів з високими пластичністю і рівнем гомеостазу, стійких до збудників низки хвороб, цінних за хлібопекарськими якостями й технологічними властивостями [4, 5]. Встановлено, що внесок сорту в збільшення валових зборів зерна залежно від генотипу та регіону вирощування варіює в межах 30–70 % [6].

Методи традиційної селекції, зокрема внутрішньовидова та віддалена гібридизація, залишаються основними засобами індукування трансгресивної мінливості під час реалізації селекційно-генетичних програм. За їх використання створено високопродуктивні сорти озимих зернових культур з високим умістом білка, цукрів, вітамінів, поліпшеним амінокислотним складом, що дало можливість забезпечити населення планети якісними продуктами харчування [4, 6, 7].

Проте, незважаючи на значні успіхи селекційно-генетичного вдосконалення зернових культур, залишається низка не вирішених проблем, що потребують наукового обґрунтування і пошуку шляхів практичної реалізації для забезпечення точності вибору напрямків і методів селекції, скорочення затрат часу і праці на створення і впровадження у виробництво нових сортів.

До складу всіх видів пшениці входить геном А. Донором цього геному спочатку вважали культурну однозернянку *Triticum monosocum*, потім дику однозернянку *Triticum boeoticum*, нині більшість учених визначають дику однозернянку *Triticum urartu* [17]. Крім того, у пшениці, залежно від рівня плоїдності, ідентифіковано геноми В та D. Процес визначення донора геному В є складнішим – нині існує кілька теорій щодо його походження.

Щонайменше п'ять видів роду *Aegilops* L. секції *Sitopsis* розглядаються вірогідними донорами тих чи інших хромосом або фрагментів хромосом геному В, зокрема, *Aegilops bicornis* (Forsk.) Jaub. et Spach., *Aegilops longissima* Schweinf. et Muschl., *Aegilops sharonensis* Eig, *Aegilops searsii*, *Aegilops speltoides* Tauch [7, 18, 19]. Донором геному D є вид *Aegilops squarrosa* auct. Non L. (синонім – *Aegilops tauschii* Coss., підвид *strangulata* (Eig) Tzvel [7], який поєднався з тетраплоїдною пшеницею з геномною формулою BBA^uA^u за амфіплоїдизації [20].

Еволюційне вдосконалення первинних тетраплоїдних пшениць відбувалося поліплоїдією. Вирішальною виявилася аллоплоїдія із залученням окремих видів роду *Aegilops* L., від якого походить геном В [1, 21–23]. У 1960-х роках Н. Kihara [24] і Н. Suemoto [25], незалежно один від одного, дійшли висновку, що не лише ядро, але і цитоплазма в тетраплоїдних пшениць походять від одного донора — *Aegilops speltoides*. Доместикація тетраплоїдних пшениць супроводжувалася втратою колосом ламкості та одеревенінням колоскових лусок [26–28]. Подальший процес окультурювання тетраплоїдних пшениць супроводжувався набуттям ознаки вільного обмолоту зерна, зміцнення колосового стрижня і збільшення кількості зернівок у колосі. Це призвело до зміни форми колосу, у якого лицева сторона стала рівною та/або ширшою від бокової [26, 29].

Види і форми груп гексаплоїдних пшениць ($2n = 6x = 42$) виникли за спонтанної гібридизації тетраплоїдів з видами роду *Aegilops* L. [30, 31]. Вчені [32, 33] припускають, що у процесі виникнення гексаплоїдних пшениць брав участь вид *Aegilops cylindrical*. Водночас Е. S. McFadden та Е. R. Sears [33] і

Н. Kihara [34] висловили думку про те, що гібриди тетраплоїдів походять від *Aegilops tauschii* Coss..

На думку Н. Kuckuck та Е. Schiemann [35] першим гексаплоїдом була *Triticum spelta*, що походила від культурної полби *Triticum dicocum*. Водночас J. Dvorak [36], А. А. Levy та М. Feldman [12] висловили припущення, що першими прабатьками гексаплоїдних пшениць були культурні тетраплоїди — *Triticum persicum*, *Triticum monococum*, *Triticum timopheevii* й *Triticum dicoccodes*. На кожному рівні плоїдності добір проводився за ознаками міцності колосового стрижня, вільного обмолоту зерна, крупності зернівки тощо. Результатом такого добору стала поступова втрата окультуреними пшеницями ознак егілопсу.

За даними японських учених [37], всі тетра- та гексаплоїдні форми пшениці мають цитоплазму одного чи двох видів роду *Aegilops* L. На їх думку, для відображення геномної формули і плазмону слід записувати формулу тетраплоїдних пшениць *BA*, а гексаплоїдних — *BAD*.

1.2 Характеристика малопоширених видів роду *Triticum* L. і споріднених таксонів, як вихідного матеріалу для селекції

Генетичні ресурси рослин розглядаються в світі основним джерелом поліпшення сільськогосподарських культур. Створення джерел і донорів селекційно-цінних ознак, зазвичай базується на світових генетичних ресурсах або колекціях культурних рослин та їх диких родичів. Невичерпним резервом генетичного різноманіття для поліпшення пшениці м'якої та тритикале озимого є генофонд культурних і дикорослих видів підтриби пшеницеві (*Triticinae* Trin. ex Griseb.), особливо видів роду *Triticum* L. і *Aegilops* L.

Характеристику видів пшениці за їх еколого-географічним поширенням, наявністю цінних ознак і селекційної значущості наведено в низці праць [4, 38–40]. Серед вчених немає єдиної думки стосовно кількості видів у роді *Triticum* L. Одні науковці притримуються диференціальної (порівняльно-морфологічної)

систематики пшениці і нараховують 26–29 самостійних видів [5, 6, 15]. Інші вчені визнають самостійними 15 видів пшениці. Закордонні вчені визнають інтегральну систему роду *Triticum* L., згідно з якою самостійними є тільки 3–6 видів [16, 36].

За прийнятою в Україні систематикою роду *Triticum* L. до його складу входять 27 видів пшениці і 1047 її різновидностей. Видове різноманіття культури, включаючи амфіполіплоїди, розглядається в першу чергу ресурсом для селекційного вдосконалення основних культурних видів пшениці – м'якої і твердої. Внутрішньовидова генотипова варіабельність представлена значною кількістю сортів, колекційних, мутантних і природних форм, що різняться за низкою селекційно-цінних ознак і властивостей. Аналіз малопоширених видів пшениці, диких співродичів і пшеничних амфідиплоїдів вказує на присутність серед них рослин-носіїв цінних ознак, зокрема, високого вмісту білка в зерні (24,7–31,0 %) [16, 41].

1.2.1. *Triticum spelta* L. – давній, майже зниклий гексаплоїдний вид пшениці ($2n = 6x = 42$). Має ідентичну пшениці м'якій геномну формулу BBA^uA^uDD [42, 43]. За структурою каріотипу та розподілом гетерохроматичних сегментів на хромосомах спельта не відрізняється від пшениці м'якої. Відповідно до розподілу гетерохроматичних районів, спельта займає проміжне положення між тетра- й гексаплоїдними видами пшениці [6].

Спельту на теренах сучасної України почали вирощувати в кінці II тисячоліття до нашої ери [44–47]. У першій половині XX століття спельта широко вирощувалась в Іспанії (Астурія), Німеччині, Австрії, Швейцарії, Франції, Бельгії тощо. Ареал її поширення пов'язаний із гірськими районами з достатнім зволоженням [48, 49]. В Україні спельту вирощували до середини XX століття в гірських та передгірських районах Карпат. Згодом отримання врожайніших сортів пшениці м'якої, витіснило спельту із сільськогосподарського виробництва [47].

Проте в останні 15 років ситуація почала змінюватись, і нині попит на спельту суттєво зріс. Нині спельта за посівними площами посідає третє місце серед пшениць, її почали інтенсивно вирощувати на території Франції, Італії, Ізраїлю, Австрії, США, Австралії, Німеччини. Розширились посіви під цією культурою і на території України, де сільгоспвиробники вирощують її переважно на експорт [47, 48].

Завдяки високій стійкості до хвороб та наявності додаткових лусок, що ускладнюють пошкодження шкідниками, цю пшеницю активно вирощують в органічному землеробстві. Також рослини спельти значно стійкіші до несприятливих умов вирощування та здатні формувати набагато більший рівень урожайності, водночас класичні пшениці зазвичай не витримують екстремальних умов та як мінімум різко зменшують свою продуктивність. Рослини спельти краще витримують вплив низьких температур на різних етапах онтогенезу, що дозволяє за сівби в жовтні–листопаді отримати дружні сходи. Також важлива зимостійкість рослин щодо перезимівлі в малосніжні зими, коли температура в зоні точки росту опускається до небажаних для пшениці озимої значень [47, 48].

Питання філогенії спельти нерозривно пов'язано з виникненням загалом гексаплоїдних видів пшениці. До нині немає однозначності поглядів щодо її походження. Найвірогіднішою вважають гіпотезу поліфілетичного походження спельти, згідно з якою азійська спельта вперше виникла на каспійському узбережжі Ірану та ймовірно стала родоначальником пшениці м'якої, а європейська – є результатом гібридизації пшениць гексаплоїдної м'якої з тетраплоїдною [6, 35, 50].

За походженням спельту поділяють на два підвиди: європейський (*supraconvar. spelta*) та азійський (*supraconvar. kuckuckianum* Gökg. ex Dorof.). Археологічні дослідження вказують на існування азійських підвидів пшениці спельти близько VI тисячоліття до н. е. на території Іраку [47, 51]. Азійська спельта на думку М. Nesbitt [51] є найдавнішим гексаплоїдним видом пшениці та, ймовірно, родоначальником пшениці м'якої. У той час, як виникнення

європейських підвидів спельти на території Центральної та Східної Європи датується епохою бронзового віку, тобто на три тисячі років пізніше, за азійську спельту [52].

Диференціацію спельти на азійський і європейський підвиди підтверджено вченими за результатами С-диференційного забарвлення хромосом, а також технологіями штучних нейронних мереж [53–55]. Встановлено незалежне походження європейських і азійських підвидів спельти. Ці підвиди розрізняються між собою за розподілом високо- та низькомолекулярних глютенінів [53], локалізацією генів відновлення фертильності, гібридного некрозу та хлорозу [54], відмінностями у структурі каріотипів і розподілі гетерохроматинових ділянок хромосом [55]. Також є відмінності у морфології колосу: європейські підвиди мають ламкий колосовий стрижень, в азійських підвидів членик стрижня прикріплений до основи колоска своєю верхньою частиною, що обумовлює його міцність [47, 52].

Європейська спельта (subsp. *spelta*) поділяється на дві еколого-морфологічні групи: західноєвропейська (німецька, баварська) та астурійська (іспанська, іберійська). У складі першої групи переважають озимі форми, у другої – ярі. Відмінності представників цих груп полягають у морфологічній будові колосу. Західноєвропейські форми зазвичай представлені безостими різновидами, астурійські – завжди остисті [47].

Інтрогресія генетичного матеріалу від пшениці спельта до геному пшениці м'якої аналізувалась ученими-селекціонерами упродовж тривалого періоду, оскільки це є природним джерелом збагачення генофонду пшениці за генами, що поліпшують її адаптивний потенціал і показники якості зерна.

Починаючи з другої половини XIX сторіччя і донині, спельту використовують джерелом спадкової основи низки господарсько-цінних ознак. Упродовж XX ст. у Центральній Європі вирощували місцеві сорти з Австрії та Німеччини, а також створені простим добором із сортів і ліній Oberkulmer Rotkorn, Holstenkorn, Bauerlaender, Ostro, Schwabenkorn, Frankenkorn, Nirvana,

NSS 1/02, NSS 3/01, NSS 6/01, P12, B1030, S2013, S2070, Heritage та ярі Lentz Spelt, CDC Nexon, CDC Zorba, CDC Origin, Frank [56–59].

Першим відзначав цінність спельти для селекції М. І. Вавилов. Через шістдесят років український генетик-селекціонер Ф. М. Парій відібрав в одному з регіонів Прикарпаття дику форму спельти озимої, на основі якої було створено вихідний матеріал, що став родоначальником перших районованих в Україні сортів спельти – Зоря України та Європа [47, 60]. З цього часу спельту використовують не лише донором генів окремих ознак для селекційного поліпшення пшениці м'якої, а й проводять цілеспрямовану селекцію на створення сортів цієї культури.

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України зосереджено колекцію вихідного матеріалу пшениці спельта, що нараховує біля 30 зразків європейського та азіатського підвидів, з них 10 – селекційних сортів, п'ять – селекційних ліній, решта – форми народної селекції. Колекція постійно поповнюється спельтоїдними формами з селекційно-цінними ознаками, що створюються в процесі досліджень. За використання зразків спельти створено лінії пшениці м'якої ярої NAK 170/11, NAK 185/11, NAK195–1/11, NAK 200–1/11, що характеризуються підвищеними показниками продуктивності; NAK 221–1/11, NAK 254–2/11, NAK 180–п/11, NAK 221–п/11, NAK 228–п/11, що мають високий вміст клейковини І групи якості. Відібрано короткостеблові озимі форми спельти з високою стійкістю до вилягання та полегшеним обмолотом зерна [61–63].

В Уманському національному університеті під керівництвом Ф. М. Парія створено перший сорт пшениці спельта озимої Зоря України, який занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2012 р. [47, 60]. З 2006 р. тут ведеться активна селекційна робота зі створення нових форм і сортів культури, що дозволило створити колекцію вихідного матеріалу, яка нараховує понад 200 номерів. До складу колекції входять унікальні рекомбінантні форми створені за міжвидової гібридизації та багаторазових індивідуальних доборів [64–67]. Станом на 2023 р. до Державного реєстру сортів

рослин придатних для поширення в Україні [68] занесено чотири сорти пшениці спельта озимої, з яких два – створено спільними зусиллями учених Уманського національного університету та Всеукраїнського наукового інституту селекції.

Особлива увага приділяється селекційним методам усунення негативних характеристик спельти, що перешкоджають її використанню в сільськогосподарському виробництві. Вперше створено низькостеблові форми пшениці спельта ($h = 75\text{--}85$ см), що за врожайністю (біля 7,0 т/га) істотно перевищують стандарт [66]. Виділено форми із полегшеним обмолотом зерна (біля 92 %). Проведено інтрогресивну гібридизацію з малопоширеними видами пшениці та виділено форми з поліпшеними показниками продуктивності та якості зерна [69].

Масштабні дослідження з селекції спельти в Європі проводять у Німеччині, Італії, Швейцарії, Словаччині, Австрії та Польщі. Найбільше використання в Європі мають сорти *Ostro* (Польща), *Franckenkorn* (Німеччина), *Schwabenkorn* (Німеччина), *Oberkulmer Rotkorn* (Швейцарія), and *Zollernspelz* (Швейцарія) [70–72].

Найпоширенішим методом селекції спельти в Європі є міжвидова гібридизація. Спельта легко схрещується з усіма гексаплоїдними видами пшениці та з більшістю тетраплоїдних видів. Саме тому міжвидова гібридизація розглядається основним і найдієвішим способом генетичної рекомбінації та розширення генетичного різноманіття [70]. Окремим напрямком досліджень є скринінг геномних бібліотек стародавніх форм пшениці спельта, що отримано з банків генів та відбір найкращих зразків для створення сортів з відмінними якісними ознаками [72].

У Польщі розгорнуто дослідницьку програму під назвою «Оцінка колекцій *Triticum spelta*, *Triticum dicoccum* та *Triticum monococcum* щодо варіабельності якості зерна, стійкості до збудників фузаріозу та придатності для створення нових сортів, адаптованих до стійких систем землеробства». Програма має на меті вирішення проблеми підвищення попиту до спельти на органічних фермах та створення нових сортів культури. У результаті виконання програми

ідентифіковано низку форм з експресією генів, що контролюють цінні ознаки та створено колекцію вихідного матеріалу, яку диференційовано на чотири групи [70, 73].

Перша група об'єднує високостеблові зразки, що характеризуються високими показниками продуктивності, високим вмістом жиру, проте мають низький вміст клітковини і не стійкі до вилягання. Друга група включає Середньостеблові форми з середньою стійкістю до вилягання та високою продуктивністю. Третя група включає рослини з довгим щільним колосом, крупним зерном, великою кількістю колосків і зерен у колосі та високим вмістом хімічних компонентів у зерні, зокрема, золи та волокна. Четверту групу складають низкостеблові форми, що за компонентами структури врожаю, хімічним складом зерна та стійкістю до вилягання наближаються до третьої групи. Кожна з чотирьох груп за сукупністю характерних ознак поділяється на підгрупи. Це групування набуло широкого розповсюдження у Польщі, а створені форми використовуються в селекційному процесі низки країн Європи [73].

Колекція вихідного матеріалу спельти в Іспанії нараховує 170 місцевих сортів, селекційних зразків і дикорослих форм, що походять з різних регіонів. З метою структуризації генетичного різноманіття і раціональної організації колекцій вихідного матеріалу спельти проводять ідентифікацію зразків за допомогою гель-електрофорезу запасних білків, що дозволяє встановити їх походження і генетичну спорідненість з іншими видами пшениці та підвидами спельти [74, 75].

За використання біохімічного аналізу встановлено широкий рівень поліморфізму спельти за спектром гліадинів. Серед алелей гліадинів і високомолекулярних глютенінів у спельти виявлено алелі, ідентичні до алелей пшениці м'якої і нові алелі, що ідентифіковано тільки у спельти. Припускають, що нові алелі можуть бути джерелом розширення генофонду роду *Triticum* L. за генами, які визначають хлібопекарські властивості [76].

Отже, наявне генетичне різноманіття пшениці спельта має форми пристосовані до умов різних ґрунтово-кліматичних зон України, які можуть використовуватися в селекції на адаптивність та якість зерна з метою отримання нових сортів культури.

Всебічний аналіз зразків створеного генофонду спельти дозволяє виділити джерела генів господарсько-цінних ознак, зокрема, вміст у зерні білка та клейковини для селекції інших видів пшениці та тритикале. Важливе значення має встановлення рівня прояву та мінливості цінних ознак у контрастних умовах середовища, а також пошук закономірностей зв'язку між ознаками за зміни умов вирощування, що важливо для ефективного поєднання в одному генотипі низки цінних ознак.

1.1.2 *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell (дикий емер, чорний емер) – давній тетраплоїдний вид пшениці ($2n = 4x = 28$) з геномною формулою VBA^uA^u . Серед тетраплоїдних полб він найбільше використовується в селекційних програмах покращення інших видів пшениці. Перші згадки про цей вид датуються VII тисячоліттям до н. е. За іншими даними, найдавніші археологічні залишки полби датуються VIII–IX тисячоліттями до н. е. На території України цей вид з'явився ще в епоху Буго-Дністровської і Трипільської культур у VI–V тис. до н. е. [77].

Вид характеризується комплексним імунітетом до основних грибкових захворювань, жаро- та посухостійкістю, високим вмістом у зерні клейковини та відмінними круп'яними властивостями [78]. Характерною особливістю виду є багатоколосковість колосу та фіолетове забарвлення колоскових лусок. У селекційній практиці існує низка прикладів успішного використання різних екотипів полби у селекції та гібридизації з голозерними пшеницями. У результаті цього синтезовано форми, що характеризуються невибагливістю до кліматичних, едафічних, біотичних та інших чинників і мають неперевершені круп'яні якості зерна [79].

Практична зацікавленість селекціонерів до цієї злакової культури зумовлена її високою харчовою цінністю. Встановлено, що дикі емери та полби характеризуються високим вмістом білків, ненасичених жирних кислот, клітковини, вітамінів групи В, заліза. Вони можуть слугувати відмінною сировиною для отримання борошна та крупи високої харчової якості, що особливо важливо в умовах дисбалансу раціону харчування окремих груп населення [80, 81].

Вид стійкий до низки хвороб і шкідників. Вчені звертають увагу на стійкість рослин полби до різних видів іржі та борошнистої роси. Встановлено, що за гібридизації полби з іншими видами пшениці у гібридів домінує стійкість до борошнистої роси [82]. Тому доцільно її залучати до селекційного процесу пшениці м'якої і твердої [83, 84]. Відомі роботи селекціонера Е. С. McFadden [85], котрий у 1898 р. провів серію міжвидових схрещувань та отримав стійкі до стеблової іржі зразки пшениці м'якої.

У емеру виявлено ген стійкості до жовтої іржі *Yr 15*. Вид вирізняється польовою та ембріональною стійкістю до летючої сажки. Понад 70 % різновидів мають імунітет до збудників *Tilletia caries* Tul. і *Puccinia recondita* Rob та стійкі до кореневих гнилей. Інтенсивне опушення листків визначає стійкість до *Lema melanopus* [83, 84].

Зерно емерів є перспективним нетрадиційним видом рослинної сировини для розширення асортименту продуктів здорового харчування, оскільки ця культура належить до плівчастих пшениць, якість зерна яких не змінена селекцією в напрямі надання йому високих хлібопекарських властивостей, що зазвичай призводить до зниження біологічної цінності зерна та продуктів його переробки [86].

Вид *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell має домінантні алелі гена *Gpc-B1* (grain protein concentration). Цей ген вперше був ідентифікований серед популяції дикого тетраплоїдного емера (*Triticum turgidum* var. *dicoccoides*) в Ізраїльській лінії FA-15-3 [87]. Подальшу селекційну роботу було спрямовано на перенесення кожної окремої хромосоми з лінії FA-15-3 у

сорт тетраплоїдної твердої пшениці Langdon. У процесі досліджень з'ясовано, що саме хромосома 6В є основним джерелом генетичної варіації, що забезпечує підвищений вміст білка (Gpc) [88]. Цей QTL віднесено до 0,3 сМ локусу, що розташований на короткому плечі 6В хромосоми і визначається єдиним менделівським локусом.

Ефект гена було ретельно вивчено у пшениці твердої ярої та показано суттєве збільшення порівняно з вихідною лінією вмісту в зерні цинку (60,2 мг/кг проти 47,8 мг/кг), заліза (44,1 мг/кг проти 35,8 мг/кг), мангану (53,8 мг/кг проти 40,8 мг/кг) та білка (14,3 % проти 10,7 %) [89–91].

Аналіз 20 сортів пшениці ярої, що було створено в XX столітті в Швеції, показав, що п'ять з них, що несуть ген Gpc-B1 дикого типу, мають підвищену концентрацію в зерні магнію, фосфору і сірки порівняно з сортами, що не мали експресії гена Gpc-B1 [92]. Введення нового гена в адаптований високопродуктивний сорт, критично оцінюється з погляду його впливу на врожайність. За апробації матеріалів з генами Gpc-B1 встановили, що 79 % зразків не мали особливих відмінностей за врожайністю, 17 – мали її підвищення, а 4 % – показали зменшення врожаю культури [93, 94].

Оскільки функціональній алель Gpc-B1 дикого типу зустрічається досить рідко в сучасних сортах м'якої пшениці, його інтрогресія в селекційні схеми дозволить створити нові вихідні форми. Позитивні практичні результати селекції за використання виду *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell свідчать про перспективність його залучення до виконання селекційних програм вдосконалення пшениці.

1.1.3 *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch відомий також під назвами пшениця Петропавловського, пшениця Сіньцзянська, китайська або рисова пшениця – вперше було знайдено в західних сільськогосподарських районах Китаю. Спочатку вважалося, що це природна мутація виду *Triticum polonicum* L. [95]. Проте, визначення кількості хромосом каріотипу показало, що

вид є гексаплоїдним ($2n = 6x = 42$), на відміну від тетраплоїдного виду *Triticum polonicum* L. [96].

Існують три гіпотези походження виду *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch.

- 1) у результаті природної одинарної мутації виду *Triticum aestivum* L.;
- 2) *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch. – окремий незалежний вид, що утворився природною алополіплоїдизацією між *Triticum polonicum* L. і *Aegilops tauschii* Cosson.;
- 3) у результаті спонтанної гібридизації видів *Triticum polonicum* L. $\times$ *Triticum aestivum* L. [97–99].

Нині цей вид пшениці в основному вирощується у південно-східній частині Сінцзяну на висоті 900–1200 м над рівнем моря в оазисному сільськогосподарському районі, що розташовується на південному схилі хребта Тянь-Шаня, у повітах Хотан, Учтурфан, Маралбаші, Яркенд, поблизу міста Аксу та в окрузі Кашгар [100].

Рослини мають довге стебло – 145–150 см. В умовах надмірного зволоження та підвищеної родючості ґрунту рослини вилягають. Обмолот зерна легший, ніж у плівчастих видів, проте ускладнений, порівняно з голозерними видами. Колос розпушений, веретеноподібний, бічна та лицьова сторони колосу майже рівні за шириною, довжина суцвіття варіює від 13 до 15 см, кількість зерен у колосі – 15–20 шт. Щільність колосу – низька. Колосовий стрижень – гнучкий та неламкий. Членики з боків опушені короткими волосками, біля основи колосу чітко виражено два горбики (мозолі). Триквіткові колоски містять 2–3 зернівки [100].

Колосся двоостисте, опушене, з вираженим червонуватим відтінком. Зерно видовжено-овальне, велике, біле, склоподібне, довжиною 9–10 мм. Маса 1000 зерен 40–45 г. Вміст білка в зерні 17,4–20,1 %, лізину – 0,55 % [101]. До негативних ознак відносяться схильність до вилягання, сильна сприйнятливість до стеблової, бурої та жовтої іржі, борошнистої роси і твердої сажки, низька посухостійкість [102].

Вид *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch. істотно перевищує відомі сорти пшениці м'якої озимої за вмістом у зерні білка (на 2–3 %). Однак незадовільна якість клейковини суттєво знижує його цінність для хлібопекарської промисловості [101]. Проте високий вміст білка і клейковини в зерні дозволяють рекомендувати його для виробництва кондитерських і макаронних виробів, а високі морфоструктурні показники зерна забезпечують можливість використання на корм. Дослідженнями встановлено, що біологічна врожайність виду становить біля 15 т/га [102]. Така сукупність кількісних і якісних показників продуктивності вказує на доцільність використання виду цінним вихідним матеріалом для селекційного вдосконалення пшениці та тритикале.

Гібридизація виду *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch. із іншими гексаплоїдними видами пшениці вдається легко, оскільки вони мають однаковий геномний склад. При цьому спостерігається висока зав'язуваність гібридних зернівок (біля 60 %) та їх схожість (до 80 %) [100]. Дослідження сумісності виду із диплоїдним житом і його використання для синтезу первинних тритикале в науковій літературі не знайдено. Тому використання виду *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch. донором генів цінних ознак у селекційному процесі є ефективним способом розширення генетичного різноманіття тритикале.

1.1.4 *Triticum spaerococcum* Persiv. або пшениця шарозерна – давній гексаплоїдний ($2n = 6x = 42$) вид пшениці, що вирощувався в IV–III тисячоліттях до н. е. на півострові Індостан звідки поширилася на північ та північний-схід Азії [103]. Характерною особливістю виду є своєрідна архітектоніка рослин, що проявляється формуванням коротких листових пластинок (15–20 см завдовжки), які звужуються доверху та мають еректоїдне розміщення відносно стебла. Рослини невисокі (близько 70 см) з надміцною, жорсткою соломиною. Колос – короткий (5–7 см), щільний, циліндричний [101]. Ще однією індивідуальною

ознакою виду є округлі майже сферичної форми зернівки, що лягло в основу назви виду [103].

Серед позитивних характеристик шарозерної пшениці варто відмітити стійкість до осипання та високу стійкість до вилягання, що обумовлюється міцною соломиною. Округла форма зернівок вважається найбільш вдалою для перероблення та борошномельного виробництва.

Шарозерна пшениця – чітко виражений ксерофіт, що зумовлюється жорсткою соломиною і еректоїдним розміщенням листових пластинок. Специфічний габітус рослин дозволяє вирощувати цей вид за загущення посівів. Це обумовлює придатність шарозерної пшениці для зрошуваного землеробства. Її коренева система може проникати у ґрунт на глибину 160 см. Наявність розвиненої кореневої системи і ксерофітність забезпечує жаро- й посухостійкість рослин. Вид – скоростиглий, досягає на 10–15 діб раніше пшениці м'якої озимої [103–105].

Серед негативних характеристик виду є його не висока продуктивність, що пов'язано з низькою озерненістю колосу, масою 1000 зерен та щуплістю зерна [101]. Проте за селекційної роботи за участю цього виду створено лінії, що за врожайністю не поступаються стандарту та отримано перший сорт шарозерної пшениці Шарада.

Зерно шарозерної пшениці високоскловидне з відмінними технологічними властивостями [103, 105]. Аналіз показників якості зерна показав відмінні хлібопекарські властивості виду. Об'єм хліба зі 100 г борошна шарозерної пшениці становив 520 мл, в той час, як із борошна пшениці м'якої озимої – 480 мл. Вміст білка в зерні може досягати 21 %. Вчені [105, 106] вважають використання виду *Triticum spaerococcum* Persiv. перспективним напрямком селекції на якість зерна, оскільки за міжвидової гібридизації успадковується високий вміст білка.

У дослідженнях П. Попова та Д. Боядзієва [104] за міжвидової гібридизації пшениці м'якої із шарозерною отримано крупнозерні лінії (маса 1000 зерен 45 г) *Triticum spaerococcum* Persiv. з вмістом білка в зерні 21 % і лінії м'якої пшениці

з вмістом білка в зерні 17 %. Окрім того було виділено трансгресивні форми шарозерної пшениці з вмістом клейковини у зерні на рівні 55 % та показником седиментації 85 мл.

Вчені [107, 108] також зазначають доцільність використання шарозерної пшениці в селекції на якість зерна тритикале. За гібридизації тритикале з *Triticum spaeosocum* Persiv. отримано гексаплоїдне шарозерне тритикале, що має підвищений вміст білка в зерні (біля 16 %) і не поступається за врожайністю районованим сортам тривидових тритикале.

Отже, поєднання високої якості зерна та унікального габітусу рослин шарозерної пшениці дає можливість використовувати її цінним вихідним матеріалом для залучення до міжвидової і міжродової гібридизації джерелом генів цінних ознак.

1.1.5 *Triticum compactum* Host. (пшениця компактна або карликова) – давній вид пшениці, який в минулому (III тисячоліття до н. е.) займав широкі ареали в Євразії, проте нині не зустрічається в культурних посівах [109]. Це гексаплоїдний вид з геномною формулою BBA^uA^uDD , генетично близький до пшениці м'якої [110].

Вид зустрічається в гірських регіонах. Рослини досить вологолюбиві, проте невибагливі до тепла і витривалі до низьких температур під час відновлення весняної вегетації. Характеризуються невибагливістю до умов вирощування та родючості ґрунтів.

Внутрішньовидовий склад *Triticum compactum* Host. об'єднує три підвиди (*Triticum compactum* subconvar. *Rigidicompactum*, *Triticum compactum* subconvar. *Roshanum*, *Triticum compactum* convar. *compactum*) у межах яких виділяють 13 різновидностей, що різняться між собою за типом розвитку, тривалістю вегетаційного періоду, висотою рослин, довжиною, формою і опушенням колосу та його остистістю [110, 111].

Вид *Triticum compactum* Host. відрізняється від пшениці м'якої наявністю домінатних алелей гена *C/c*, що має плейотропну дію і призводить до істотного

вкорочення колосу, колоскової луски і зерна [111, 112]. Наявність цього гена зумовлює основні фенотипові відмінності виду, зокрема, короткий надщільний, компактний колос. За гібридизації виду з іншими видами пшениці у першому поколінні домінує компактна форма колосу, що дозволяє використовувати ознаку «компактоїдність» для добору істинних гібридів. Ще однією цінною характеристикою цього виду є компактна форма куща, а в деяких підвидів – невеликі розміри рослин.

Залученням пшениці компактної у систему міжвидових і міжродових схрещувань можна отримати нащадки з цінними генними блоками, що контролюють адаптивність, стійкість до стресових чинників, висоту рослин і стійкість до вилягання. Подальша гібридизація таких віддалених нащадків із районованими сортами забезпечує широкий формоутворювальний процес, дозволяє встановити закономірності формоутворення і відібрати цінні генотипи для селекційного процесу.

1.1.6 *Elymus (Leymus) arenarius* L. рід, що належить до родини Злакових і нараховує біля 30 видів, серед яких у практичній селекції використовують три: елімус піщаний (*Elymus arenarius* L., $2n = 8x = 56$), елімус гігантський (*Elymus giganteus* Vahl., $2n = 4x = 28$) і елімус м'який (*Elymus mollis* Trin., $2n = 4x = 28$). Ареал поширення цього роду охоплює Європу, Північну Америку, тропіки та субтропіки [113, 114]. Використовується в селекційних програмах поліпшення сортів зернових колосових культур, як донор високих показників продуктивності та адаптивного потенціалу. Популярний у ландшафтному дизайні, як об'єкт озеленення територій.

Elymus (Leymus) L. визнаний генетично самостійним родом, що містить два окремі геноми: геном E, що походить від виду *Thinopyrum* Löve та геном Ns, що походить від виду *Psathyrostachys* Nevski [115]. Існує інша гіпотеза геномного складу елімуса, згідно з якою наявність у нього генома E ставиться під сумнів, а геномна формула позначається NsXm, де Xm – геном невідомого походження [116].

Елімус піщаний – багаторічна трав'яниста рослина з прямою, міцною, твердою, прямостоячою соломиною заввишки 60–120 см. Листові пластинки ланцетні, довгі, жорсткі, зверху – опушені, знизу – гладенькі. Колос прямий, довгий (до 35 см), товстий, щільний з грубими колосковими лусками, великою кількістю колосків (50–70 шт.). У кожному колоску формується по 3–5 квіток, що утворюють насіння. Тому озерненість колосу може сягати 150–300 шт. насінин. Проте, насіння дрібне і щупле. Характерна особливість – густий восковий наліт на всій рослині, що можна використовувати маркером для добору гібридних рослин [114, 115].

Гібридизація пшениці з елімусом є найбільш віддаленою, оскільки ці роди належать до різних підтриб родини злаків (елімус належить до *Hordeinae* C. Presl.) [110]. Проте, елімус широко використовується в селекції пшениці вже понад 100 років. Найкращі результати схрещувань спостерігали, коли за материнську форму брали молоді рослини пшениці на початку фази цвітіння і запилювали їх пилом елімуса. Частка зав'язування збільшувалась за повторного запилення впродовж доби [114].

Елімус піщаний доцільно використовувати в селекційній роботі на продуктивність у зв'язку з наявністю багатьох цінних ознак, зокрема, висока посухостійкість, стійкість до грибкових і вірусних захворювань, морозостійкість, наявність довгого, крупного добре озерненого колосу та потужного листкового апарату тощо. Відомо гібридні та амфідиплоїдні форми отримані за гібридизації *Triticum* L. × *Elymus* L. з яких виділено лінії пшениці з хромосомним або геномним заміщенням від елімуса.

Пшенично-елімусні гібриди – потужні, високожиттєздатні, але переважно стерильні рослини. Мають колос завдовжки 18 см, кількість колосків у колосі – понад 22–46 шт., кількість зерен у колосі – 70–120 шт. (зафіксовано максимальну кількість зерен у колосі – 160 шт.), маса 1000 зерен – 32–52 г, уміст протеїну – 23–24 %. У колоску формується 4–7 шт. квіток. Зерно пшенично-елімусних гібридів не проростає в колосі за дощової погоди навіть за вилягання і перестою зрілих рослин. Маса зерна одного колосу 2,5–5,3 г. Пшенично-

елімусні амфідиплоїди не уражуються борошнистою россою й летючою сажкою [116–121].

Відомі триродові гібриди між пшенично-житніми амфідиплоїдами та *Elymus arenarius* L. Гібридизація цих родів була успішнішою, ніж пшениці з елімусом, оскільки спостерігали вищий відсоток зав'язування насіння та життєздатність гібридних рослин. Детально описано дві рослини одного з триродових гібридів. Ці зразки мали ярий тип розвитку, хоча вихідні форми жита і пшениці були озимими [122].

За використання ембріокультури *in vitro* отримано гібриди F₁ *Triticum ovatum* L. × *Elymus arenarius* L., *Hordeum vulgare* L. × *Elymus arenarius* L., *Elymus arenarius* L. × *Secale cereale* L.. За гібридизації *Elymus arenarius* L. × *Hordeum vulgare* L., в результаті соматичної елімінації хромосом ячменю, отримано моноплоїдну рослину *Elymus arenarius* L., що мала низку відхилень у мейозі [121].

Отже, залучення елімуса піщаного до системи гібридизації пшениці та тритикале може слугувати ефективним способом індукування позитивних трансгресій та виділення цінних генотипів.

1.3 Класифікація тритикале

Штучно створена злакова культура тритикале в ботанічній систематиці має статус окремого роду не тільки з причини синтезу складного геному, який поєднує геноми вихідних батьківських родів пшениці та жита, а й за наявності широкого різноманіття морфотипів і біотипів рослин, що дозволяє диференціювати його на види і різновиди [123]. Нині немає єдиної загальноприйнятої класифікації тритикале, проте визнання таксономічної самостійності роду *Triticosecale* Wittmack не заперечується і відповідає правилам Міжнародного кодексу ботанічної номенклатури [123].

Відносно класифікації тритикале існує низка спірних моментів. Складнощі класифікації виникають насамперед через значну кількість можливих комбінацій

схрещувань різних видів роду *Triticum* L., який є поліморфним, з різними видами роду *Secale* L. Поряд з цим виникають труднощі внаслідок перекомбінації геномів різних видів пшениці та жита за внутрішньовидових схрещувань тритикале [123].

Первинну назву *Triticosecale* було введено ботаніком L. Wittmack наприкінці минулого століття і вона використовується дотепер для ботанічного позначення рослини. Тритикале з цитоплазмою жита, що отримано за гібридизації, де за материнську форму використовувалось жито, називають «секалотрітікум» [124].

Амфідиплоїдний рід тритикале (*Triticosecale* Wittmack) відноситься до підтриби пшеницевих (*Triticinae*), триби *Triticeae* (*Hordeae*), родини злакових (*Poaceae*), порядку однодольних трав. Він об'єднує види фертильних реципрокних міжродових гібридів між представниками родів *Triticum* L. та *Secale* L., що вирізняються за рівнем плоїдності, походженням і хромосомним складом субгеномів. Поліплоїдний ряд тритикале включає тетраплоїдні (*AARR*, *BBRR*, *DDRR*, *A/B/DRR*, $2n = 4x = 28$), гексаплоїдні (*AABBRR*, $2n = 6x = 42$), октаплоїдні (*AABBDDRR*, $2n = 8x = 56$) види, а також декаплоїдні (*AABBDDRRRR*, $2n = 10x = 70$) та хромосомно заміщені форми [125].

Вчені [126–129] систематизували і класифікували існуюче різноманіття форм тритикале за різними критеріями. Тритикале поділяють на моногеномні та гетерогеномні тритикале [130]. Запропоновано класифікацію в основну якої покладено відмінність за рівнем плоїдності – *Triticosecale tetraploide*, *Triticosecale hexaploide*, *Triticosecale octoploide* тощо [131].

Цитогенетичну класифікацію, що базується на принципі гомо- і гетерогеномності тритикале та методів його створення запропонував A. Muntzing [132]. Ця класифікація є складною системою, і її використання не ефективно під час визначення тритикале, отриманого у результаті багаторазових схрещувань форм різного походження.

Розроблено також диференційовану систему класифікацій, в основу якої

покладено критерії виду, зокрема, відмінності в геномному складі і походження окремих субгеномів, а також різноякісність геномів у хромосомному складі ядра амфідиплоїдів [96].

Терміни «первинні» і «вторинні» тритикале вперше запропонував А. Kiss [133]. Такий поділ дозволяє групувати тритикале на первинні, отримані за гібридизації форм одного рівня плоїдності, і вторинні – отримані від схрещування форм різного рівня плоїдності.

Цікавою є класифікація М. MacKey [134], який запропонував віднести тритикале до відділу роду *Triticum*:

рід: *Triticum*

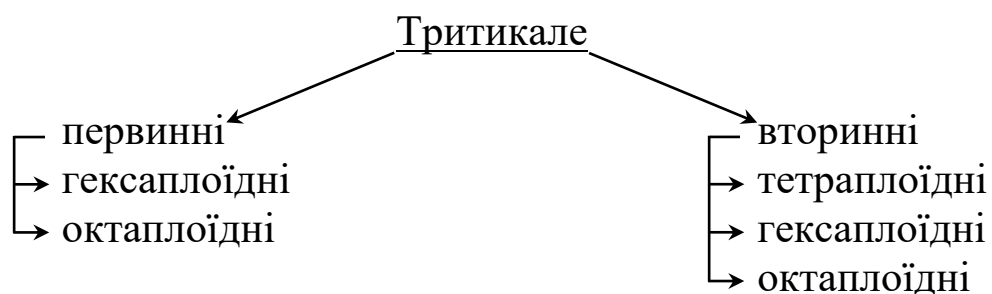
відділ: *Triticale*

види: *Triticum krolowii* (4x), *Triticum turgidocereale* (6x), *Triticum rimpau* (8x).

Ця система є найкомпактнішою і в той же час відтворює основні групи тритикале. Існує також дещо видозмінена класифікація М. MacKey, згідно з якою гетероплазматичні гексаплоїдні тритикале з цитоплазмою пшениці (ssp. *triticales* Tscherm) і жита (ssp. *secalotriticum*, синонім *Secalotriticum* Rozenst., Et Mittelst.) виділено до рангу підвидів в системі роду тритикале (*×Triticosecale* Wittm.), що включає види поліплоїдного ряду (тетра -, гекса-і октоплоїдне).

Внутрішньовидову класифікацію можна здійснювати за принципами подібними з системою різновидів пшениці, яку запропонували Л. К. Січняк і Ю. Г. Сулима [124].

Нині найобґрунтованішим є такий поділ роду тритикале на види за урахування рівня плоїдності:



Первинні тритикале — це тритикале, одержані за гібридизації різних видів пшениці з житом та наступним подвоєнням їх кількості хромосом, а також за

схрещування тритикале одного рівня плоїдності [134–136].

Первинні октаплоїдні тритикале ($2n = 8x = 56$) отримують за гібридизації гексаплоїдних видів пшениці з диплоїдним житом з наступним подвоєнням числа хромосом [123, 135]. На перших етапах селекційної роботи з тритикале вченими було зосереджено увагу на октаплоїдних формах. У результаті багаторічних досліджень А. Мюнтцинга [132] з удосконалення рослин тритикале октаплоїдного рівня створено низку низькорослих, зимостійких, скоростиглих, високобілкових форм, пристосованих до вирощування на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Але, через суттєві недоліки, зокрема низьку продуктивність, отримані зразки виявились неспроможними конкурувати з пшеницею і житом.

Октаплоїдні тритикале зазвичай мають меншу цитогенетичну стабільність мейозу порівняно з гексаплоїдними формами [136–139]. Вони успадковують від пшениці м'якої морфологічні ознаки колоса, на чому ґрунтується їх внутрішньовидова класифікація. За рівнем прояву класифікаційних ознак у пшениці м'якої та тритикале спостерігається паралелізм або гомологія. Тому до 56-хромосомних форм первинних тритикале можна застосувати різновидну класифікацію, подібну до пшеничної, але з урахуванням наявності або відсутності житньої ознаки «опушення під колосом» [139]. У селекційних програмах октаплоїдні тритикале зазвичай використовують для гібридизації з гексаплоїдними або з пшеницею, і рідко для схрещувань між собою [140].

За аналізу експериментальних даних еволюції поліплоїдних видів пшениці, вчені низки країн світу дійшли висновку, що для тритикале оптимальним є гексаплоїдний рівень плоїдності. Вже в 1958 році, на Першому міжнародному симпозіумі з генетики пшениці було обґрунтовано доцільність вирощування вторинних гексаплоїдних форм тритикале [141]. Первинні гексаплоїдні тритикале ($2n = 6x = 42$) морфологічно та цитологічно не стабільні, низьковрожайні, мають низьку якість зерна і в культурі їх майже не використовують [124, 139].

Для гексаплоїдних тритикале складений визначник, в якому запозичено складові визначника пшениці м'якої з фіксуванням тих же різновидів. В основу класифікації покладено морфологічні ознаки колосу, за які відповідають гени пшениці м'якої, локалізовані в геномах *A*, *B* і *D* [123, 124].

Вторинні тритикале — отримують за внутрішньовидової гібридизації первинних тритикале різного рівня плоїдності між собою, або первинних тритикале з пшеницею [123]. Вторинні тритикале зазвичай цитогенетично стабільніші, але серед них значна частка анеуплоїдних рослин, що істотно знижує врожайність культури [128, 142].

Вторинні гексаплоїдні тритикале зазвичай отримують за схрещування октаплоїдних і гексаплоїдних тритикале. Низкою досліджень встановлено, що в потомстві від цих схрещувань найвища вірогідність отримання високоврожайних форм. Також їх можна отримати за схрещування гібридів першого покоління між пшеницею і житом з гексаплоїдними тритикале або запиленням гексаплоїдного тритикале пилом пшениці [109, 110].

Вторинні октаплоїдні тритикале одержують за схрещування октаплоїдних первинних тритикале з гексаплоїдними, а також запиленням гібридів між гексаплоїдними пшеницями і житом пилом октаплоїдних тритикале. Як і первинні форми, вторинні октаплоїдні тритикале цитологічно менш стабільні порівняно з гексаплоїдними аналогами, тому використовуються здебільшого в селекційній роботі [143, 144].

Первинні форми тетраплоїдного тритикале відсутні через несумісність житнього *R* і пшеничних *A* і *B* субгеномів, що багаторазово і, в основному безуспішно, використовували для синтезу тетраплоїдних форм тритикале [124]. Вторинні форми тетраплоїдного тритикале ($2n = 4x = 28$) — різні варіанти комбінацій хромосом пшеничних *A* і *B* геномів у поєднанні з визначеним набором житніх хромосом. Змішування низки схрещувань між різними видами пшениці, жита і тритикале різного рівня плоїдності призвело до отримання тетраплоїдних генотипів з різними варіантами хромосомних наборів пшениці та жита [144–146]. Основний спосіб отримання таких форм — це схрещування

гексаплоїдних тритикале з житом [147].

Тетраплоїдні тритикале характеризуються досить високою стабільністю мейозу [144, 148] і цікаві з практичного і теоретичного погляду. Серед тетраплоїдних тритикале часто зустрічаються форми із глибокими реципрокними транслокаціями. Вони характеризуються значною мінливістю за врожайністю. Нині не отримано тетраплоїдних ліній, подібних за продуктивністю до гексаплоїдних тритикале. Тому у виробництві їх майже не використовують [149].

Існує класифікація форм тритикале, за якою їх розподіляють на двовидові, тривидові, насичені пшеницею м'якою, пшеницею твердою і житом [150]. Насиченими пшеницею м'якою, пшеницею твердою або житом вважаються форми тритикале, що кілька разів повторно схрещують з відповідним видом пшениці або жита.

Двовидовими вважаються форми тритикале, що поєднують у собі геноми двох батьківських форм: пшениці м'якої або пшениці твердої та жита. Такі форми отримують схрещуванням м'якої або твердої пшениці з житом.

Форми тритикале до геномного складу яких входять геноми двох видів роду *Triticum* L. (пшениця м'яка і пшениця тверда) та жита вважаються тривидовими. Вперше тривидові гексаплоїдні тритикале отримав А. Ф. Шуліндін. Під його керівництвом у 1970 році проведено схрещування кращих сортів пшениці м'якої (Безоста 1, Миронівська 808, Миронівська 65, Лютесценс 4, Білоцерківська 198, Лютесценс 390) з сортами жита Харківське 55, Харківське 194, Жито Читинське, Саратовське крупнозерне тощо. Перше покоління високостерильних міжродових гібридів запилювали пилом константного гексаплоїдного тритикале. Отримані амфідиплоїди не розщеплювалися за геномним складом на вихідні форми та не змінювалися за морфологічними ознаками і фізіологічними властивостями [151].

Практичним результатом проведеної гібридизації стало створення сорту тритикале озимого кормового напрямку використання Амфідиплоїд 1, який з 1976 р. було районовано у окремих областях України

[152]. Найвідомішими сортами тритикале, створеними під керівництвом А. Ф. Шуліндіна були Амфідиплоїд 206 (перший зерновий сорт районований у колишньому СРСР) і Амфідиплоїд 201 — зернового напрямку використання, Амфідиплоїд 3/5 — зерноукісного. В сучасних селекційних програмах сорт Амфідиплоїд 206 слугує цінним вихідним матеріалом і джерелом генів для поліпшення тритикале за зимостійкістю, скоростиглістю, технологічними властивостями зерна тощо. За його участю створено відомі сорти тритикале АД 42 і АД 60 (Україна), Дар, Тальва 100, Альмо та Уго (Польща), TF-12 (Румунія) [153–155].

У результаті досліджень проведених Ф. М. Парієм та І. П. Діордієвою впродовж 2007–2015 рр. створено чотиривидові форми тритикале озимого. Їх отримано гібридизацією тривидових гексаплоїдних форм тритикале із пшеницею спельта (*Triticum spelta* L.) і наступним запиленням гібридів першого покоління пилом константних форм тритикале. У створених форм спостерігався значний розмах мінливості за низкою морфологічних і господарсько-цінних ознак. За низки міжродових схрещувань та використання багаторазового індивідуального добору створено сорти тритикале озимого Наварра і Стратег [156, 157].

1.4 Селекційне вдосконалення пшениці за показниками якості зерна

Селекція є найдієвішим і найефективнішим методом поліпшення якості зерна і борошна пшениці. На думку О. І. Рибалки зі співавторами [158] вирішення проблеми поліпшення якості зерна пшениці потребує комплексного і багатогранного підходу. Це вимагає всебічного аналізу вихідного матеріалу з подальшим науково-обґрунтованим доббором батьківських компонентів за показниками якості зерна, вивчення закономірностей формоутворення та успадкування ознак високого вмісту білка і лізину, збалансованого амінокислотного складу, а також розробка нових і вдосконалення існуючих методів сортової агротехнології.

Над поліпшенням якості зерна пшениці працюють українські та закордонні вчені. Проте, практична реалізація рекомендацій селекціонерів супроводжується певними складнощами у зв'язку з мінливістю реакції сортів на вирощування в різних природно-кліматичних регіонах.

Якість зерна пшениці є однією з найскладніших генетично зумовлених селекційних ознак, що контролюється полігенно. Ефективні селекційні програми з поліпшення показників якості зерна пшениці розроблено в низці країн світу. Вони передбачають використання джерел якості з різними системами її генетичного контролю (тип Ред Рівер 68, тип Гленлі, лінії створені на основі давнього угорського сорту Банкуті 1201 тощо) [159, 160]; поліпшення якості зерна пшениці за міжвидової та міжродової гібридизації [161]; модифікація компонентного складу запасних білків [162] та інші нові, ефективні методи і прийоми поліпшення хлібопекарських властивостей та біологічної цінності зерна.

Найважливішим показником якості зерна пшениці є хлібопекарські властивості виготовленого з нього борошна. Основними чинниками, що визначають хлібопекарські властивості борошна, є білок і клейковина, вміст яких залежно від виду, сорту та умов вирощування і варіює в широкому діапазоні відповідно 10,0–25,0 % і 25–60 % [163].

Генетичний контроль запасних білків зерна пшениці інтенсивно досліджують понад два століття, розпочинаючи з роботи Бекари (1745) з ідентифікації та виділення клейковини пшениці. Білки за їх розчинністю умовно поділяють на чотири групи: альбуміни — розчинні у воді, глобуліни — в розчинах солей, проламіни — у 70%-му етанолі, глютеліни — у розчинах лугів. Кожна з фракцій — це складна суміш різних білків із переважанням тієї чи іншої складової.

Незважаючи на успіхи селекційно-генетичної науки, показник вмісту білка в зерні методами класичної селекції досі суттєво поліпшити не вдалося. Ця тенденція прослідковується впродовж усієї історії сучасної селекції на якість зерна [162, 164–167]. Нині ідентифіковано шість локусів, що впливають на вміст

білка в зерні. Локуси Pro-A1, Pro-A2, Pro-D1, Pro-D2, що локалізуються в хромосомах 5A і 5D. Ще два локуси знаходяться в хромосомах 2D і 6B. Найсильніший вплив на вміст білка в зерні серед усіх локусів має локус Pro-A1, позитивний ефект якого може становити до 1 % [168].

Важливою характеристикою хлібопекарської придатності зерна пшениці є клейковина, адже її якість і кількість істотно впливають на хлібопекарські властивості сорту і дають надійнішу оцінку, ніж вміст в зерні білка [169, 170]. Клейковина формується на основі білків гліадину та глютеніну. Фізичні показники її якості не залежать від співвідношення цих білків. Проте Р. А. Якимчуком [171] встановлено, що в результаті підвищення кількості гліадину частка глютеніну в зерні зменшується.

Генетичний контроль клейковинних білків пшениці здійснюється кластерами мультиалельних генів, що локалізовані в Gli/Glu локусах. Локуси високомолекулярних субодиниць глютенінів Glu-A1, Glu-B1 і Glu-D1 локалізовані на довгих плечах хромосом 1A, 1B, 1D пшениці м'якої, а локуси низькомолекулярних субодиниць глютенінів Glu-A3, Glu-B3, Glu-D3 – на коротких плечах хромосом 1A, 1B, 1D відповідно, Glu-B2 і Glu-B4 – на хромосомі 1B, Glu-D4 – на 1D, Glu-D5 на хромосомі 7D [172].

Гліадинові локуси Gli-A1, Gli-B1 та Gli-D1 розташовані на коротких плечах хромосом 1A, 1B, 1D, локуси Gli-A2, Gli-B2 та Gli-D2 – на коротких плечах хромосом 6A, 6B, 6D, локуси Gli-1 тісно зчеплені з відповідними локусами Glu-3. Комбінація алелей Glu-A3d, Glu-B3b, Glu-D3b у генотипі пшениці м'якої зумовлює високі технологічні, смакові і хлібопекарські властивості пшеничного борошна [172, 173].

Високі хлібопекарські якості зерна пшениці визначаються вмістом окремих компонентів глютенінів. Дослідженнями встановлено позитивний вплив поєднання алелей низькомолекулярних субодиниць глютенінів на силу, розтяжність і пружність тіста. Вченими Інституту селекції (Cambridge, United Kingdom) на чолі з П. Пейном [174] доведено існування тісної кореляційної залежності між алельним станом локусу Glu-1 і хлібопекарськими

властивостями пшениці. За використання серії рекомбінантно-інбредних ліній, отриманих від схрещування різних за якістю сортів пшениці Zhao Yan зі співавторами [175] довели існування тісної кореляційної залежності між присутністю–відсутністю окремих алелей Glu-1 локусу та показниками хлібопекарської якості досліджуваних зразків.

Подібні дослідження було виконано в інших лабораторіях світу за використання різноманітного генетичного матеріалу [92, 93]. Ці дослідження підтвердили, що практично кожен алель локусу Glu-1 позитивно або негативно впливає на показники хлібопекарської якості борошна пшениці. Вплив алелів локусу Glu-1 на якість борошна пшениці зазвичай кумулятивний. Інших суттєвих генетичних ефектів не було виявлено. Доведено, що найсильніший вплив на якість борошна пшениці мають алелі локусу Glu-D1. За ним ідуть локуси Glu-B1, потім Glu-A1 [99, 176].

У дослідженнях О. І. Рибалки [176] зазначено, що успадкування вмісту клейковини нащадками відбувається добре і оцінювання цього показника в селекційному матеріалі є обов'язковим. За насичувальних схрещувань з сортами сильної пшениці Одеська 161 і Одеська 267 спостерігали зміщення успадкування цієї ознаки у бік материнської форми і поліпшення якості клейковини у гібридів F_{2-4} . За насичення сортом з низькими показниками якості ознака успадковується від гіршої з батьківських форм. Це підтверджує необхідність обґрунтованого добору батьківських пар для гібридизації за показниками якості зерна. У популяціях F_{2-4} за широкого розмаху мінливості отримано позитивні й негативні трансгресії.

Вміст білка та клейковини у зерні пшениці залежить від генетичного потенціалу сорту та умов довкілля, зокрема, від кількості опадів, температури повітря в період наливання і дозрівання зерна, умов зрошення, забезпеченості поживними речовинами тощо [163]. Вчені дійшли висновку, що варіабельність цих ознак лише частково зумовлена генотипом, все інше — результат дії умов вирощування або взаємодії генотип $\times$ середовище [167, 179]. Встановлено інші закономірності генетичної мінливості за вмістом білка та клейковини, зокрема,

ярі пшениці перевищують озимі за цими показниками, тетраплоїдні види містять більше білка і клейковини, ніж гексаплоїдні, за однакових умов вирощування резистентні до мутагенів рослини містять більше білка в зерні, ніж нестійкі тощо [180].

Виявлено негативну кореляційну залежність між вмістом у зерні білка та компонентами структури врожаю (маса зерна, крупність зернівки, кількість зерен з колосу, кількість зерен з рослини, урожайність) [175]. Це вказує на складність поліпшення сортів пшениці м'якої за вмістом у зерні білка. Встановити причини таких кореляцій і визначити способи їх зміни можна лише детальними генетичними дослідженнями, що дадуть чітке уявлення про генетичний контроль цих ознак та закономірності формоутворення за використання різних методів селекції.

Якісні зміни у селекції на одночасне поліпшення продуктивності та якості можливі за умови створення нового типу рослин, що об'єднують в одному генотипі такі від'ємно корелювальні ознаки, як висока продуктивність та якість зерна з комплексною стійкістю до хвороб і шкідників [167]. Зробити це неможливо без генетичних джерел цінних ознак генофонду світових колекцій [181].

Для досягнення успіху важливо своєчасно і об'єктивно в масі селекційного матеріалу ідентифікувати перспективні форми за якістю. Оскільки кількість насіння в перших поколіннях гібридів незначна важливо оцінювати потенціал якості зерна методами, що не потребують знищення насіннєвого матеріалу, зокрема, за показниками крупності зерна, його однорідності, виповненості, склоподібності тощо. Особливо важлива склоподібність зерна від якої залежить консистенція ендосперму та вихід борошна. Склоподібність позитивно корелює із силою борошна і має високий коефіцієнт успадкування. Це дозволяє використовувати її маркером для добору на ранніх етапах селекційного процесу [182].

За поліпшення якості зерна злакових культур актуальною проблемою для селекціонерів є виявлення існуючих і створення нових генетичних джерел

цінних ознак. Таких джерел серед світового генофонду елітної зародкової плазми мало, більшість із них пристосовані до вузько ендемічних ґрунтово-кліматичних умов, нестійкі до хвороб і шкідників, поширених на території України. Серед занесених у Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2023 р., за якістю зерна 120 сортів пшениці належить до сильних, 69 — до цінних, а сортів, віднесених до надсильних пшениць — не зареєстровано [68]. Тому необхідно створювати власний генофонд на основі вдосконалення існуючих та розробки нових методів селекції.

Джерелами селекційно-цінних ознак є елітна зародкова плазма злаків, що зберігається в національних генетичних банках і колекціях, споріднені види і роди, міжвидові та міжродові гібриди, індивідуальні клоновані гени рослин тощо. Генетична колекція пшениці м'якої озимої Національного центру генетичних ресурсів рослин України нараховує понад 5000 зразків з понад 50 країн світу. В ній поєднано генетичне різноманіття за 29 ознаками та 144 рівнями їх прояву [183].

У науковій літературі зустрічаються дані про те, що одним з перспективних джерел поліпшення хлібопекарської пшениці м'якої за вмістом білка в зерні є дикорослий вид пшениці *Triticum dicoccoides* (Koern.) Schweinf., у якого на хромосомі 6В ідентифіковано локус, що сприяє підвищенню вмісту в зерні білка. Використання генетичної плазми виду *Triticum dicoccoides* (Koern.) Schweinf., що характеризується варіабельністю локусів Gli/Glu та екстра експресією окремих субодиниць високомолекулярних глютенінів, дає змогу отримати цінний селекційний матеріал з високим вмістом білка в зерні, поліпшеними характеристиками хлібопекарської і технологічної якості.

Заміщення відповідного сегменту хромосоми 6В пшениці м'якої на аналогічний сегмент цієї хромосоми дозволяє підвищити вміст у зерні білка [184]. В Японії за гібридизації видів *Triticum dicoccoides* (Koern.) Schweinf з *Triticum aestivum* L. отримано понад 100 нових ліній, з яких 20 % перевищували вихідну лінію *Triticum aestivum* L. за масою 1000 зерен на 5 г, скловидністю зерна

– на 10 % і вмістом білка – на 4 % [185].

Колекція генетичного банку Німеччини налічує понад 120000 зразків різних сільськогосподарських культур, з яких понад 15000 зразків – пшениця [186]. Генетична плазма німецьких пшениць є цінним джерелом високої продуктивності і широко залучена до селекційних програм низки країн Європи, зокрема, Австрії та Швеції. Проте, основну увагу німецьких селекціонерів зосереджено на високій продуктивності, тому їх сорти мають низьку якість зерна, слабкі холодо- й посухостійкість, пізньостиглі.

Нині в Китаї розгорнуто дослідження з розширення генетичного різноманіття пшениці, що дало можливість створити мережу центрів збереження зародкової плазми [187]. Генофонд китайських сортів злаків широко залучається до процесу створення нового селекційного матеріалу.

У Франції створено і проаналізовано колекцію з 372 зразків пшениці. У колекції зібрано 200-річні зразки і нові сорти та місцеві популяції [188]. Французькі селекціонери оцінюють зразки за трьома групами ознак, зокрема, ріст і розвиток рослин, якість зерна та хлібопекарські властивості. Середній вміст білка у зерні пшениці французької селекції варіює в межах від 10,9 до 19,2 %. Порівняльний аналіз колекційних зразків вказує на значні генотипові відмінності за рідкісними алелями якості зерна і суттєве звуження різноманіття генетичної плазми у сучасних сортів. Однією з причин такої тенденції вважають спрямовану селекцію на поліпшення конкретного показника [189].

В Італії у генетичних банках зібрано зразки понад 55 видів зернових колосових культур [190]. Широкою різноманітністю генофонду пшениць вирізняється генетичний банк Великої Британії [191, 192].

Грунтовні селекційні дослідження з поліпшення пшениці розгорнуто в Угорщині. Її сорти характеризуються високою продуктивністю. Завезений з Угорщини сорт-рекордсмен урожайності Банатка залучений до створення знаменитого сорту Українка 0246. В угорського сорту пшениці Bankuti 1201 ідентифіковано точкову генетичну мутацію – заміна цитозину на гуанін у триплеті генетичного коду. Це спричинило заміну амінокислотного залишку

серину на цистеїн у білковій молекулі глютеніну, що поліпшило фізичні властивості клейковини [193]. На основі цього сорту виділено декілька нових ліній-носіїв генів, що кодують синтез високомолекулярних глютенінів. За останні 30 років в Угорщині створено і районовано високопродуктивні короткостеблові сорти GK Fertodi, GK Fertodi 2, GK Fertodi 3, MV 4, Lupo, Kiszombori 2, GK 7750, GK 7753, що характеризуються високою посухостійкістю та стійкістю до хвороб [193].

В Україні масштабні дослідження із селекційно-генетичного вдосконалення показників якості зерна пшениці та наукового обґрунтування закономірностей поліпшення якості проведено в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення НААН України. Сорти Панна та Альбатрос одеський, що відселектовано вченими цього інституту є визнаними в Україні еталонами якості зерна [194]. Вченими інституту проаналізовано генетику накопичення білків і крохмалю в зерні та показано їх роль у формуванні показників якості пшениці. Проаналізовано селекційні методи поліпшення якості зерна та обґрунтовано технологічну спеціалізацію сортів пшениці.

Ефективним методом поліпшення показників якості зерна пшениці є експериментальний мутагенез. Болгарськими вченими за дії азиду натрію у поєднанні з гамма-опроміненням на сорти Момчил, Победа, Катя було відібрано перспективні лінії пшениці озимої з високою якістю зерна та потенціалом продуктивності [195].

Засновником мутаційної селекції пшениці озимої на короткостебловість і якість зерна в Україні є В. В. Моргун. Досліджуючи вплив діетилсульфату на насіння пшениці сорту Миронівська ювілейна, він створив короткостебловий сорт Киянка з високими показниками якості зерна [196, 197]. За дії нітрозоетилсечовини на насіння пшениці озимої та електрофоретичного аналізу отриманого насіння О. Кіщенком зі співавторами [198] виділено мутанти зі змінами у глютеніновому комплексі, зокрема, у спектрі локусу Glu-B1 замість субодиноць 7 і 9, що були у вихідної форми та ідентифіковано нову субодиноцю.

Нова мутантна форма характеризувалась розвиненішим габітусом рослин, широкими листками, великим колосом, твердішим зерном.

Ефективним методом розширення спадкової мінливості та добору нових селекційних форм із поліпшеною якістю зерна пшениці є поєднання методів експериментального мутагенезу і генетичної трансформації. У дослідженнях вчених Китаю насіння чотирьох сортів пшениці опромінювали пульсивним пучком іонів N^+ і занурювали в розчин ДНК сої. У дослідних варіантах виявлено мутантні форми, що містили у зерні до 21,4 % білка за його вмісту у вихідних сортів 14,0–14,7 %. Вчені вважають, що генетична трансформація пшениці за допомогою посередника (наприклад ДНК сої) та опромінення низькоенергетичними іонами є ефективним методом індукції утворення змінених форм з підвищеним вмістом білка [199].

Застосування мутагенних чинників зумовлює високу ймовірність індукції окремих мутацій певного гена або групи генів, що контролюють якісні показники. Зокрема, сферокоїдний фенотип у виду *Triticum aestivum* L. виникає внаслідок мутації в одному з трьох локусів S1, S2, S3, що локалізовані в коротких плечах хромосом третьої гомеологічної групи. Поява сферокоїдних мутантів пов'язана з дуплікацією групи тісно зчеплених генів, що успадковуються монофакторно. У мутантів підвищений вміст у зерні білка й клейковини, вони є цінними донорами у селекції на якість [200].

Трансформація пшениці генами високомолекулярних субодиниць глютенінів підвищує якість запасних білків зерна в трансформованих рослин [201]. Групою вчених на чолі з S. Nakka розроблено систему трансформації нестиглих зародків, що базується на мікробомбардуванні та використанні плазмід. Отримані таким способом форми пшениці озимої стійкі до гербіцидів і мають високу якість зерна [202]. На основі ефективних методів трансформації за участю агробактеріальних систем Shewry P. R. та Jones H. D. [203] створили не лише стійкі до гербіцидів форми, а й форми з високоякісним зерном (лінії L 88-31, 72-8-116, 102-1-2).

Індійськими ученими розроблено й запропоновано ефективний метод отримання трансгенних рослин пшениці м'якої, що базується на *Agrobacterium*-опосередкованій трансформації нестиглого насіння пшениці. Розроблений метод суттєво спрощує процес трансформації оскільки виключає трудомісний процес отримання калюсу. Частота трансформації при цьому становить 9,6 % [204]. Дослідження з удосконалення методів експериментального мутагенезу в поєднанні з генетичною трансформацією дають змогу значно розширити спектри спадкової мінливості.

Найвища вірогідність отримання сорту з високими показниками якості зерна існує за гібридизації двох сильних за якістю сортів або за схрещування сильної материнської форми із неістотно слабшим батьківським компонентом. За схрещування сортів, що суттєво відрізняються за якістю зерна, вміст білка в зерні нащадків буде наближатися до показників гіршої з батьківських форм [205, 206]. Успадкування показників якості зерна пшениці відбувається за материнською лінією. Тому, отримання нащадків з високими показниками якості зерна можливе лише за використання в якості материнської форми надсильних або сильних за якістю сортів, зокрема, Панна, Куяльник, Скарбниця, Альбатрос одеський, Подолянка, Повага, Зорепад, Ремеслівна, Веснянка, Селянка, Ніконія, Коломак 5, Місія одеська, Донецька 46, Українка 0246 (Україна), Фундуля 5 (Румунія) тощо [207].

Одним із критеріїв якості зерна пшениці є його твердість, що зумовлена генетичними особливостями сорту, умовами і технологією вирощування тощо. Від твердості зерна залежить величина енергії помелу, комерційний вихід та технологічна якість борошна, водопоглинальна спроможність, вихід хліба та його якість тощо [208].

Французькі вчені довели, що за останні дев'яносто років відбулося зростання твердості зерна пшениці удвічі [177]. Причиною цього є відсутність комерційного інтересу до м'язозерних сортів, внаслідок чого ознака твердості в селекційному процесі не контролюється [209]. Майже всі сорти пшениці української селекції та більшість сортів світового генофонду –

твердозерні або екстратвердозерні. М'якозерна пшениця ідеальна для виробництва багетів, крекерів тощо. Сорти кондитерського напрямку повинні мати м'яку консистенцію зернового ендосперму зерна, тоді як хлібопекарські сорти мають бути твердозерними. Із твердого зерна виготовляють макаронні вироби.

Ознака твердозерність/м'якозерність контролюється генами, що локалізуються на короткому плечі хромосоми 5D у *Ha* (*Hardness*) локусі. Ці гени кодують три поліпептиди, що є складовими білка фріабіліну: пуроіндоліни *a* (*Pina-D1*) і *b* (*Pinb-D1*) та Grain softness protein (*GSP 1*). Мінливість ознаки твердозерність зумовлена різними комбінаціями пуроіндолінових генів *Pina-D1* і *Pinb-D1*. Селекційно можливо впливати на величину твердості зерна, адже цей показник має високий коефіцієнт успадкування [208, 209].

Аналіз алельного стану генів пуроіндолінінів у генотипах вітчизняних сортів пшениці проведений ученими [208] дозволив встановити, що більшість сортів мають алелі *Pina-D1* і *Pinb-D1*, що характерні для твердозерних пшениць. При цьому сорти із зазначеними алелями істотно варіювали за фізичним показником твердозерності. Тому, припускається, що окрім генів пуроіндолінінів, на ознаку твердозерності впливають і інші генетичні детермінанти.

Вчені [210] вказують, що перспективним напрямком селекції пшениці на якість зерна є створення білозерних сортів. Зерно таких сортів під час переробки забезпечує утворення незначної частки висівок, що значно підвищує її харчову цінність і не знижує при цьому економічної ефективності вирощування. Генетичний контроль забарвлення зерна пшениці забезпечується трьома домінантними генами *R1/r1*, *R2/r2* та *R3/r3* з кумулятивним ефектом. Домінантні алелі цих генів зумовлюють червоне забарвлення зернівки. Генотип білозерної пшениці містить три гени *r1/r1*, *r2/r2*, *r3/r3* у рецесивному гомозиготному стані. Насичення генотипу домінантними алелями цих генів призводить до збільшення інтенсивності червоного забарвлення зернівки. Пшениця з білозерним генотипом вищеплюється за схрещування сортів з неалельними генами *R/r*, але і

в цьому випадку виникають складнощі в доборі селекційно-цінних генотипів із білою зернівкою.

Створення оригінального селекційного матеріалу, у якого комбінується мінливість за твердістю із різним забарвленням зернівки (біле, чорне, ервон, фіолетове тощо) ініціює появу нового напрямку селекції пшениці круп'яного використання: твердозерного для виробництва крупи і м'якозерного та екстрам'якозерного для виробництва пластівців. Це дозволить виокремити новий напрямок селекції та створити сорти із поліпшеною харчовою цінністю зерна [211].

Перспективною сировиною для виготовлення високоякісного хліба та локшини нині набула пшениця ваксі. Вони містять три неактивні алелі Wx-локусів, що призводить до блокування синтезу амілази і знижує вміст крохмалю в зерні практично до нуля. Пшениця з одним чи двома нуль-алелями Wx-локусів має занижений вміст амілази і називається часткововаксі [212–214]. В СГІ–НЦНС НААН створено сорт екстра-м'якозерної білозерної пшениці Білява, що має високу стійкість проти фузаріозу та альтернаріозу і має високий вміст життєво важливих мікроелементів, вітамінів (особливо групи В) та білків [215, 216].

Порівняльний аналіз поліморфізму Wx-генів показав, що більшість сортів пшениці української селекції не містить нуль алелів за Wx-генами. Ці алелі можуть слугувати маркерами для добору селекційних ліній і зразків з низьким вмістом амілози у зерні. Тому, залучення до селекційного процесу сортів, що несуть нуль алелів за Wx-генами є ефективним методом генетичного контролю та пришвидшення селекційного процесу [209].

За створення сортів сильної за якістю пшениці широко застосовується внутрішньовидова гібридизація місцевих сортів з високою врожайністю та якістю зерна з представниками географічно віддалених форм з високою якістю зерна [217–219]. Вказаним методом створено сорт Безоста 4, (Лютесценс 17 / Скороспелка 2 (Kanred-Fuicaster 266287, США // Klein 33, Аргентина)), з якого

методом індивідуального добору створено відомий у всьому світі сорт з високою якістю зерна Безоста 1.

Віддалена гібридизація була і залишається основним методом індукування генетичної мінливості. Інтрогресія в пшеницю ефективних генів продуктивності зерна та його якості від культурних видів і диких родичів злакових є актуальною [220]. Для передачі корисних генів від диких співродичів до пшениці м'якої широко використовуються синтетичні геномно-заміщені та геномно-додані форми. Такі форми зберігають цінні ознаки диких видів, мають однаковий з пшеницею м'якою рівень плоїдності, відносно легко з нею схрещуються і забезпечують формування фертильного життєздатного потомства. При цьому в нащадків поєднується високий вміст білка, резистентність до хвороб і шкідників тощо [221]. Труднощі віддаленої гібридизації пов'язані з успадковуванням негативних ознак.

Вирішення проблеми якості зерна та її поєднання з високою продуктивністю пов'язано з використанням пшенично-житніх транслокацій і генетичного матеріалу локалізованого на 1А хромосомі пшениці. Пшенично-житню транслокацію короткого плеча хромосоми 1R жита на довге плече хромосоми 1А пшениці 1AL/1RS вперше було отримано у США, де за її участю створено сорти Amigo, TAM 107, Century, TAM 200, TAM 201, TAM 202, Nekota, Niobrara, OH 416. Наявність транслокації забезпечила цим сортам високу стійкість до попелиці та борошнистої роси [222, 223].

В Україні вченими Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН України та Інституту фізіології рослин і генетики НАН України створено низку сортів пшениці (Етюд, Експромт, Веснянка, Смуглянка, Колумбія), що мають високу адаптивність, стійкість до хвороб, високий потенціал урожайності та якості зерна [215].

Отже, поліпшення показників якості зерна пшениці нині залишається пріоритетним напрямком селекції, що зумовлює необхідність проведення ґрунтовних досліджень генетичного контролю та закономірностей успадкування показників якості. Для досягнення позитивних змін у селекції на якість зерна

необхідно розробляти селекційні програми і проводити систематичні дослідження зі створення вихідного матеріалу з відмінними показниками якості зерна та удосконалювати системи ідентифікації і добору селекційного матеріалу для створення вихідного матеріалу та на його основі нових високоврожайних сортів з відмінною якістю зерна.

1.5 Методи розширення генетичного різноманіття тритикале

За останні роки спостерігається значне розширення морфогенетичного різноманіття тритикале. Селекційні програми вітчизняних і зарубіжних науково-дослідних установ спираються на широке різноманіття первинних типів амфідиплоїдів, що несуть спадкову основу стародавніх і сучасних сортів озимих та ярих пшениць і жита [224].

Збагачення генетичного різноманіття тритикале істотно залежить від розробки нових методів їх створення. Формування нових типів поліплоїдних форм зернових культур стала можливою завдяки використанню двох груп методів. В основу першого покладено експериментальне подвоєння кількості хромосом у соматичних клітинах [225]. Другий – базується на використанні за гібридизації процесів рекомбінації [226].

Розроблено нові підходи, способи, прийоми створення і поліпшення амфідиплоїдів за використання пшениці й жита, а також створення секалотрітікум (тритикале з цитоплазмою жита) [227]. Обов'язковою умовою поліпшення тритикале вчені визнають безперервне створення нових ліній амфідиплоїдів за використання первинних схрещувань сортів пшениці і жита інтенсивного типу, з підвищеною стійкістю до вилягання, високою врожайністю та кормовими і хлібопекарськими властивостями [224, 226].

Головним завданням подальшої селекційної роботи з тритикале є підвищення хлібопекарських властивостей, створення гетерозисних форм, підвищення продуктивності, створення сортів зі збалансованим вмістом цукрів і підвищеним рівнем екстрактивності для виробництва біоетанолу, зниження

проростання зерна в колосі, створення сортів пивоварного напрямку використання зі зниженим вмістом білка [224, 227].

Значний внесок в розширення біорізноманіття тритикале зробили вітчизняні і зарубіжні вчені, зокрема, Г. К. Мейстер, А. І. Державін, А. Мюнтцинг, В. Є. Писарєв, М. А. Махалін, В. Ф. Дорофєєв, А. Ф. Шулиндін, М. Г. Максимов, О. І. Рибалка, Г. В. Щипак, В. І. Москалець, Н. А. Литвиненко, В. К. Рябчун, Е. Н. Лартер, G. Nakajima, А. І. Грабовець, Ю. Г. Сулима, Ф. М. Парій.

На кожному рівні плоїдності пшенично-житніх амфідиплоїдів можлива широка міжлінійна, а на гексаплоїдному рівні — міжсортна гібридизація [228–231]. Міжсортна селекція є основною під час створення комплексноцінних сортів [229, 230]. Цінні в селекційному відношенні форми вторинних тритикале формуються у потомстві гібридів за схрещування амфідиплоїдів різного рівня плоїдності. Широкий рекомбінаційний та мутагенний потенціал є джерелом вихідного матеріалу для селекційного процесу [232]. Рекомбінація у тритикале дозволяє на основі первинних ліній створити генетичну систему, взаємодія геномних компонентів якої буде позбавлена цитологічних і фізіологічних порушень, поліпшити біологічний потенціал та господарсько важливі ознаки і властивості [233–236].

Однак внутрішньовидова гібридизація не здатна вирішити весь спектр проблем сучасної селекції культури. Віддалена гібридизація пов'язана з низкою труднощів, серед яких генетична невідповідність батьківських компонентів, низька зав'язуваність гібридних зернівок, стерильність гібридів першого покоління, високий рівень постгамної несумісності тощо. Тому, особливої актуальності набуває пошук способів і прийомів подолання генетичної несумісності пшениці й жита та пришвидшення процесів генетичної стабілізації нових форм [237].

Ефективним способом подолання цих перешкод є використання *Kr* генів, регулювання рівня плоїдності генома за використання колхіцину та біотехнологічних методів (культури нестиглих зародків і молодих суцвіть) [238–

240]. Встановлено, що за використання ліній пшениці з *Kr* генами за створення первинних тритикале зав'язуваність гібридних зернівок збільшується в 7,1 рази [238, 239]

Зацікавленість викликає питання отримання пшенично-житніх амфідиплоїдів з різним набором хромосом у соматичних клітинах, у першу чергу це октаплоїдні ($2n = 8x = 56$) і гексаплоїдні ($2n = 6x = 42$) тритикале. З історії створення тритикале відомо, що перші амфідиплоїди були в основному октаплоїдними формами. При цьому вважалося, що кількість хромосом $2n = 8x = 56$ у октаплоїдів занадто велика для нормальної кон'югації хромосом у мейозі [241, 242]. Однак, японський вчений Дж. Накаджіма [243] за схрещування тетраплоїдної пшениці ($2n = 4x = 28$) з диплоїдним житом ($2n = 2x = 14$) отримав результати, що спростували вказане припущення. У його експерименті гексаплоїдні тритикале мали аномальну мейотичну кон'югацію і низьку фертильність пилку.

Згодом американськими вченими А. J. Lukaszewski і J. P. Gustafson [146] було доведено, що октаплоїди цитогенетично менш стабільні, ніж гексаплоїдні тритикале. Частота анеуплоїдії серед октаплоїдних тритикале в зазначених дослідках була набагато вищою, ніж у гексаплоїдних: 62,7 % у загальній популяції і 40,1 % серед нащадків еуплоїдів в октаплоїдних лініях. Тоді як у гексаплоїдних форм отримано, відповідно, 15,2 і 10,3 %. Згодом також було доведено, що октаплоїдні тритикале поступаються гексаплоїдним за цитологічною стабільністю, фертильністю пилку, продуктивністю колоса, виповненістю зерна. В результаті вченими було зроблено висновок, що для тритикале оптимальним є гексаплоїдний рівень плоїдності [244–247].

Вже в 1958 році на Першому міжнародному симпозіумі з генетики пшениці було заявлено про перспективність вирощування гексаплоїдних форм тритикале. Різні лінії октаплоїдних тритикале суттєво відрізняються за фертильністю пилку та продуктивністю, що перешкоджає їх використанню у сільськогосподарському виробництві, проте дає можливість використовувати їх цінним вихідним матеріалом для селекційно-генетичного поліпшення

гексаплоїдних форм тритикале та створення нових високопродуктивних сортів [224].

Різнопланову роботу з вивчення можливостей розширення біорізноманіття тритикале, створення амфідиплоїдів з принципово новими ознаками і властивостями проведено в Японії Г. Накаджімою [243]. Ним було проведено низку схрещувань багатьох видів пшениці і жита у різних комбінаціях. В експериментах використано вісім видів полби і вид *Triticum timopheevii*, що схрещували з сімома видами жита. У потомстві гібридів відбиралися перспективні фертильні лінії, що повторно схрещували з м'якою пшеницею та житом. В результаті отримано широкий спектр потрібних пшенично-житніх гібридів *Triticum* L. $\times$ *Secale* L. $\times$ *Haynaldia* L. У дослідженнях також схрещували види роду *Aegilops* L. з *Triticum* L. і *Secale* L.

В сучасній селекції широко практикується метод схрещування тритикале різного еколого-географічного походження і різних рівнів плоїдності один з одним, а також беккросування амфідиплоїдів з високопродуктивними, адаптованими до місцевих умов сортами пшениці або жита. Селекційні програми такого напрямку розроблено і впроваджено в багатьох країнах світу, зокрема, в Казахстані, Польщі, Німеччині, Австрії, Румунії, Мексиці, Швеції, Канаді, США [224–234].

В Україні в таких науково-дослідних установах, як Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла НААН України, ННЦ «Інститут землеробства» НААН України, Інститут зернових культур НААН України, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення НААН України, Уманський національний університет, Інститут кормів НААН України тощо [247–252].

Селекційні програми вдосконалення тритикале включають низку методів, що передбачають гібридизацію октаплоїдних форм з гексаплоїдними,

схрещування між собою октаплоїдних ліній, схрещування між собою гексаплоїдних ліній, схрещування гексаплоїдних тритикале з гексаплоїдною пшеницею, гібридизацію гексаплоїдних і октоплоїдних тритикале з житом тощо. При цьому гібридизація і добір кращих форм з включенням у геном гексаплоїдних тритикале зародкової плазми пшениці м'якої, що підвищує їх генетичну стабільність [224, 249].

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва сформовано оригінальний генофонд тритикале, значна частина якого передана у світову колекцію. Колекція сортозразків тритикале Інституту рослинництва налічує понад 3000 зразків, зокрема, озимих – 45,1 %, напівозимих – 2,2, яроозимих – 44,8, пізніх ярих – 4,6, гібридних популяцій – 3,3 %. Найбільшу частку, понад 40 %, в колекції нині займають зразки тритикале вітчизняного походження [248, 250, 251]. Окремі зразки характеризуються підвищеною продуктивністю, адаптивністю рослин до лімітувальних чинників навколишнього середовища, стійкістю проти основних грибкових хвороб та шкідників, високою якістю зерна та високими технологічними властивостями.

Сорти створені вченими цього інституту широко використовуються в нашій країні і за кордоном для створення нових перспективних генотипів тритикале [248]. Колекція зразків тритикале національного центру генетичних ресурсів рослин України є основним джерелом генів високої продуктивності, стійкості до стресів, скоростиглості, низькорослості, якості зерна та інших цінних для селекції ознак.

Значний внесок в розширення біорізноманіття тритикале зробили вчені Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення НААН України. На полях інституту щорічно висіваються і аналізуються численні зразки тритикале різного рівня плоїдності та типу розвитку. Значну кількість перспективних сортів і ліній зареєстровано у колекції Національного центру генетичних ресурсів України.

Центр CIMMYT (Мексика) успішно веде селекцію на якість зерна тритикале ярого та озимого типу розвитку. Деякі сорти цього центру за якістю

клейковини і хліба не відрізняються від пшениці м'якої. Біля 20 % ліній CIMMYT несуть в геномній формулі 6D/6A заміщення хромосом, що сприяє комбінації кращих якісних показників обох батьків, зокрема, хлібопекарської якості зерна пшениці та високого адаптивного потенціалу жита [253, 254].

У Польщі також ведеться активна селекція тритикале. Створені сорти Lasko, Grado, Dagro, Presto, що використовуються в хлібопеченні. В Італії отримано сорт Mizar, придатний до виготовлення білого хліба без добавляння іншого борошна. У Бразилії тритикале використовують для виготовлення хліба в суміші з пшеницею, де 70 % – борошна з тритикале і 30 % – пшеничного борошна [255].

Важливим напрямком селекційно-генетичного вдосконалення тритикале є використання гена сферококкоїдності для створення нових сортів тритикале зернового напрямку використання. Зазначений ген перенесено в тритикале від сорту шарозерної пшениці (*Triticum sphaerococcum* Perc.) Шарада, що відрізняється високою якістю зерна (надсильна пшениця), має вміст білка – до 19 %, клейковини – до 38 % та підвищений вихід борошна. Ефект гена шарозерності супроводжується вкороченням всіх вегетативних і генеративних органів, еректоїдністю листової пластинки і кращим розвитком механічних тканин стебла [258]. Схрещування сорту гексаплоїдного тритикале Валентин 90 з сортом пшениці шарозерної Шарада забезпечило отримання низки цінних ліній з врожайністю понад 9,4 т/га, що перевищувало вихідний сорт тритикале на 0,4 т/га та пшениці – на 4,8 т/га.

Одним із ефективних шляхів розширення генетичного різноманіття тритикале є отримання генотипів житньо-пшеничних амфідиплоїдів з цитоплазмою жита (сорти Радзіма, Калінка, Сяброувка, Верасень і ін.), а також гексаплоїдних секалотрітікум (сорти Самсун, Уго, Діброва, Кастусь, Ідея, Гренада, Модуль та ін.). Нині створено понад 120 гібридних форм секалотрітікум F₁–F₃ (геномна формула RRAABB, 2n = 6x = 42), більшість з них вирізняються

високою цитологічною стабільністю та фенотиповою однорідністю і вирівняністю [259].

Проведено низку схрещувань зразків жита озимого з домінантною короткостебловістю (материнська форма), з різними сортами тритикале озимого (батьківська форма), в результаті чого отримано форми тритикале з цитоплазмою жита – секалотрітікум. У отриманих нащадків відмічено значний формоутворювальний процес і розщеплення за висотою рослин. За використання дворазового відбору в пізніх поколіннях гібридів (F_{15}) отримано високоврожайну лінію секалотрітікум Столичний, що характеризується високою продуктивною кущистістю, стійкістю проти бурї іржі, підвищеними біохімічними показниками якості зерна (вміст білка в зерні понад 15 %, клейковини – понад 30 %) [260–263].

Для розширення генофонду та біорізноманіття тритикале доцільним є використання методів сучасної біотехнології. В Україні метод культури пиляків *in vitro* в селекції тритикале вперше почали використовувати вчені Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Це дозволило отримати гомозиготні лінії, суттєво пришвидшити селекційний процес, підвищити надійність оцінювання селекційного матеріалу, зменшити обсяги селекційних робіт. Лінії дигаплоїдів відповідали вимогам Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин щодо відмінності, однорідності та стабільності за розмноження і були цінним матеріалом для різноманітних генетичних досліджень [264].

На думку С. В. Пикало та С. І. Волощук [265, 266], вагомим чинником подальшого вдосконалення методу культури пиляків *in vitro* у селекції тритикале може бути аналіз залежності інтенсивності морфогенезу від стадії розвитку мікроспор, модифікації живильного середовища, температурного режиму культивування, складу живильного середовища для регенерації рослин *in vitro* і умов вирощування рослин-регенерантів. Подальші дослідження передбачають регенерацію дигаплоїдів з гібридів тритикале ярого, одержаних на

основі позитивної реакції на культуру пиляків *in vitro* сортів і ліній тритикале ярого.

У результаті досліджень проведених С. В. Пикало зі співавторами [266, 267] у відділі біотехнології селекційного процесу Миронівського інституту пшениці НААН України підтверджено можливість досягнення амфідиплоїдного рівня в культурі клітин нестиглих зародків гібридів F_1 , що отримані за віддалених схрещувань та обробкою низькими температурами і кофеїном, а також удосконалено прийоми ембріокультури та культури нестиглих зародків віддалених гібридів F_1 .

За використання ембріокультури отримано пшенично-житні амфідиплоїди. Вчені відзначають, що середня зав'язуваність гібридних зернівок у схрещуваннях пшениця м'яка озима $\times$ жито озиме становила 15,3 % з варіюванням від 4,1 до 35,0 %, вихід зародків – 80,5 % від загальної кількості сформованих зернівок. Фертильність гібридів першого покоління відновлювали запиленням пилом константних гібридів або сортів гексаплоїдного тритикале [268].

Метод ембріокультури використовують не тільки для отримання первинних тритикале, а і в інтерплоїдних схрещуваннях, а також за гібридизації тритикале з пшеницею м'якою для подолання постгамної несумісності [269, 270]. Зазначений метод забезпечує максимальне збереження генотипів. Крім того, яровизація рослин з озимим типом розвитку може здійснюватися в умовах *in vitro*. Для пришвидшеного отримання гомозигот за різних типів схрещувань застосовують культуру пиляків. Вихід ембріогенних пиляків у первинних гексаплоїдних тритикале в дослідженнях С. В. Пикало і С. І. Волощук [265] становив 7,4–22,4 %, новоутворень – 9,1–42,0 %, регенерантів – 6,6–45,8 %.

Важливим методом створення і розширення генофонду тритикале є експериментальний мутагенез. Раніше цей метод широко використовувався для отримання гексаплоїдних і октаплоїдних амфіплоїдів. Ще в 1936 році американський вчений Е. Dorsey [271] отримав октаплоїдне тритикале методом

індукованого фізичного мутагенезу, зокрема, температурного шоку під впливом високої температури на квітучі колоски з неподвоєним набором хромосом пшенично-житніх гібридів F_1 . А. Ф. Шулиндін в 1960 році створив 42-хромосомні тритикале за схрещування пшениці твердої озимої (Гордеїформе 931 × Гордеїформе 11) з житом Харківська 55. Серед гібридних рослин F_1 після перезимівлі під впливом від'ємних зимових температур виявлено рослини, що сформували нередуковані гамети. Вони виявилися фертильними і давали повноцінне потомство. У цьому випадку також спостерігався ефект спонтанного фізичного мутагенезу.

Деякі вчені для створення нових форм тритикале успішно використовують екологічний мутагенез – вплив комплексу аномальних природних чинників на рослини або насіння. Наприклад, на основі домінантного гена низькостебловості жита отримано високопродуктивні, зимостійкі сорти тритикале озимого Цекад 90 і Сірс 57 з високою стійкістю рослин до вилягання і несприятливих умов перезимівлі. За весняної сівби упродовж кількох років з популяцій озимих форм відібрано спонтанні мутанти, що здатні закладати генеративні пагони без стадії яровизації. Таким чином створено дві ярі гексаплоїдні форми тритикале, одна з яких несе ген *Vrn1/vrn1*, а інша – *Vrn2/vrn2*. Окрім того, за складного схрещування (сорт пшениці м'якої озимої Філатовка × сорт тритикале озимого Сірс 57), отримано нову форму ярого гексаплоїдного тритикале, що переходить до генеративного розвитку завдяки експресії мутантного гена жита [272, 273].

Вплив екологічного мутагенезу на рослини з метою створення перспективних форм тритикале озимого використовували у своїх дослідженнях F. Pandini-Fernando зі співаторами [260]. Вони проводили сівбу тритикале ярого восени, що давало можливість складним природним чинникам осінньо-зимово-весняного періоду впливати на формування нових генотипів. Серед збережених після перезимівлі рослин близько 2–3 % форм виявлялися дворучками, інші морфотипи розщеплювалися і утворювали складні популяції з різним типом

розвитку. Таким чином створено скоростиглий високопродуктивний сорт тритикале озимого ТИ-17.

Вагомий внесок у створення, вивчення та розширення генофонду тритикале озимого внесли вчені зі США, зокрема, М. Mergoum, S. Sapkota, A. ElFatih, A. ElDoliefy, S. M. Naraghi, S. Pirseyedi, M. S. Alamri, W. AbuHammad [273–275]. Вони розглядали різні варіанти вирішення проблеми створення вихідного матеріалу для селекції короткостеблових гексаплоїдних сортів тритикале з комплексом цінних ознак. У пошуках донорів підвищеної продуктивності серед низькорослих форм вчені провели масштабну селекційну роботу з гібридизації різних сортозразків гексаплоїдного тритикале, що характеризуються короткостебловістю (75–85 см), з кращими зразками тритикале, що виділилися в багаторічних дослідженнях за комплексом селекційно-цінних ознак. У результаті створено понад 600 ліній тритикале, що різняться за проявом морфобіологічних ознак і властивостей та вирізняються наявністю окремих цінних ознак, зокрема короткостебловістю, стійкістю до вилягання, наявністю хромосомних заміщень, скоростиглістю, виповненістю зерна тощо.

В сучасній селекції для розширення генофонду тритикале зазвичай застосовують наступні типи схрещувань [246, 276, 277]:

- (пшениця м'яка $\times$ жито) $F_1 \times$ тритикале — біологічний метод;
- (тритикале $\times$ пшениця м'яка) $F_1 \times$ тритикале;
- (тритикале $\times$ жито) $\times$ тритикале;
- тритикале ($2n = 6x = 42$) $\times$ тритикале ($2n = 6x = 42$);
- тритикале ($2n = 8x = 56$) $\times$ тритикале ($2n = 6x = 42$).

Зазвичай селекція тритикале проходить в два етапи:

1. Синтез пшенично-житніх гібридів схрещуванням пшениці з житом. Одержане гібридне насіння має гаплоїдний набір хромосом обох батьків: 21 або 14 – пшеничних хромосом, сім – житніх. Схожість цього насіння низька, а рослини, що утворюються майже повністю стерильні.

2. Відновлення фертильності гібридів першого покоління, що залежить від походження вихідних видів або сортів, а також від умов вирощування. Гібриди між тетраплоїдною пшеницею та житом характеризуються вищою стерильністю, на відміну від гібридів першого покоління за участю гексаплоїдної пшениці [246, 276–279].

До основних методів подолання стерильності пшенично-житніх гібридів першого покоління належать:

- запилення гібриду пилом однієї з батьківських форм (пшениці або жита) [278];
- запилення гібриду F_1 пилом третього фертильного виду з такою ж кількістю хромосом [274];
- забезпечення оптимальних умов для проходження мейозу, гаметогенезу, запилення гібридів [274];
- проведення штучного самозапилення гібриду F_1 [278].

Однак, ці методи не досить ефективні. Тому вчені [280] пропонують на другому етапі, з метою відновлення фертильності подвоювати кількість хромосом у гібридів першого покоління обробленням рослини колхіцином і таким чином одержувати амфідиплоїди – рослини з подвійним набором хромосом батьківських форм. Це традиційний метод одержання первинних тритикале.

Метод прямого синтезу пшенично-житніх амфідиплоїдів базується на попередньому подвоєнні хромосом батьківських форм. Насіння пшениці та жита життєздатніше та краще реагує на колхіцин, ніж гібридне насіння. Цей метод розроблено в Канаді в університеті провінції Манітоба [246, 281]. Гексаплоїдні тритикале отримують схрещуванням октоплоїдної пшениці ($2n = 8x = 56$) з диплоїдним житом ($2n = 2x = 14$). Використання цього методу характеризується низьким виходом поліплоїдних форм за обробки рослин пшениці колхіцином. Частка подвоєння кількості хромосом нижча, ніж у гібридів першого покоління.

Основою для створення комплексно-цінних сортів тритикале є міжсортowa селекція. Для міжсортowych схрещувань важливо попереднє вивчення вихідного матеріалу, гібридологічний аналіз генетичного потенціалу, комбінаційних особливостей підібраних батьківських форм, що різняться спадковими задатками певних ознак і властивостей. При цьому цитогенетичним методом визначається кількість хромосом, полігенність чи моногенність ознаки, локалізація генів тощо [282].

Цінні в селекційному відношенні форми вторинних тритикале формуються в потомстві гібридів між амфідиплоїдами різного рівня плоїдності. Широкий рекомбінаційний і мутагенний потенціал тритикале є джерелом вихідного матеріалу для селекційного добору.

Рекомбінація тритикале дозволяє на основі первинних ліній створити у тритикале генетичну систему, взаємодію геномних компонентів якої позбавлено цитологічних та фізіологічних відхилень, поліпшити біологічний потенціал і господарсько важливі ознаки та властивості.

У тритикале розрізняють повну та неповну геномну рекомбінацію. Повна — відбувається в процесі схрещування двох форм тритикале. Вона може бути рівноплоїдною (між формами одного рівня плоїдності) та різноплоїдною (за участю форм різного рівня плоїдності) [283]. Неповна геномна рекомбінація спостерігається за схрещування тритикале з однією з батьківських форм і може відбуватися за геномом пшениці (тритикале $\times$ пшениця) або жита (тритикале $\times$ жито) [284].

Низка вчених відзначають, що внутрішньогеномна рекомбінація дає кращі результати на гексаплоїдному рівні, де внутрішньогеномні заміщення хромосом включають прості геноми пшениці. Вона проходить за гібридизації тритикале поміж собою та з пшеницею і житом [285–287].

З метою отримання широкого спектру внутрішньогеномної рекомбінації гексаплоїдних тритикале застосовують:

1. Схрещування октаплоїдних і гексаплоїдних форм тритикале з наступним беккросуванням гібриду першого покоління з гексаплоїдним

тритикале та відбір в потомстві гібридів та беккросів вторинних гексаплоїдних тритикале [278].

2. Гібридизацію гексаплоїдних тритикале з пшеницею м'якою, зворотні схрещування гібридів першого покоління з гексаплоїдним тритикале [280].

3. Гібридизацію октоплоїдних тритикале з тетраплоїдним житом і запилення гексаплоїдних гібридів першого покоління пилком гексаплоїдних тритикале [288, 289].

4. Схрещування пшениці м'якої з диплоїдним житом, запилення тетраплоїдних гібридів першого покоління пилком гексаплоїдних тритикале [290].

5. Схрещування октаплоїдних і тетраплоїдних тритикале і запилення гібриду першого покоління пилком гексаплоїдних амфідиплоїдів [278, 280].

6. Гібридизацію гексаплоїдних тритикале з диплоїдною пшеницею, схрещування тетраплоїдного гібриду першого покоління з октаплоїдним тритикале [279].

Два останніх методи дозволяють включити в рекомбінацію геном А диплоїдної пшениці, що містить цінні для інтродукції гени [279, 281].

Методи міжгеномної рекомбінації забезпечують обмін хромосомами та їх сегментами між геномами у складі ядра тритикале. За схрещування октаплоїдних і гексаплоїдних тритикале міжгеномне заміщення проходить між геномами пшениці та жита. При цьому хромосоми геному пшениці заміщують окремі хромосоми геному жита [290–293].

За гібридизації гексаплоїдного тритикале з пшеницею м'якою у гібриду першого покоління (AABBDR) геноми А та В формують в мейозі біваленти, а геноми D та R представлені унівалентами. Завдяки випадковому розподіленню хромосом в анафазі I утворюються триплоїдні гамети, в яких одиничні хромосоми R-генома заміщені окремими D-хромосомами. Гібрид першого покоління завдяки бівалентності геномів А і В формує невелику кількість фертильних пилкових зерен [294, 295].

За даними М. Т. Kwiatek і J. Nawracała [289] гібридизація октаплоїдних тритикале з тетраплоїдним житом забезпечує потрібну дозу геному жита в гібриду першого покоління (ABDRRR), що повністю пригнічує генетичну систему хромосоми 5B, що несе гени несумісності. У таких гібридів збільшується імовірність міжгеномної кон'югації хромосом, можливі міжгеномні заміщення та транслокації між хромосомами всіх геномів (A, B, D, R). За схрещування їх з гексаплоїдними тритикале утворюються 49-хромосомні гібриди першого покоління, в яких можуть виникати нові заміщення.

За схрещування октаплоїдних тритикале з тетраплоїдними виникають заміщені тетраплоїдні тритикале. Бівалентний стан геномів A і R, унівалентний стан геномів B і D у гібрида першого покоління (AABDRR) сприяє виникненню заміщень B/D-типу [290, 291].

Гібридизація гексаплоїдних тритикале з диплоїдною пшеницею вже на першому етапі схрещування (AABR) забезпечує можливість B/R-заміщень. Окрім того, у гібриду першого покоління можуть виникати триплоїдні гамети ABR. За їх запліднення пилком октаплоїдних тритикале виникають 49-хромосомні гібриди (AABBD RR) з унівалентним D-геномом, що призводить до заміщення хромосом D/R типу [258, 259].

Нині удосконалено метод синтезу гексаплоїдних тритикале, що одержав назву «біологічного». В його основі лежить запилення гібридів F₁ пшениці м'якої та жита гексаплоїдними тритикале різного походження. Значний внесок в удосконалення біологічного методу зробили вчені Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Ці розробки дозволяють створювати та селекційно поліпшувати гексаплоїдні тритикале за використання широкого генофонду різних видів пшениці [295].

Отже, нині селекція тритикале озимого піднялась на новий якісний рівень. Проте, залишається низка невирішених проблем, що перешкоджають широкому впровадженню тритикале у виробництво, зокрема, поліпшення показників якості зерна і хлібопекарських властивостей, зниження висоти рослин, підвищення

стійкості до біотичних і абіотичних чинників навколишнього середовища. Тому подальший прогрес у селекції культури пов'язаний із розширенням генетичного різноманіття, удосконаленням існуючих та розробці принципово нових методів аналізу вихідного матеріалу та створення високопродуктивних сортів із високими показниками якості зерна.

Висновки за розділом 1

1. За вирощування зернових хлібних культур основним питанням залишається підвищення якості зерна та хлібопекарських властивостей високопродуктивних сортів. Вирішити цю проблему можливо за селекційного удосконалення технології створення і відбору вихідного матеріалу та пошуку нових генетичних джерел якості зерна.

2. Видове різноманіття роду *Triticum* L. є невичерпним джерелом генів господарсько-цінних ознак для рекомбінації, збереження та розширення генетичного різноманіття пшениці та тритикале.

3. Поліпшення показників якості зерна пшениці є складною, комплексною проблемою, вирішення якої можливе за залучення до селекційного процесу генетичного матеріалу споріднених видів з високими показниками якості зерна, що надасть можливість реалізувати генетичний потенціал їх вихідних форм у нових сортів і гібридів.

4. Міжвидова та міжродова гібридизація в селекції пшениці та тритикале за використання видів *Triticum spelta* L., *Triticum compactum* Host, *Triticum sphaerococcum* Pers., *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch., *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*, *Elimus arenarius* L. дасть змогу розширити генетичне різноманіття та виділити зразки, що слугуватимуть донорами генів господарсько-цінних ознак та стійкості до низки абіотичних і біотичних чинників.

5. Підвищення попиту на зерно пшениці спельта зумовлює необхідність розширення генетичного різноманіття форм спельти за селекційного процесу та

створення нових високопродуктивних сортів культури, як цінного продукту харчування для населення.

6. Підвищення продуктивності тритикале озимого потребує удосконалення селекційних методів створення та відбору вихідних форм з комплексом господарсько-цінних показників з метою створення сортів культури з високим потенціалом урожайності та адаптивності.

За матеріалами розділу опубліковано три наукові праці [67, 224, 269].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили упродовж 2013–2024 рр. на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології і в навчально-науковій лабораторії генетики, селекції та насінництва Уманського НУС.

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови

Експериментальну частину досліджень виконано на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету, що розташований у Правобережному Лісостепу України, в умовах нестійкого зволоження. Висота над рівнем моря – 245 м. Рельєф дослідного поля – вирівняне плато водорозділу з пологими (1–2 °) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Підземні води залягають на глибині 22–24 м.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Характеризується однорідним гранулометричним складом за профілем і вилуженістю від легкорозчинних солей. Має ілювіальний характер розподілу карбонатів та значне накопичення елементів живлення в гумусовому горизонті. Вміст гумусу в орному шарі – 5,3 %, сума ввібраних основ 25 смоль/кг, реакція ґрунтового розчину середньо-кисла ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,0$), гідролітична кислотність – 1,13 смоль/кг, вміст азоту нітратного – 6,2 мг/кг, легкогідролізованого – 95 мг/кг, рухомих сполук фосфору (за Кірсановим) – 122 мг/кг, калію (за Кірсановим) – 135 мг/кг (табл. 2.1).

За фізичними ознаками і властивостями ґрунт посідає проміжне місце між темно-сірим лісовим і чорноземом типовим. Глибина гумусного горизонту змінюється в межах 60–110 см.

Таблиця 2.1

Результати агрохімічного аналізу ґрунту*

Показник	Результат
Макроелементи	
Азот нітратний, мг/кг	6,2
Азот легкогідролізований, мг/кг	95
Фосфор рухомий (за Кірсановим), мг/кг	122
Калій рухомий (за Кірсановим), мг/кг	135
Загальні показники	
Органічна речовина, %	5,3
pH сольової витяжки	6,0
pH водної витяжки	6,3
Загальна засоленість, мг/100г	52
Сума увібраних основ, смоль/кг	25
Гідролітична кислотність, смоль/кг	1,13
Питома електропровідність, мСм/см	0,11
Мезоелементи	
Сірка рухома, мг/кг	0,2
Магній обмінний, смоль/кг	0,01
Кальцій обмінний, смоль/кг	17,7

*Примітка. * – за даними лабораторії «Оптимізації родючості ґрунту в плодоягідних насадженнях (зі статусом лабораторії масових аналізів)» Уманського НУС*

Вміст гумусу на природних угіддях 4,0–8,0 %, в освоєних – 2,8–5,5 %. У складі гумусу переважають гумінові кислоти.

Регіон проведення досліджень відноситься до підзони нестійкого зволоження і характеризується періодичними посухами (2–3 роки, а в окремі періоди і 3–5 років за десятиліття посушливі). За даними метеостанції Умань середньобаторічна кількість опадів складає 586 мм, проте в окремі роки відмічаються суттєві відхилення. Спостерігається нерівномірний розподіл опадів упродовж року. Найбільша кількість опадів (до 70 %) випадає в теплий період

(квітень—жовтень).

Клімат регіону помірно-континентальний. Безморозний період продовжується 160–170 діб. Перші осінні приморозки фіксують на початку жовтня. Період з середньодобовою сумою температур, що перевищують 10°C – триває 140–160 діб, а з температурою понад 5°C – 225 діб. Поверхневі стоки талих вод рідко бувають значними, що сприяє вбиранню і накопиченню запасів вологи в ґрунті у весняний період.

Весна настає швидко. Вона починається переходом середньодобової температури повітря через 0°C і продовжується близько двох місяців. Танення снігу відбувається повільно. Поверхневі стоки талих вод незначні, що сприяє вбиранню і накопиченню запасів вологи у ґрунті у весняний період.

Літо починається за переходу середньодобової температури повітря вище 15°C . У цей період спостерігають високі температури з середньодобовим значенням 19°C . У регіоні переважають західні вітри, що приносять значну кількість опадів. В окремі роки (раз на 2–3 роки) спостерігається літня посуха, що характеризується тривалим і значним дефіцитом вологи та підвищеною температурою повітря.

Осінь тепла, сонячна, іноді затяжна. Перехід середньодобової температури нижче 10°C фіксують у середині жовтня, що супроводжується хмарною, дощовою погодою та першими приморозками. У подальшому спостерігається мінлива температура повітря з періодичним випаданням дощу та снігу.

Зима зазвичай м'яка, без аномальних морозів з хмарною погодою. Часто спостерігаються нетривалі відлиги, що супроводжуються розмерзанням ґрунту і сприяють кращому засвоєнню зимової вологи. В цілому середньодобова температура в зимові місяці становить -6°C , яка в період відлиг може підвищуватися до $+9\text{--}12^{\circ}\text{C}$.

У цілому ґрунтово-кліматичні умови регіону сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур, зокрема, озимих колосових. Проте несприятливі погодні умови в окремі роки спричиняють суттєве зниження врожайності та якості отриманої продукції.

У роки досліджень погодні умови були мінливими за температурним режимом і кількістю опадів, що дало можливість встановити вплив досліджуваних чинників на ріст, розвиток і формування врожаю озимих пшениці та тритикале.

Погодні умови 2012–2013 сільськогосподарського року були сприятливими для росту і розвитку озимих зернових культур (табл. 2.2). Впродовж осінньо-весняного періоду випадала достатня кількість опадів, що сприяло типовому росту і розвитку рослин пшениці м'якої озимої та тритикале озимого.

Таблиця 2.2

**Кількість опадів (мм) у період проведення досліджень
(за даними метеостанції Умань)**

Сільськогосподарський рік	Місяць												Сума
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Середньо-багаторічна	61	43	43	40	38	34	36	41	52	81	68	49	586
2012–2013	90,6	35,0	30,7	135,5	58,1	35,9	60,7	36,5	70,9	77,8	23,2	54,4	709,3
2013–2014	89,1	5,3	36,8	5,8	48,3	5,3	15,7	100,0	125,5	73,0	52,9	15,6	573,3
2014–2015	82,6	35,7	29,7	89,0	37,5	20,2	54,7	69,2	40,3	114,1	47,9	21,3	642,2
2015–2016	37,6	22,9	47,2	7,9	74,0	59,5	26,9	31,8	114,4	73,7	15,8	27,6	508,4
2016–2017	6,7	87,0	49,2	33,2	21,8	38,9	25,8	53,3	46,4	41,0	59,2	29,9	492,4
2017–2018	38,5	53,9	37,9	102,2	58,4	43,7	65,6	17,5	18,3	82,4	92,9	86	608,2
2018–2019	105,2	13,8	49,9	50,5	55,1	23,8	16,3	22,4	35,6	69,8	33,8	19,2	495,4
2019–2020	30,6	10,3	14,0	45,7	12,7	50,5	23,9	21,0	101,0	70,4	21,4	17,7	419,2
2020–2021	27,4	81,5	19,4	32,6	59,7	43,2	32,4	49,9	56,4	104,7	89,8	69,9	666,9
2021–2022	16,2	7,0	21,2	91,2	23,9	7,2	13,4	57,7	22,4	36,3	28,1	44,4	369,0
2022–2023	99,2	10,0	71,8	53,1	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	15,4	583,5
2023–2024	4,2	33,5	62,3	55,0	29,8	14,9	89,5	56,2	41,8	56,5	17,9	12,1	487,2

Дефіцит опадів відмічено лише у липні (-63,8 мм до норми), проте це суттєво не вплинуло на врожайність, оскільки рослини вже сформували достатню вегетативну і генеративну масу для забезпечення високої продуктивності.

Температурний режим цього року був вищим від норми на 0,4 °С (табл. 2.3), проте, через надмірну кількість опадів, зниження відносної вологості не спостерігалось і в середньому за рік вона склала 76 % (табл. 2.4)

Погодні умови 2013–2014 сільськогосподарського року не сприяли формуванню високого рівня врожайності озимих пшениці та тритикале. Оптимальне зволоження ґрунту в поєднанні з підвищеною температурою повітря восени 2013 р. сприяло формуванню дружних сходів і оптимальному росту й розвитку рослин упродовж осінньої вегетації.

Таблиця 2.3

**Температура повітря (°С) у період проведення досліджень
(за даними метеостанції Умань)**

Сільськогосподарський рік	Місяць												Середня за рік
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Середньо-багаторічна	14,5	8,3	2,8	-1,8	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	8,8
2012–2013	16,5	10,6	4,5	-5,3	-3,9	0,3	0,1	10,9	18,4	20,5	20,0	19,8	9,4
2013–2014	12,3	9,0	6,5	-0,9	-3,9	-1,9	6,6	9,7	16,1	17,5	21,5	20,8	9,4
2014–2015	14,8	6,4	1,8	-2,4	-1,4	-1,1	4,1	8,7	15,6	19,3	21,3	21,1	9,0
2015–2016	15,7	6,9	4,6	1,7	-5,6	2,4	4,5	12,3	14,7	20,1	21,6	20,7	10,0
2016–2017	15,7	6,5	1,7	-1,9	-5,2	-2,8	5,9	9,7	14,8	20,0	20,6	22,1	8,9
2017–2018	16,5	8,7	3,4	2,1	-3,0	-3,6	-1,5	13,5	17,9	20,2	20,7	18,9	9,5
2018–2019	15,8	10,1	0,2	-2,0	-4,7	0,5	4,5	9,6	17,0	23,4	20,0	20,7	9,6
2019–2020	15,6	10,0	5,5	2,2	0,4	2,2	6,3	9,2	12,5	20,9	21,6	21,2	10,6
2020–2021	21,2	17,8	12,7	3,7	2,3	3,8	2,0	7,4	14,0	19,8	23,2	20,3	11,3
2021–2022	13,0	7,2	4,7	-1,0	-1,3	1,8	2,0	8,6	14,5	20,5	21,0	21,7	9,4
2022–2023	13,1	10,0	3,7	-0,4	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,8	9,9
2023–2024	18,4	11,7	4,6	1,2	-1,6	4,2	4,5	13,0	15,3	21,2	24,3	19,7	11,8

Проте, дефіцит вологи, який тривав від жовтня до березня в поєднанні з весняними перепадами температури повітря від +11–21 °С вдень до -1–4 °С вночі негативно впливав на формування стеблостою.

Дощовий травень суттєво ускладнював роботи з гібридизації. Крім того, рослини витягувались, вилягали й уражувались хворобами. У період збирання врожаю йшли сильні дощі, що призводило до зниження якості зерна.

Вересень 2014 року був теплим (+14,8 °C) і характеризувався достатнім забезпеченням опадами, що дозволило вчасно та в стислі строки посіяти озимі пшеницю і тритикале. Проте прохолодні, посушливі з періодичними заморозками жовтень і листопад перешкоджали формуванню дружних сходів та вегетативної маси рослин. Достатній сніговий покрив, що сформувався у першій декаді грудня сприяв задовільній перезимівлі озимих культур.

Таблиця 2.4

**Відносна вологість повітря (%) у період проведення досліджень
(за даними метеостанції Умань)**

Сільськогосподарський рік	Місяць												Середня за рік
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Середньобаторічна	73	80	87	88	86	85	82	68	64	66	67	68	76
2012–2013	69	81	91	87	87	84	75	65	67	72	71	69	76
2013–2014	84	81	87	84	85	87	65	72	73	72	70	65	77
2014–2015	68	74	85	88	89	81	72	63	66	64	68	63	73
2015–2016	65	70	84	83	85	82	74	64	72	73	67	68	74
2016–2017	65	78	85	85	84	83	76	60	63	64	65	64	73
2017–2018	69	80	86	89	85	83	81	58	58	67	75	68	75
2018–2019	74	79	86	90	86	82	68	62	72	69	67	63	75
2019–2020	66	80	84	88	85	78	65	46	73	70	64	59	72
2020–2021	62	83	88	93	89	83	77	71	73	73	71	71	78
2021–2022	74	70	85	88	80	76	67	68	59	64	63	71	72
2022–2023	79	78	89	89	89	81	72	80	56	64	68	68	69
2023–2024	94	78	89	89	89	81	72	80	56	64	68	58	59

Весна 2015 року характеризувалась достатнім вологозабезпеченням (+ 22 мм до норми), що сприяло ранньому початку відновлення весняної вегетації, проте мінливі погодні умови зі значними перепадами температури

подовжували період відновлення вегетації на два–три тижні. Достатня кількість опадів та підвищена температура повітря впродовж травня та червня сприяли формуванню високого рівня врожайності озимих пшениці та тритикале, а відсутність опадів у третій декаді липня дозволили вчасно і в стислі строки зібрати врожай.

Осінь 2015 р. характеризувалась незадовільними умовами для озимих культур. Впродовж вересня та жовтня фіксували недобір опадів на рівні 16,5 мм, що підсилювалося дефіцитом опадів у липні–серпні (-76 мм від норми) з підвищенням температурного фону. Як результат – формування нерівномірних, зріджених сходів. Перезимівля озимини відбувалась цілком задовільно. Агрометеорологічних зимових передумов для масової загибелі посівів не виникало. У періоди найхолоднішої погоди (I та III декади січня), мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см нижче мінус 6–10 °С морозу не опускалася і була значно вищою від критичної температури вимерзання. Достатнє зволоження ґрунту навесні сприяло інтенсивному росту продуктивних стебел і колосінню пшениці та тритикале. В період з початку червня до кінця липня погодні умови були близькі до оптимальних, що дозволило отримати високий рівень урожайності зерна.

У вересні 2016 р. спостерігали суттєвий дефіцит опадів (-37 мм від норми). Внаслідок чого сівбу озимих культур довелося перенести на першу декаду жовтня. Тепла погода і достатня вологозабезпеченість упродовж жовтня, листопада та зимового періоду сприяли формуванню дружних сходів та задовільній перезимівлі озимих культур. Навесні 2017 р. спостерігали достатню кількість опадів і поступове наростання середньодобових температур, що позитивно впливало на процеси росту й розвитку рослин озимини. Вологозабезпечення ґрунту в період колосіння, цвітіння і наливу зерна було достатнім, а теплозабезпечення – майже оптимальним. Спекотна погода з температурою повітря +30–33 °С, що переважала в третій декаді червня, на стан посівів і майбутній врожай негативно не вплинула, оскільки в ґрунті збереглися достатні запаси вологи.

Осінньо-зимовий період 2017 р. характеризувався достатнім волого- та теплозабезпеченням, що дозволило отримати дружні сходи та задовільний стан посівів на період відновлення весняної вегетації. Навесні 2018 р. склалися вкрай несприятливі погодні умови. Упродовж квітня й травня фіксували недобір опадів на рівні 41–43 мм, що в поєднанні з підвищеною температурою повітря призвело до ґрунтової посухи. Ситуація погіршилася в червні, перші дві декади якого характеризувалися повною відсутністю опадів. Це призвело до погіршення загального стану посівів (пожовкнення і засихання стебел рослин) та зниження всіх показників продуктивності. Зливові дощі в липні перешкоджали своєчасному збору врожаю. Такі погодні аномалії призвели до суттєвого зниження врожайності озимих зернових культур.

Надмірна кількість опадів вересня 2018 р. (на 62 мм більше норми) дозволила компенсувати їх недобір у жовтні, завдяки чому озимі пшениця та тритикале сформували оптимальну вегетативну масу для перезимівлі. Достатній сніговий покрив взимку сприяв задовільній перезимівлі. Навесні та влітку 2019 р. фіксували дефіцит вологи, проте це не мало негативних наслідків для рослин, оскільки поєднувалось з невисоким температурним режимом. Затяжна прохолодна весна дала змогу рослинам озимини повільно відновити весняну вегетацію. За підвищеної середньомісячної температури травня (17,0 °C) рослини сформували необхідну вегетативну масу і одночасно ввійшли у фазу колосіння та цвітіння. У червні сформувалися сприятливі умови для наливу зерна, зокрема, випала достатня кількість опадів (69,8 мм), а температура повітря перевищувала норму на 5,8 °C. Посушливий і теплий липень зумовив швидку вологовіддачу зерна та пришвидшив процес досягання рослин.

Восени 2019 р. спостерігали сумарний недобір опадів (52 мм), у результаті чого формувалися зріджені недружні сходи. Проте аномально тепла зима дозволила рослинам озимих культур добре розкущитися та перезимувати. У лютому 2020 р. середньодобова температура повітря склала +2,2 °C, що призвело до раннього відновлення весняної вегетації, яку фіксували у кінці лютого – на початку березня. Дефіцит опадів у березні (-15,1 мм) і квітні (-27 мм) у поєднанні

з аномально теплою погодою перешкоджали рослинам сформувати достатню вегетативну масу, у результаті чого спостерігали відставання у проходженні етапів онтогенезу. Холодні та надмірно зволожені умови травня затягували фази колосіння та цвітіння, які в ранньостиглих форм фіксували ближче до кінця травня, а в інших – у червні. Спекотна погода червня та недостатня вологозабезпеченість липня негативно вплинули на стан стеблостою пшениці та тритикале, рослини яких були ослаблені ще навесні. Такі погодні умови призвели до суттєвого зниження всіх показників продуктивності та формування найнижчої за період досліджень урожайності.

Восени 2020 р. спостерігали суттєве перевищення середньобагаторічної норми за температурою повітря. При цьому у вересні була недостатня кількість опадів (-15,6 мм до норми), що підсилювалося дефіцитом опадів влітку (-106,9 мм до норми). В зв'язку з цим сівба озимих культур провели у першій декаді жовтня, коли відновилися запаси ґрунтової вологи. Дефіцит опадів на початкових етапах росту й розвитку рослин пшениці та тритикале компенсувався їх достатньою кількістю впродовж подальшого періоду вегетації та теплою погодою. Дощова погода в липні перешкоджала збирання врожаю, проте негативно не впливала на продуктивність культур.

Осінь 2021 року була посушливою (-102,6 мм до норми) і прохолодною, в результаті чого сходи озимих культур були недружними і зрідженими. Достатня кількість опадів у грудні (91,2 мм) за високих середньодобових температур повітря (-1 °C) дозволили рослинам надолужити ростові процеси, що гальмувались у попередні місяці. Тепла і малосніжна зима сприяла задовільній перезимівлі рослин пшениці й тритикале, які відновили весняну вегетацію вже на початку березня. Загалом погодні умови року були несприятливими для формування високої урожайності досліджуваних культур. Причина – суттєвий дефіцит опадів, який на кінець року склав 217 мм.

Умови 2022–2023 сільськогосподарського року за сумарною кількістю опадів (583,5 мм) були близькими до багаторічної норми. Проте, фіксували їх нерівномірний розподіл упродовж вегетації, що не дозволило рослинам озимих

пшениці і тритикале цілком реалізувати потенціал за продуктивністю. У вересні 2022 року були достатні умови вологозабезпечення, що дозволило вчасно провести сівбу озимих культур, а теплий жовтень – сприяв формуванню дружних сходів.

Зима і початок весни були аномально теплими та майже безсніжними, що не дозволило рослинам сформувати оптимальну вегетативну масу і подовжило період весняного кущіння до середини квітня. Посушливі умови травня і червня негативно вплинули на процеси формування та наливу зерна. Зима і початок весни 2023 р. були аномально теплими і майже безсніжними, що не дозволило рослинам сформувати оптимальну вегетативну масу та подовжило період весняного кущіння до середини квітня. Посушливі умови травня і червня негативно вплинули на процеси формування і наливу зерна.

Осінь 2023 р. характеризувалась достатньою кількістю опадів, що сприяло формуванню дружних сходів. Тепла і безсніжна зима сприяла оптимальній перезимівлі озимих культур. Тепла із надмірною кількістю опадів весна 2024 сприяла ранньому відновленню весняної вегетації, доброму весняному кущінню та настанню фази колосіння–цвітіння у другій декаді травня. Впродовж червня липня 2024 р. зафіксовано недобір опадів на рівні -74,6 мм до норми у поєднанні з надмірно теплою погодою, що призвело до посухи та зниження показників продуктивності озимих культур.

Проаналізувавши погодні умови 2013–2024 років встановлено, що в період досліджень, за загального підвищення температурного режиму відносно середньобагаторічних показників, в окремі роки спостерігалися значні відмінності за вологозабезпеченістю, як в сторону надмірного зволоження, так і в сторону дефіциту опадів. Проте, в цілому умови були сприятливими для вирощування та аналізу продуктивності озимих зернових культур.

Отже, в цілому ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур помірного поясу, зокрема, пшениці озимої й тритикале озимого. Сукупність властивостей ґрунту дослідних ділянок відповідає ґрунтовим різновидностям помірно-континентальної

східноєвропейської фракції, в межах якої можуть бути розповсюджені отримані в дослідженнях результати.

2.2 Характеристика вихідного селекційного матеріалу

Для селекційно-генетичного вдосконалення пшениці м'якої озимої, пшениці спельта та тритикале озимого до системи гібридизації залучали районовані сорти пшениці м'якої озимої Фаворитка, Смуглянка, Подолянка, Золотоколоса, Харус, Білоцерківська напівкарликова, Мирхад, Крижинка, Фарандоль, Єрмак, Селянка, Артанія, Легенда миронівська, Панна, Краснодарська 99, Фрея, Артаплот, Артеміда; зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат та сорти пшениці спельта озимої Зоря України і Європа (табл. 2.5).

Для синтезу первинних форм тритикале озимого вихідним матеріалом для гібридизації слугували п'ять видів гексаплоїдних пшениць озимого типу розвитку, зокрема, *Triticum spelta* L. (сорти Зоря України, Європа), *Triticum sphaerococcum* Perciv. (сорт Шарада), *Triticum aestivum* L. (сорти Подолянка, Артеміда, Фрея, Артаплот), *Triticum petropavlovskyi* Udacz., *Triticum compactum* Host.; зразки жита озимого 193, 169 і 330 селекції Уманського НУС та лінії 308 і 309, що створені на Носівській селекційно-дослідній станції.

Для внутрішньовидової гібридизації використовували зразки гексаплоїдного тритикале власної селекції і сорти Розівська 6, Ладне, Хлібодар Харківський, Бета, Алкід, Сувенір, Раритет; зразки октаплоїдного тритикале UA0602463 та UA0601654, що було надано Національним центром генетичних ресурсів рослин України.

Для розширення генофонду тритикале озимого міжродовою гібридизацією використовували дикі форми елімуса піщаного (*Elimus arenarius* L.) та пшеницю спельта озиму (сорт Зоря України). За створення інтрогресивних форм пшениці спельта до гібридизації залучали малопоширені види пшениці, зокрема, *Triticum compactum* Host. та *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell.

Таблиця 2.5

Коротка характеристика вихідного матеріалу

Назва сорту	Установа-оригінатор, країна походження	Коротка характеристика
1	2	3
Пшениця м'яка озима (<i>Triticum aestivum</i> L., 2n = 6x = 42)		
Фаворитка	Інститут фізіології рослин і генетики (Україна); Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла	Сорт середньостебловий, високопродуктивний, середньостиглий. Характеризується високою зимостійкістю, стійкістю до септоріозу листя та середньою стійкістю до борошнистої роси. Якість зерна – середня.
Смуглянка	Інститут фізіології рослин і генетики (Україна); Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла	Сорт короткостебловий, високоінтенсивного типу, середньоранній. Має високу стійкість до вилягання, посухи, борошнистої роси, бурої іржі. Борошномельні і хлібопекарські властивості відмінні.
Подолянка	Інститут фізіології рослин і генетики (Україна); Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла	Сорт середньостебловий, ранньостиглий. Virізняється високою зимостійкістю, комплексною стійкістю до борошнистої роси, септоріозу листя і середньою стійкістю до бурої іржі. Має високу якість зерн та масу 1000 зерен.
Золотоколоса	Інститут фізіології рослин і генетики (Україна); Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла	Сорт середньостебловий, ранньостиглий. Відрізняється стійкістю до вилягання, середньою стійкістю до борошнистої роси та бурої іржі. Зимостійкість – висока.
Харус	Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (Україна)	Сорт з підвищеною зимостійкістю, virізняється високою кущистістю і стійкістю до вилягання. Середньостиглий. Проявляє високу толерантність до корневих гнилей, фузаріозу колоса і твердої сажки. Цінний за якістю.

Продовження таблиці 2.5

1	2	3
Білоцерківська напівкарликова	Білоцерківська дослідно-селекційна станція ім. О. К. Коломієць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (Україна)	Сорт короткостебловий, ранньостиглий. Стійкий до бурої іржі, середньостійкий до борошнистої роси і фузаріозу. Хлібопекарні якості добрі.
Мирхад	Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла (Україна)	Сорт високоврожайний з високим адаптивним потенціалом.
Крижинка	Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла; Інститут фізіології рослин і генетики (Україна)	Сорт низькорослий, середньостиглий, високоврожайний з високою стійкістю до грибкових захворювань. Цінний за якістю.
Фарандоль	ІНРА-Інститут Насьйональ де ля Решерш Агрономік (Франція)	Сорт низькорослий, високоврожайний. Має комплексну стійкість до основних хвороб і шкідників. Борошномельні та хлібопекарські показники зерна задовільні.
Єрмак	Всеросійський НДІ Зернових культур ім. І. Г. Калиненко (російська федерація)	Сорт низькорослий, універсального типу. Характеризується високою посухостійкістю та відмінними хлібопекарськими властивостями.
Селянка	Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення (Україна)	Сорт середньоранній. Має відмінні борошномельні властивості і високі показники сили борошна. Високостійкий до борошнистої роси і бурої іржі.
Панна	Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення (Україна)	Сорт середньостиглий, стійкий до вилягання, посухи, борошнистої роси, бурої іржі, септоріозу, корневих гнилей та сажкових хвороб. Має підвищений вміст білка і клейковини. Характеризується відмінними хлібопекарськими властивостями.
Краснодарська 99	Краснодарський НДІ сільського господарства ім. П. П. Лук'яненка (російська федерація)	Сорт короткостебловий, ранньостиглий, високоінтенсивного типу. Відноситься до групи цінних пшениць. Має високу стійкість до сажкових хвороб і бурої іржі.

Продовження таблиці 2.5

1	2	3
Фрея	Уманський національний університет садівництва; Всеукраїнський науковий інститут селекції (Україна)	Сорт низькорослий, високоврожайний. Високостійкий до вилягання, осипання, бурої іржі, борошнистої роси. Має високу якість зерна.
Артаплот	Уманський національний університет садівництва; Всеукраїнський науковий інститут селекції (Україна)	Сорт низькостебловий, середньопродуктивний. Відрізняється високою стійкістю до вилягання, морозо-, зимостійкістю та стійкістю до септоріозу листя. Має високу якість зерна.
Артеміда	Всеукраїнський науковий інститут селекції; ННЦ «Інститут землеробства» (Україна)	Сорт середньостебловий, середньопродуктивний, середньоранній. Відрізняється високою стійкістю до вилягання, морозо-, зимостійкістю, стійкістю до ураження септоріозом листя. Висока маса 1000 зерен. За якість зерна відноситься до цінних пшениць.
Пшениця спельта (<i>Triticum spelta</i> L., 2n = 6x = 42)		
Зоря України	Всеукраїнський науковий інститут селекції (Україна)	Сорт високоврожайний, високостебловий, пізньостиглий з високою якістю зерна. Відрізняється високою морозо-, зимостійкістю, стійкістю до бурої іржі та септоріозу.
Європа	Уманський національний університет садівництва; Всеукраїнський науковий інститут селекції (Україна)	Сорт середньорослий, середньопродуктивний, пізньостиглий. Відрізняється високою стійкістю до вилягання, посухо-, морозо- і зимостійкістю та поліпшеним обмолотом зерна. Має високу якість зерна.
Жито озиме (<i>Secale cereale</i> L., 2n = 2x = 14)		
Зразок 193	Уманський національний університет садівництва (Україна)	Зразок характеризується вирівняним стеблостомом і Низькостебловістю. Відрізняється високою зимостійкістю та врожайністю.
Зразок 169	Уманський національний університет садівництва (Україна)	Високопродуктивний, низькорослий генотип з високими показниками індивідуальної продуктивності рослин.

Продовження таблиці 2.5

1	2	3
Зразок 330	Уманський національний університет садівництва (Україна)	Низькорослий, високопродуктивний, стійкий до вилягання. Стійкий до стеблової іржі та борошнистої роси.
Зразок 308	Носівська селекційно-дослідна станція (Україна)	Низькорослий, високопродуктивний зразок із комплексною резистентністю до основних грибкових захворювань.
Зразок 309	Носівська селекційно-дослідна станція (Україна)	Високопродуктивний генотип, що характеризується високою морозостійкістю та адаптивним потенціалом.
Гексаплоїдні тритикале (<i>Triticosecale</i> Wittmack, $2n = 6x = 42$)		
Розівська 6	Розівська дослідна станція Інституту зернових культур (Україна)	Сорт середньостиглий, середньостебловий. Має високу морозо- та посухостійкість. Стійкий до борошнистої роси і стеблової іржі. Рослини пригнічують ріст і розвиток бур'янів
Ладне	Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва (Україна)	Сорт середньостебловий, середньостиглий, універсального використання, високоврожайний. Має добрі хлібопекарські та технологічні властивості.
Хлібодар Харківський	Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва (Україна)	Сорт середньостиглий з високими хлібопекарськими властивостями. Має комплексну стійкість до основних хвороб і шкідників.
Бета	Татарський НДІ сільського господарства (російська федерація)	Сорт високоврожайний, високопластичний, середньостебловий, середньопізній.
Алкід	Уманський національний університет садівництва; Всеукраїнський науковий інститут селекції (Україна)	Сорт короткостебловий, середньостиглий. Має високу стійкість до снігової плісняви і бурї іржі. Характеризується підвищеною жаро-, посухостійкістю, стійкістю до вилягання та осипання.
Сувенір	Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва (Україна)	Сорт середньостебловий, високоврожайний. Має підвищену морозо-, зимостійкість, стійкість до вилягання та осипання.

Продовження таблиці 2.5

1	2	3
Раритет	Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва (Україна)	Сорт хлібопекарського призначення. Середньостебловий, стійкий до вилягання. Має високу зимо-, морозо- і посухостійкість.
Октаплоїдні тритикале (<i>Triticosecale</i> Wittmack, $2n = 8x = 56$)		
UA0602463	Національний центр генетичних ресурсів рослин (Україна)	Зразок низькостебловий, середньоранній. Має високу стійкість до основних хвороб і шкідників.
UA0601654	Національний центр генетичних ресурсів рослин (Україна)	Зразок низькостебловий, стійкий до вилягання з високим адаптивним потенціалом.
Елімус піщаний (<i>Elymus arenarius</i> L., $2n = 6x = 28$)		
<i>Elimus arenarius</i> L.	Дика форма	Зразок має довгий колос з високою насінневою продуктивністю. Стійкий до вилягання, не уражується грибковими хворобами.
Шарозерна пшениця (<i>Triticum sphaerococcum</i> Perciv., $2n = 6x = 42$)		
Шарада	Краснодарський НДІ сільського господарства ім. П. П. Лук'яненка	Сорт скоростиглий, жаростійкий з міцною короткою соломиною, еректоїдним розміщенням листової пластинки, високими хлібопекарськими властивостями. Характерна особливість – округла зернівка.
Пшениця петропавлівська (<i>Triticum petropavlovskyi</i> Udacz., $2n = 6x = 42$)		
<i>Triticum petropavlovskyi</i> Udacz.	Національний центр генетичних ресурсів рослин (Україна)	Зразок має довгий, крупний колос з великими зернівками. Характеризується жаростійкістю.
Пшениця компактна (<i>Triticum compactum</i> Host., $2n = 6x = 42$)		
<i>Triticum compactum</i> Host.	Національний центр генетичних ресурсів рослин (Україна)	Зразок вирізняється низькостебловістю, вкороченим надщільним колосом та компактною формою куща. Стійкий до вилягання та осипання.
Чорний емер (<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübl.) Thell, $2n = 6x = 28$)		
<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank ex Schübl.) Thell	Дика форма	Має підвищений вміст білка та високі технологічні властивості, містить велику кількість антиоксидантів. Стійкий до жовтої, бурої і стеблової іржі, борошнистої роси, вірусу мозаїки та до різних стресових чинників. Характерна особливість – фіолетове забарвлення колосу.

2.3 Методика проведення досліджень

Експериментальні дослідження виконано за проведення польових і лабораторних досліджень, що передбачали вирішення проблеми вдосконалення методів створення, аналізу та добору вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале за використання генетичного різноманіття роду *Triticum* L. та споріднених таксонів. Схему гібридизації планували таким чином, щоб вихідні форми доповнювали один одного за показниками якості, складовими структури врожаю тощо, а створений гібридний матеріал мав широку генетичну основу.

У дослідженнях застосовували загальноприйняту технологію вирощування озимих зернових культур. Сівбу проводили в оптимальні для регіону строки – третя декада вересня. У роботі використовували систематичний метод розміщення ділянок [296]. Гібридизацію проводили за системою дигібридних схрещувань визначених вихідних форм та, за необхідності, проведення повторних беккросів. Для аналізу і порівняння господарсько-цінних ознак зразки висівали вручну з нормою висіву 4,5 млн. шт/га насінин, повторність досліду – чотириразова. Контролювання чисельності бур'янів проводили вручну.

Дослід 1. Створення вихідних матеріалів пшениці м'якої озимої за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. У дослідженнях використовували систему гібридизації сортів пшениці м'якої озимої, що є донорами генів цінних ознак із пшеницею спельтою озимою. При цьому пшениця м'яка використовувалась за материнську (кастрована) і батьківську (запилювач) форми. Гібридизацію проводили ручною кастрацією квіток і наступним примусовим запиленням обмеженовільним методом. Кастровані колоски материнської форми разом з батьківською формою поміщали під пергаментний ізолятор. Збір та обліки урожаю зерна проводили у фазу повної стиглості.

Усі фенологічні спостереження та аналіз складових структури колосу визначали відповідно до Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність [297] з урахуванням градацій Морфологічних ознак сільськогосподарських культур для визначення відмінності, однорідності та стабільності сортів рослин [298].

Для встановлення характеру успадкування кількісних ознак у гібридів F_1 за ступенем домінантності (h_p), використовували формулу Б. Гріффінга [299] та градацію Г. Бейла і Р. Аتكінса [300]

$$h_p = (F_1 - MP) / (P_{\max} - MP), \quad (1)$$

де h_p – оцінка домінантності;

F_1 – середнє арифметичне гібридів першого покоління;

$P_{\max}$ – середнє арифметичне батьківської форми з найвищим проявом ознаки;

MP – середнє арифметичне двох батьківських форм.

Ранжування створених матеріалів за ступенем домінування проводили за наступною градацією: 1) $h_p < -1$ – від’ємне наддомінування (від’ємний гетерозис, або депресія); 2) $-1 < h_p < -0,5$ – від’ємне домінування; 3) $-0,5 < h_p < 0,5$ – проміжне успадкування; 4) $0,5 < h_p < 1$ – позитивне домінування; 5) $h_p > 1$ – позитивне наддомінування (позитивний гетерозис).

Частку справжнього та гіпотетичного гетерозису розраховували за формулами Х. Даскалева зі співавторами [301]:

– справжній гетерозис

$$X = (F_1 - P_{\max}) \times 100 / P_{\max}, \quad (2)$$

де F_1 – значення ознаки гібрида;

$P_{\max}$ – найбільше значення ознаки одного з батьків;

– гіпотетичний гетерозис

$$X = F_1 \times 100 / MP, \quad (3)$$

де F_1 – значення ознаки гібрида;

MP – середнє арифметичне двох вихідних форм.

Відповідність розщеплення у гібридних комбінаціях F_2 теоретично очікуваному оцінювали за допомогою χ^2 [296].

Гібридне потомство F_1 – F_5 аналізували за проявом морфобіологічних ознак і господарсько-цінних показників за «Методикою проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових культур на придатність до поширення в Україні» [302]. У п'ятому поколінні (F_5), коли розщеплення більше не спостерігали, з урахуванням загального габітусу рослин і морфологічної будови колосу, всі створені гібридні матеріали було розділено на три групи: пшениці м'які, пшениці спельти та проміжні (спельтоподібні) форми.

Тестування створених матеріалів проводили упродовж 2013–2024 рр. Стандартом для зразків пшениці м'якої слугував сорт пшениці м'якої озимої Подолянка, для групи спельтоподібних форм використовували два стандарти – сорт пшениці м'якої озимої Подолянка та сорт пшениці спельта озимої Зоря України. Висоту рослин вимірювали у польових умовах перед збиранням врожаю. Біометричні показники (довжину колосу та висоту рослин) визначали на 50 рослинах, що відбирали з кожної ділянки у двох несуміжних повтореннях. Групування зразків пшениці за висотою рослин проводили за модифікованою шкалою А. П. Орлюка зі співавторами [303]. Показники якості (вміст білка і клейковини в зерні, сила борошна) визначали методом інфрачервоної спектроскопії за використання приладу Infratec™ Nova (FOSS Analytical, Швеція). Після обліків та вимірювань здійснювали обмолот зерна і визначали урожайність.

Вміст амінокислот у зерні визначали методом іонообмінної рідинної хроматографії на аналізаторі амінокислот Т-339. Амінокислотний скор незамінних амінокислот визначали за формулою

$$A = \frac{\Phi}{O} * 100, \text{ де} \quad (4)$$

A – амінокислотний скор, %; Φ – фактичний вміст кислоти, мг/г; O – оптимальний вміст амінокислоти, мг/г білка.

Інтегральний скор розраховували за такою формулою :

$$I = \frac{\Phi}{D} * 100, \text{ де} \quad (5)$$

I – інтегральний скор, %; Φ – фактичний вміст амінокислоти, мг/100 г; D – добова потреба амінокислоти організмом здорової людини, мг.

Оцінювання стійкості до ураження грибковими хворобами проводили на природному інфекційному фоні відповідно до Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових культур на придатність до поширення в Україні [302] та «Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб» [304]. Основний облік матеріалу за стійкістю до борошнистої роси та септоріозу проводили у фазу колосіння, до фузаріозного ураження колосу – у фазу молочної стиглості.

Експериментальні дані аналізували статистично з використанням програми Microsoft Excel 2010. Найменшу істотну різницю (NP_{01} для лабораторних досліджень, NP_{05} — для польових) розраховували за методикою В. О. Єщенка зі співавторами [296].

Дослід 2. Створення вихідного матеріалу та обґрунтування параметрів моделі сорту пшениці спельта. Для створення низькостеблових форм пшениці спельта використовували міжвидову гібридизацію низькорослих сортів пшениці м'якої озимої із пшеницею спельта. Проводили реципрокні схрещування за схемою ♀ пшениця м'яка (низькостеблова) × ♂ спельта (високостеблова), ♀ спельта (високостеблова) × ♂ пшениця м'яка (низькостеблова). Успадкування висоти рослин у різних поколіннях гібридів пшениці спельта визначали за формулою (1) Б. Гріффінга [299] та градацію Г. Бейла і Р. Аткінса [300].

Аналіз показників структури врожаю та показників якості зерна, групування зразків пшениці за висотою рослин проводили за методиками ідентичними досліді 1 (див. ст. 85–87).

Якість обмолоту зерна визначали як частку повністю вимолоченого зерна до загальної кількості зерна, у відсотках. Статистичний та кореляційно-регресійний аналіз проводили за використання прикладних програм Microsoft Excel 2010 і Statistica 12.

Дослід 3. Створення ліній пшениці спельта озимої за гібридизації видами *Triticum turgidum* var. *dicoccoides* та *Triticum compactum* Host. У процесі досліджень проведено гібридизацію пшениці спельта озимої (материнська форма) з видами пшениці *Triticum turgidum* var. *dicoccoides* та *Triticum compactum* Host.

Ступінь домінування (hp) визначали за формулою (1) Б. Гріффінга [299] та градацію Г. Бейла і Р. Аткинса [300], справжній та гіпотетичний гетерозис – за Х. Даскалевим [301] за використання формул 1–3. Відповідність фактичного розщеплення за фенотиповими ознаками теоретично очікуваному визначали за допомогою χ^2 [296].

Частоту (Тч) і ступінь (Тс) трансгресій розраховували за методикою Dahat D. зі співавторами [305] за такими формулами:

$$T_c = \frac{P_g - P_p}{P_p} * 100, \quad (6)$$

де, Тс – ступінь трансгресій; Пг – максимальне значення ознаки у гібриду; Пр – максимальне значення ознаки у кращої батьківської форми

$$T_c = A \times 100/B, \quad (7)$$

де Тч – частота трансгресії у відсотках; А – кількість гібридних рослин, що перевищують кращу батьківську форму (середнє з трьох кращих рослин); Б – кількість рослин, що проаналізовано за визначеною ознакою комбінації схрещування.

Усі фенологічні спостереження та аналіз складових структури колосу інтрогресивних ліній проводили відповідно до Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність [297]. Вміст білка в зерні визначали за ДСТУ 4117:2007 [306], вміст клейковини та її якість – за ДСТУ ISO 21415–1:2009 [307], масу 1000 зерен – за ДСТУ ISO 520:2015 [308], натуру зерна – за ДСТУ ГОСТ 10840:2019 [309].

Дослід 4. Аналіз технологічних і хлібопекарських властивостей створених зразків. Технологічні властивості зерна визначали методом інфрачервоної спектроскопії за використання приладу Infratec™ Nova. Ранжування зразків за силою борошна проводили за шкалою: ≥ 500 о. а. –

відмінний поліпшувач, 400–500 о. а. – добрий поліпшувач, 280–400 о. а. – задовільний поліпшувач, 260–280 о. а. – цінна пшениця, 240–260 о. а. – добрий філер, 180–240 о. а. – задовільним філер, ≤ 180 о. а. – слабка пшениця.

За твердістю зерна зразки пшениці поділяли на три категорії: ≥ 60 одиниць приладу – твердозерний тип, 54–60 од. п. – середньотвердозерний тип, ≤ 54 од. п. – м'якозерний тип.

Випічку хліба проводили за рецептурою, що включає борошно пшеничне – 100 г, дріжджі сухі – 3 г, сіль кухонна – 1,5 г, вода питна – 55–60 г. У дослідженнях використовували загальноприйняті методи дослідження якості та кулінарних властивостей хліба з борошна пшениці [310, 311].

Дослід 5. Аналіз адаптивності створених зразків пшениці. Екологічну пластичність і стабільність оцінювали за методикою S. A. Eberhardt та W. A. Russell [312], де пластичність сортів оцінюється за коефіцієнтом регресії b_i , що характеризує середню реакцію сорту на зміну умов середовища, а стабільність — за варіансою ознаки (S_{di}^2).

Коефіцієнт регресії розраховували за формулою

$$b_i = \sum_j Y_{ij} I_j / \sum_j I_j^2, \quad (8)$$

де b_i — коефіцієнт регресії урожаю кожного (i -го) сортозразка в середовищі з поліпшенням (погіршенням) умов; Y_{ij} — урожайність i -го сорту за будь-яких j -умов; I_j — індекс j -их умов, що є різницею середньої урожайності всіх сортів у цих умовах і загальної середньої врожайності серед усіх дослідів.

Варіансу стабільності (S_{di}^2) розраховували за формулою

$$S_{di}^2 = \sum_i \delta_{ij}^2 / (n - 1), \quad (9)$$

де δ_{ij}^2 — відхилення від лінії регресії (різниця між теоретичним і фактичним значенням ознаки):

$$\delta_{ij} = Y_{ij} - \widehat{Y}_{ij},$$

$\widehat{Y}_{ij}$ — теоретичне значення ознаки, що розраховують за формулою:

$$\widehat{Y}_{ij} = \bar{x} + b_i I_j,$$

де $\bar{x}$ — середнє значення ознаки за роками вирощування.

Екологічно пластичними і пристосованішими до несприятливих умов вирощування вважали генотипи з коефіцієнтом регресії $b_i > 1$. Форми, у яких $b_i = 0$ є середньопластичними, а $b_i < 1$ – низькопластичними.

Показник гомеостатичності (Hom), селекційної цінності (Sc) розраховували за Finlay K. W. і Wilkinson G. N. [313] з використанням формули:

$$\text{Hom} = X^2 / \sigma(X_{\text{opt}} - X_{\text{lim}}); \quad (10)$$

$$\text{Sc} = X (X_{\text{lim}} / X_{\text{opt}}), \quad (11)$$

де Hom – гомеостатичність,

X, X_{opt} , X_{lim} – узагальнена за генотипом середня арифметична, оптимальна і лімітована середні величини ознак відповідно,

σ – середнє квадратичне відхилення,

Sc – показник селекційної цінності.

За X_{lim} обрали найнижче значення ознаки у роки проведення досліджень, а X_{opt} – найвище.

Для аналізу кількісних показників гомеостатичності та селекційної цінності їх значення розбивали на три категорії: високу, середню і низьку з рівними дискретними діапазонами, позначивши категорію як K.

Коефіцієнт агрономічної стабільності визначали за формулою:

$$\text{As} = 100 - V, \quad (12)$$

де V – коефіцієнт варіації.

Дослід 6. Створення вихідних матеріалів тритикале озимого за внутрішньовидової і віддаленої гібридизації. Дослідження передбачали низку міжродових схрещувань з метою синтезу первинних (гібридизація різних видів пшениці з диплоїдним житом) і вторинних форм тритикале (гібридизація окта- й гексаплоїдних форм тритикале із пшеницею спельта та елімусом піщаним). У дослідженнях з внутрішньовидової гібридизації проведено схрещування гексаплоїдних форм тритикале озимого різного еколого-географічного походження поміж собою та гібридизацію октаплоїдних форм з гексаплоїдними.

Гібридизацію проводили за кастрації (видалення пиляків) материнських квіток і примусового запилення їх пилком батьківської форми. Після досягання насіння материнські суцвіття зрізали, підраховували кількість кастрованих квіток і сформованого насіння та визначали відсоток зав'язування і рівень прогамної несумісності. Гібридні зернівки висівали безпосередньо у ґрунт та визначали польову схожість насіння і рівень постгамної несумісності. Для відновлення фертильності у первинних амфідиплоїдів використовували метод мейотичної поліплоїдизації, що передбачає запилення гібридів F_1 пилком гексаплоїдних тритикале.

Матеріали, створені за внутрішньовидової та віддаленої гібридизації аналізували за основними структурними ознаками: висота рослин (см), стійкість до вилягання (бал), довжина колосу (см), маса зерна з колосу (г), врожайність (т/га), маса 1000 зерен (г), натура зерна (г/л), вміст в зерні білка (%) та клейковини (%).

Всі фенологічні спостереження та аналіз показників структури врожаю та якості зерна створених зразків проводили за методиками, що використовували в досліді 1 (див. ст. 83–84) Стійкість рослин до вилягання оцінювали перед збиранням за дев'ятибальною шкалою, де 9 балів – рослини не вилягають, 1 бал – вилягання надсильне. У випадку аномальних погодних явищ проводили додаткове оцінювання стану посівів. Після обліків та вимірювань здійснювали обмолот зерна і визначали врожайність.

Дослід 7. Аналіз створених сортів пшениці м'якої озимої та тритикале озимого. Дослідження передбачали проведення конкурсного сортовипробування створених сортів пшениці м'якої озимої (Артаплот, Уманська царівна, Фрея, Євразія) та тритикале озимого (Наварра, Стратег) в умовах Уманського НУС і проведення формальної й кваліфікаційної експертизи у філіях Українського інституту експертизи сортів рослин у зонах Лісостепу, Степу і Полісся.

Випробування створених сортів проводили на дослідному полі НВВ УНУ. Сорт Артаплот апробували упродовж 2013–2015 рр., сорт Уманська царівна –

2015–2018 рр. сорт Фрея – 2017–2019 рр., сорт Євразія – 2017–2019 рр. У дослідках використовували систематичний метод розміщення ділянок. Облікова площа ділянки становила 10 м². Номери розташовували блоками з густотою рослин 5 млн шт/га. Повторність дослідів чотириразова. Всі обліки та спостереження проводили відповідно до «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні» [302]. Після обліків та вимірювань здійснювали обмолот зерна і визначали його урожайність. Достовірність досліджень та суттєвість відмінностей між показниками продуктивності в експериментальних дослідженнях оцінювалися за результатами дисперсійного аналізу математичної статистики за використання прикладної програми MS Excel за методикою В. О. Єщенка зі співавторами [296].

Формальну і кваліфікаційну експертизу створених сортів проводили у філіях Українського інституту експертизи сортів рослин різних областей та ґрунтово-кліматичних зон України. Сорти тритикале озимого Наварра і Стратег тестували впродовж 2016–2018 рр. у 17 філіях УІЕСР в зонах Полісся і Лісостепу; сорти пшениці м'якої озимої Артаплот – 2015–2018, Уманська царівна – 2018–2020 рр., Фрея – 2019–2021 рр., Євразія – 2020–2022 рр. – у 19 філіях УІЕСР у зонах Лісостепу, Степу і Полісся. Під час проведення формальної і кваліфікаційної експертизи керувалися загальнодержавними методиками, що затверджені Міністерством аграрної політики та продовольства України [302, 314, 315].

Висновки за розділом 2

1. В цілому ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для проведення селекційних досліджень зі створення нових високопродуктивних вихідних матеріалів хлібних зернових культур та вирощування пшениці озимої та тритикале озимого.

2. Погодні умови за період досліджень (2013–2024 рр.) вирізнялися істотною мінливістю порівняно з середньобагаторічними даними, що дало змогу

об'єктивно оцінити створені зразки пшениці озимої та тритикале озимого за продуктивністю та адаптивним потенціалом.

3. Вихідний матеріал для створення нових зразків пшениці та тритикале є досить різноманітним за генетичним і еколого-географічним походженням, що дозволяє створити і виділити форми з широким спектром прояву господарсько-цінних та маркерних.

4. Методики, що використовували у дослідженнях, є загальноприйнятими та ефективними, що дає змогу достовірно провести порівняльний аналіз створеного вихідного матеріалу і отриманих на його основі сортів пшениці м'якої озимої та тритикале озимого.

РОЗДІЛ 3

СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА

Основним напрямком у селекції пшениці є створення високоврожайних сортів з відмінною якістю зерна [316]. Проте в останні роки спостерігається тенденція до підвищення врожайності поряд із суттєвим зниженням якості зерна культури [177]. Тому нині актуальним питанням є ведення селекційної роботи зі створення високоврожайних, стійких до несприятливих чинників довкілля та з високою якістю зерна сортів пшениці.

Світова практика показала, що схрещування географічно віддалених форм є результативним методом селекції. При цьому вдалий підбір вихідного матеріалу та компонентів гібридизації визначають успіх роботи [177, 317]. За створення нових сортів пшениці, що здатні забезпечити вимоги сучасного сільськогосподарського виробництва до системи гібридизації доцільно залучати генетично віддалені форми [44, 318]. При цьому донором високого вмісту білка, клейковини, лізину, адаптивного потенціалу зазвичай виступають дикі, напівдикі та забуті нині форми.

Зокрема, у якості донора господарсько-цінних ознак використовують пшеницю спельта, оскільки вона є донором високого вмісту білка і клейковини, містить значну кількість незамінних амінокислот та практично всі поживні речовини, які потребує людський організм у гармонійно-збалансованому стані. Дослідженнями низки українських та закордонних вчених-селекціонерів доведено позитивний ефект гібридизації пшениці м'якої і пшениці спельта, зокрема, істотне розширення наявного генетичного різноманіття пшениці та отримання нових трансгресивних форм, що поєднують високий вміст в зерні білка й клейковини від спельти та високу продуктивність від пшениці м'якої [44, 316, 318].

Поліпшенням показників якості пшениці м'якої озимої за її гібридизації із спельтою займаються селекціонери низки країн світу. Успіхів у цьому напрямку

досягнуто в Швейцарії, Австрії та Сербії, де створено сорти спельти озимої Altgold Rotkorn (Швеція), Nirvana (Сербія), Schwabenkorn, Bauländer, Frankenkorn (Австрія) [319–321]. В Україні масштабні дослідження в цьому напрямку розгорнуто в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, Уманському національному університеті та Всеукраїнському науковому інституті селекції [321, 322].

Нами проведено гібридизацію пшениці м'якої озимої та пшениці спельта озимої, що дало можливість із отриманого різноманіття селекційних матеріалів сформувати генетичну колекцію зразків, які є унікальними за біологічними, морфологічними та біохімічними характеристиками. Вони є цінними джерелами генетичної плазми для створення нових і поліпшення існуючих сортів пшениці.

Метою досліджень було розширення генетичного різноманіття пшениці м'якої озимої за гібридизації з пшеницею спельта озимою, аналіз рівня сумісності видів *Triticum aestivum* L. та *Triticum spelta* L. і гетерозисного ефекту у гібридів з метою систематизації створених зразків та виділення цінних вихідних форм і залучення їх до селекційного процесу створення високопродуктивних сортів культури.

3.1 Особливості міжвидової гібридизації за схрещування *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L.

Вдалий підбір батьківських компонентів схрещування визначає успіх гібридизації. Генетичний контроль селекційно-цінних показників та спадковість батьківських форм є основою створення нових гібридних популяцій. Науково обґрунтований підбір батьківських пар для гібридизації забезпечує отримання нових гібридних рослин, що поєднують ознаки обох батьків.

У дослідженнях вихідним матеріалом для схрещувань залучали районовані високопродуктивні сорти пшениці м'якої озимої Золотоколоса, Фаворитка, Крижинка, Смуглянка, Харус, Подолянка, Білоцерківська напівкарликова,

Єрмак, Мирхад, Фарандоль, Селянка, Краснодарська 99, Панна та сорт пшениці спельта озимої Зоря України. Проводили реципрокні схрещування, за схемою ♀ пшениця м'яка × ♂ спельта, ♀ спельта × ♂ пшениця м'яка. Визначали рівень перехресної сумісності за часткою зав'язаного насіння.

Зазначені сорти пшениці м'якої характеризувались високою продуктивністю (9,0–10,0 т/га). Залучені до гібридизації зразки пшениці спельта мали високий вміст білка (до 25 %) та клейковини (до 50 %) і вирізнялись високою стійкістю до хвороб.

Спельта – це гексаплоїдний вид пшениці ($2n = 6x = 42$) з геномним складом аналогічним пшениці м'якій (BA^uD), тому їх гібридизація вдається легко, хоча існують окремі проблемні питання, пов'язані з морфологічною рослин (спельта високостеблова, тоді як сорти пшениці м'якої з якими проводять гібридизацію здебільшого низькостеблові й напівкарлики) та періодом цвітіння, який у спельти починається на 5–10 діб пізніше, ніж у пшениці м'якої.

У комбінаціях схрещування, де пшениця м'яка виступала материнською формою рівень перехресної сумісності був вищим, ніж за запилення спельти пилком пшениці м'якої. У більшості комбінацій схрещування, де пшеницю м'яку використовували материнською формою відмічено зав'язування насіння на рівні 25,3–35,4 % (табл. 3.1).

Найвищий рівень перехресної сумісності зафіксовано в комбінаціях схрещування Панна × Зоря України (40,0 %), Золотоколоса × Зоря України (40,0 %), Харус × Зоря України (38,0 %), Крижинка × Зоря України (35,4 %), Копилівчанка × Зоря України (34,6 %). Встановлено, що у пшениці спельта рівень перехресної сумісності – невисокий, оскільки зафіксовано низький рівень зав'язування насіння (7,8–19,5 %) у комбінаціях схрещування, де материнською формою виступала спельта, зокрема, Зоря України × Фаворитка – 15,3 %, Зоря України × Копилівчанка – 8,1, Зоря України × Золотоколоса – 13,9, Зоря України × Смоглянка – 7,8, Зоря України × Мирхад – 9,6 %.

Таблиця 3.1

Рівень формування насіння за гібридизації *Triticum aestivum* × *Triticum spelta*, 2014 р.

Комбінація схрещування		Кількість кастрованих квіток, шт.	Кількість сформованих насінин, шт.	Частка зав'язування, %
♀	♂			
Фаворитка	Зоря України	142	38	26,8
Зоря України	Фаворитка	118	18	15,3
Фарандоль	Зоря України	150	52	34,7
Зоря України	Фарандоль	128	21	16,4
Краснодарська 99	Зоря України	138	32	23,2
Зоря України	Краснодарська 99	125	14	11,2
Панна	Зоря України	145	58	40,0
Зоря України	Панна	115	22	19,1
Копилівчанка	Зоря України	136	47	34,6
Зоря України	Копилівчанка	124	10	8,1
Крижинка	Зоря України	147	52	35,4
Зоря України	Крижинка	122	23	18,9
Харус	Зоря України	158	60	38,0
Зоря України	Харус	128	25	19,5
Золотоколоса	Зоря України	145	58	40,0
Зоря України	Золотоколоса	122	17	13,9
Єрмак	Зоря України	147	35	23,8
Зоря України	Єрмак	118	12	10,2
Селянка	Зоря України	136	41	30,1
Зоря України	Селянка	115	18	15,7
Подольська	Зоря України	158	50	31,6
Зоря України	Подольська	130	20	15,4
Смуглянка	Зоря України	150	38	25,3
Зоря України	Смуглянка	128	10	7,8
Мирхад	Зоря України	140	45	32,1
Зоря України	Мирхад	115	11	9,6

Серед сортів пшениці м'якої озимої позитивно вирізнялись Панна і Золотоколоса. У комбінаціях схрещування за їх участі (материнська форма)

частку зав'язування насіння фіксували не нижче 30 %, а використання сорту Панна запилювачем забезпечило найвищий рівень зав'язування насіння – 19,5 % порівняно з іншими комбінаціями схрещування, де за батьківську форму використовували пшеницю м'яку.

Отже, за міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. визначено частку формування насіння в різних комбінаціях схрещування та проаналізовано сумісність видів. Встановлено низький рівень перехресної сумісності у пшениці спельта. Сорт пшениці м'якої озимої Панна характеризується високим рівнем перехресної сумісності (30,0–40,0 %) і забезпечує високу частку формування насіння за використання його запилювачем для пшениці спельта.

Подальша селекційна робота передбачала аналіз отриманих гібридів F₁ у селекційному розсаднику за формоутворення та групування створених матеріалів за фенотипом. З метою насичення форм генами господарсько-цінних ознак, в окремих варіантах проводили беккросування з батьківськими формами.

3.2 Формоутворення зразків за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L.

Комплексний аналіз закономірностей успадкування конкретної ознаки дає можливість проведення цілеспрямованого селекційного добору в наступних поколіннях [323]. Проте, у гібридів першого покоління пшениці величина гетерозису може варіювати у широкому діапазоні. Наявність високої частки справжнього і гіпотетичного гетерозису в першому поколінні не завжди дозволяє спрогнозувати появу в нащадках цінних трансгресивних форм, оскільки у першому поколінні гібридів можлива міжалельна взаємодія генів, що істотно слабшає в наступних поколіннях або не успадковується наступними генераціями. Тому цей показник доцільно використовувати у комплексі з іншими критеріями, що підвищує ефективність відбору [324, 325].

3.2.1 Ступінь домінування та аналіз гетерозисного ефекту гібридів F₁.

Отримані матеріали за гібридизації пшениці м'якої озимої та пшениці спельтаозимої оцінювали за комплексом фенотипових, морфологічних і господарсько-цінних показників. Проведені дослідження свідчать, що серед 16 виділених зразків ознака «висота рослини» у п'яти успадковується за типом проміжного успадкування, від'ємне домінування спостерігали у чотирьох гібридів, депресію – у двох. У трьох комбінаціях схрещування відмічено позитивне домінування, у однієї – позитивне наддомінування високорослої батьківської форми (табл. 3.2).

Зафіксовано часткове від'ємне домінування та депресію за висотою рослин у комбінаціях схрещування Фарандоль × Зоря України (hr = -0,74), Єрмак × Зоря України (hr = -1,42), Селянка × Зоря України (hr = -0,72), Копилівчанка × Зоря України (hr = -1,71), Крижинка × Зоря України (hr = -0,87), що дає змогу виділяти короткостеблові, стійкі до вилягання форми.

У зразків 270 (hr = 1,12), 302 (hr = 0,57) і 348 (hr = 0,33), що отримано за використання материнською формою пшениці спельта за висотою рослин відмічено позитивне домінування або проміжне успадкування. Найнижчий ефект гетерозису зафіксовано у зразків, отриманих за участю сортів пшениці м'якої озимої Єрмак, Копилівчанка, Селянка і Харус із проявом справжнього гетерозису на рівні -33,6, -44,1 та -36,0 %.

Загалом із сформованих популяцій F₁ найнижчими рослинами характеризувався зразок 358 (78 см), що отриманий за участю сорту пшениці м'якої озимої Копилівчанка. Найвищі рослини отримано за гібридизації Зоря України × Золотоколоса (118 см), Зоря України × Фарандоль (116 см).

Довжина колосу – генетично зумовлена ознака, що характеризує певний вид пшениці і може неістотно змінюватись під дією умов довкілля. У проведених дослідженнях від'ємне домінування за довжиною колосу спостерігалось в більшості виділених зразків. Проміжне успадкування зафіксовано лише у п'яти гібридів.

Таблиця 3.2

Ступінь домінування та рівень гетерозису за висотою рослин зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за міжвидової гібридизації, 2015 р.

Зразок	Походження	Висота рослин, см			Ступінь домінування, (hp)	Характер успадкування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
		♀	♂	F ₁				
255	Краснодарська 99 × Зоря України	84	116	112	0,75	ЧПД*	-4,6	112,0
268	Фарандоль × Зоря України	85	116	89	-0,74	ЧВУ	-31,3	88,6
270	Зоря України × Фарандоль	116	85	116	1,12	НД	2,24	119,5
278	Панна × Зоря України	88	116	106	0,29	ПУ	-11,6	103,9
302	Зоря України × Панна	116	88	110	0,57	ЧПД	-7,0	107,8
305	Єрмак × Зоря України	92	116	87	-1,42	Д	-33,6	83,7
308	Селянка × Зоря України	80	116	85	-0,72	ЧВУ	-36,0	86,7
313	Смуглянка × Зоря України	90	116	98	-0,38	ПУ	-20,9	95,1
340	Золотоколоса × Зоря України	92	116	100	1,18	НД	2,35	116,2
348	Зоря України × Золотоколоса	116	92	118	0,33	ПУ	-9,3	103,8
358	Копилівчанка × Зоря України	88	116	78	-1,71	Д	-44,1	76,5
364	Харус × Зоря України	78	116	85	-0,63	ЧВУ	-36,0	87,6
365	Крижинка × Зоря України	85	116	87	-0,87	ЧВУ	-33,6	86,6
370	Фаворитка × Зоря України	92	116	118	1,17	НД	2,30	113,5
375	Подольська × Зоря України	90	116	98	-0,38	ПУ	-20,9	95,1

Примітка. * НД – гетерозис (позитивне наддомінування), ЧПД – часткове позитивне домінування, ПУ – проміжне успадкування, ЧВУ – часткове від'ємне успадкування, Д – депресія (негативне наддомінування); $HP_{05} = 3,6$.

Більшість отриманих нащадків за довжиною колосу займали проміжне положення між вихідними формами: колос був довшим, ніж у пшениці м'якої, проте істотно коротшим, ніж у спельти.

Використання пшениці спельта за материнську форму забезпечувало подовження колосу в гібридів першого покоління. Саме в таких зразків зафіксовано найдовший колос (12,8–13,8 см) і проміжне успадкування ознаки ($h_p = 0,05–0,34$) (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Ступінь домінування та рівень гетерозису за довжиною колосу зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за міжвидової гібридизації, 2015 р.

Зразок	Походження	Довжина колосу, см			Ступінь домінування, (h_p)	Характер успадкування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
		♀	♂	F ₁				
255	Краснодарська 99 × Зоря України	10,1	15,8	10,5	-0,86	ЧВУ	-33,5	81,1
268	Фарандоль × Зоря України	9,5	15,8	9,8	-0,90	ЧВУ	-38,0	77,5
270	Зоря України × Фарандоль	15,8	9,5	12,8	0,05	ПУ	-19,0	101,2
278	Панна × Зоря України	9,8	15,8	11,0	-0,60	ЧВУ	-30,4	85,9
302	Зоря України × Панна	15,8	9,8	13,6	0,27	ПУ	-13,9	106,3
305	Єрмак × Зоря України	10,0	15,8	10,8	-0,72	ЧВУ	-31,6	83,7
308	Селянка × Зоря України	9,5	15,8	10,5	-0,68	ЧВУ	-33,5	83,0
313	Смуглянка × Зоря України	10,2	15,8	10,5	-0,89	ЧВУ	-33,5	80,8
340	Золотоколоса × Зоря України	9,7	15,8	11,1	-0,54	ЧВУ	-29,7	87,1
348	Зоря України × Золотоколоса	15,8	9,7	13,8	0,34	ПУ	-12,7	108,2
358	Копилівчанка × Зоря України	9,7	15,8	10,8	-0,64	ЧВУ	-31,6	84,7
364	Харус × Зоря України	9,2	15,8	9,5	-0,91	ЧВУ	-39,9	76,0
365	Крижинка × Зоря України	9,8	15,8	10,9	-0,63	ЧВУ	-31,0	85,2
370	Фаворитка × Зоря України	9,6	15,8	11,8	-0,29	ПУ	-25,3	92,9
375	Подольська × Зоря України	9,5	15,8	11,8	-0,27	ПУ	-24,6	93,3

Примітка. * НД – гетерозис (позитивне наддомінування), ЧПД – часткове позитивне домінування, ПУ – проміжне успадкування, ЧВУ – часткове від'ємне успадкування, Д – депресія (негативне наддомінування); $h_{p05} = 0,5$.

Варто відзначити, що, незважаючи на подовження колосу, ці гібриди істотно поступалися спелті за цим показником. У зв'язку з цим у них, як і в усіх інших виділених зразків, відмічено від'ємний рівень справжнього гетерозису – -12,7–19,0 %.

Проміжне успадкування довжини колосу зафіксовано також у зразків, отриманих за участю сортів пшениці м'якої озимої Фаворитка і Подолянка, де у гібридів F_1 спостерігали подовження колосу на 2,2–2,3 см відносно материнської форми, що було істотним за $HP_{05} = 0,5$. Проте ці зразки істотно поступалися спелті за досліджуваним показником, справжній гетерозис у них зафіксовано на рівні -24,6 і -25,3 %.

Кількість колосків у колосі залежить від генотипу і фенотипового прояву генів у популяції особин. Позитивне наддомінування за цим показником спостерігали у зразків, отриманих за гібридизації Краснодарська 99 × Зоря України ($hr = 1,95$), Зоря України × Фарандоль ($hr = 2,00$), Панна × Зоря України ($hr = 2,58$) (табл. 3.4). Часткове позитивне домінування відмічено в комбінації схрещування Фаворитка × Зоря України ($hr = 0,78$). У 11 гібридних комбінацій спостерігали проміжне успадкування кількості колосків у колосі ($hr = -0,29$ – $0,34$), а в комбінації Зоря України × Золотоколоса – часткове від'ємне успадкування ($hr = -0,55$).

Найвищий рівень справжнього гетерозису зафіксовано у зразків, отриманих за гібридизації Краснодарська 99 × Зоря України (6,0 %), Панна × Зоря України (9,0 %) і Зоря України × Фарандоль (4,3 %).

Найбільшу кількість колосків у колосі в популяції F_1 мали зразки комбінацій Краснодарська 99 × Зоря України (17,8 шт.), Панна × Зоря України (18,1 шт.), Єрмак × Зоря України (17,2 шт.), Фаворитка × Зоря України (17,1 шт.) і Золотоколоса × Зоря України (16,7 %).

Кількість зерен у колосі – показник, який безпосередньо залежить від кількості колосків у колосі.

Таблиця 3.4

Ступінь домінування та рівень гетерозису за кількістю колосків у колосі зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за міжвидової гібридизації, 2015 р.

Зразок	Походження	Кількість колосків у колосі, шт			Ступінь домінування, (hr)	Характер успадкування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
		♀	♂	F ₁				
255	Краснодарська 99 × Зоря України	16,8	14,7	17,8	1,95	ПД	6,0	113,0
268	Фарандоль × Зоря України	16,1	14,7	15,5	0,14	ПУ	-3,7	100,6
270	Зоря України × Фарандоль	14,7	16,1	16,8	2,00	ПД	4,3	109,1
278	Панна × Зоря України	16,6	14,7	18,1	2,58	ПД	9,0	115,7
302	Зоря України × Панна	14,7	17,6	16,2	0,03	ПУ	-8,0	100,3
305	Єрмак × Зоря України	18,1	14,7	17,2	0,47	ПУ	-5,0	104,9
308	Селянка × Зоря України	17,1	14,7	16,4	0,42	ПУ	-4,1	103,1
313	Смуглянка × Зоря України	17,4	14,7	16,1	0,04	ПУ	-7,5	100,3
340	Золотоколоса × Зоря України	17,8	14,7	16,7	0,29	ПУ	-6,2	102,8
348	Зоря України × Золотоколоса	14,7	17,8	15,4	-0,55	ЧВУ	-13,5	94,8
358	Копилівчанка × Зоря України	16,8	14,7	15,7	-0,05	ПУ	-6,5	99,7
364	Харус × Зоря України	17,2	14,7	15,6	-0,28	ПУ	-9,3	97,8
365	Крижинка × Зоря України	17,5	14,7	16,7	0,43	ПУ	-4,6	103,7
370	Фаворитка × Зоря України	17,4	14,7	17,1	0,78	ЧПД	-1,7	106,5
375	Подольська × Зоря України	17,9	14,7	16,5	0,13	ПУ	-7,8	101,2

Примітка. * НД – гетерозис (позитивне наддомінування), ЧПД – часткове позитивне домінування, ПУ – проміжне успадкування, ЧВУ – часткове від'ємне успадкування, Д – депресія (негативне наддомінування); $HP_{05} = 0,9$.

У проведених дослідженнях позитивне наддомінування за цим показником відмічено у зразків комбінацій схрещування Панна × Зоря України ($hr = 2,20$), Зоря України × Фарандоль ($hr = 1,50$), Селянка × Зоря України ($hr = 2,50$) і Фаворитка × Зоря України ($hr = 1,33$) (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Ступінь домінування та рівень гетерозису за кількістю зерен з колосу зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за міжвидової гібридизації, 2015 р.

Зразок	Походження	Кількість зерен з колосу, шт.			Ступінь домінування, (hr)	Характер успадкування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
		♀	♂	F ₁				
255	Краснодарська 99 × Зоря України	50	44	50	1,00	ЧПД	0,00	106,4
268	Фарандоль × Зоря України	48	44	45	-0,5	ЧВУ	-6,25	97,8
270	Зоря України × Фарандоль	44	48	49	1,50	ПД	2,08	106,5
278	Панна × Зоря України	49	44	52	2,20	ПД	6,12	111,8
302	Зоря України × Панна	44	49	48	0,60	ЧПД	-2,04	103,2
305	Єрмак × Зоря України	51	44	50	0,71	ЧПД	-1,96	105,3
308	Селянка × Зоря України	48	44	51	2,50	ПД	6,25	110,9
313	Смуглянка × Зоря України	50	44	48	0,33	ПУ	-4,00	102,1
340	Золотоколоса × Зоря України	51	44	49	0,43	ПУ	-3,92	103,2
348	Зоря України × Золотоколоса	44	51	46	-0,43	ПУ	-9,80	96,8
358	Копилівчанка × Зоря України	48	44	47	0,50	ПУ	-2,08	102,2
364	Харус × Зоря України	49	44	46	-0,20	ПУ	-6,12	98,9
365	Крижинка × Зоря України	50	44	50	1,00	ЧПД	0,00	106,4
370	Фаворитка × Зоря України	50	44	51	1,33	ПД	2,00	108,5
375	Подольська × Зоря України	52	44	50	0,50	ПУ	-3,85	104,2

Примітка. * НД – гетерозис (позитивне наддомінування), ЧПД – часткове позитивне домінування, ПУ – проміжне успадкування, ЧВУ – часткове від'ємне успадкування, Д – депресія (негативне наддомінування); $HR_{05} = 4$.

Часткове позитивне домінування спостерігали у комбінаціях схрещування Краснодарська 99 × Зоря України ($hr = 1,0$), Зоря України × Панна ($hr = 0,60$), Єрмак × Зоря України ($hr = 0,71$), Крижинка × Зоря України ($1,00$), Копилівчанка

× Зоря України ($h_r = 0,50$) і Подолянка × Зоря України ($h_r = 0,50$). У п'ятьох комбінаціях схрещування зафіксовано проміжне успадкування, в однієї – часткове від'ємне домінування.

У популяціях гібридів першого покоління цих зразків відмічено озерненість колосу в діапазоні 47–52 шт. Високий рівень справжнього гетерозису зафіксовано в комбінаціях схрещування Панна × Зоря України, Селянка × Зоря України, Крижинка × Зоря України і Зоря України × Фарандоль (в межах 2,00–6,25 %).

Ступінь домінування за показником маси зерна з колосу варіював в межах від 2,54 у комбінації схрещування Фарандоль × Зоря України до -0,53 – у комбінації схрещування Зоря України × Фарандоль (табл. 3.6). Позитивне домінування відмічено в рослин комбінацій Краснодарська 99 × Зоря України ($h_r = 1,87$), Фарандоль × Зоря України ($h_r = 2,54$), Панна × Зоря України ($h_r = 2,53$), Золотоколоса × Зоря України ($h_r = 1,38$), Харус × Зоря України ($h_r = 1,33$), Фавортка × Зоря України ($h_r = 1,36$) і Копилівчанка × Зоря України ($h_r = 1,67$). У комбінаціях схрещування Єрмак × Зоря України, Смуглянка × Зоря України і Подолянка × Зоря України зафіксовано часткове позитивне домінування ($h_r = 0,62$ – $0,94$).

Високим рівнем справжнього гетерозису (3,7–14,0 %) та масою зерна з колосу (1,75–2,18 г) характеризувались матеріали, отримані за гібридизації Краснодарська 99 × Зоря України, Панна × Зоря України, Фарандоль × Зоря України і Золотоколоса × Зоря України, Копилівчанка × Зоря України, Фаворитка × Зоря України.

Отже, аналіз характеру успадкування та рівня гетерозису за основними господарсько-цінними показниками дозволив встановити та виділити сумісні гібридні комбінації і отримати цінні високопродуктивні зразки пшениці м'якої озимої.

Таблиця 3.6

Ступінь домінування та рівень гетерозису за масою зерна з колосу зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за міжвидової гібридизації, 2015 р.

Зразок	Походження	Маса зерна з колосу, г			Ступінь домінування, (hp)	Характер успадкування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
		♀	♂	F ₁				
255	Краснодарська 99 × Зоря України	1,98	1,52	2,18	1,87	ПД	10,1	124,6
268	Фарандоль × Зоря України	1,65	1,52	1,75	2,54	ПД	6,1	110,4
270	Зоря України × Фарандоль	1,52	1,95	1,62	-0,53	ЧВУ	-16,9	93,4
278	Панна × Зоря України	1,86	1,52	2,12	2,53	ПД	14,0	125,4
302	Зоря України × Панна	1,52	1,86	1,67	-0,12	ПУ	-10,2	98,8
305	Єрмак × Зоря України	1,84	1,52	1,78	0,62	ЧПД	-3,3	106,0
308	Селянка × Зоря України	1,78	1,52	1,65	0,00	ПУ	-7,3	100,0
313	Смуглянка × Зоря України	1,92	1,52	1,87	0,75	ЧПД	-2,6	108,7
340	Золотоколоса × Зоря України	1,94	1,52	2,02	1,38	ПД	4,1	116,8
348	Зоря України × Золотоколоса	1,52	1,94	1,75	0,10	ПУ	-9,8	101,2
358	Копилівчанка × Зоря України	1,85	1,52	1,96	1,67	ПД	5,9	116,3
364	Харус × Зоря України	1,82	1,52	1,87	1,33	ПД	2,7	112,0
365	Крижинка × Зоря України	1,89	1,52	1,74	0,19	ПУ	-7,9	102,1
370	Фаворитка × Зоря України	1,91	1,52	1,98	1,36	ПД	3,7	115,5
375	Подольська × Зоря України	1,88	1,52	1,87	0,94	ЧПД	-0,5	110,0

Примітка. * НД – гетерозис (позитивне наддомінування), ЧПД – часткове позитивне домінування, ПУ – проміжне успадкування, ЧВУ – часткове від'ємне успадкування, Д – депресія (негативне наддомінування); $HIP_{05} = 0,1$.

Встановлено, що висота рослин за міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. здебільшого успадковується за типом проміжного успадкування. Від'ємне домінування та депресію зафіксовано в гібридів, отриманих за участю сортів пшениці м'якої озимої Фарандоль (hp = -0,74), Селянка (hp = -0,72), Харус (hp = -0,63), Крижинка (hp = -0,87), Єрмак (hp = -1,42)

і Копилівчанка ($h_r = -1,44$). У зразків 270 ($h_r = 0,61$), 302 ($h_r = 0,67$) і 348 ($h_r = 0,33$), що отримано за використання материнською формою пшениці спельта озимої за висотою рослин відмічено позитивне домінування або проміжне успадкування.

Довжина колосу успадковується за типом від'ємного домінування або проміжного успадкування. Використання за материнську форму пшениці спельта забезпечувало подовження колосу в гібридів першого покоління. Саме такі гібриди характеризувались найдовшим колосом (12,8–13,8 см) та мали проміжне успадкування ознаки ($h_r = 0,05–0,34$).

Успадкування кількості колосків, кількості зерен і маси зерна з колосу відбувається за типом позитивного домінування або проміжного успадкування. Найвищий рівень гетерозису за цими показниками відмічено у рослин комбінацій Краснодарська 99 × Зоря України, Фарандоль × Зоря України, Панна × Зоря України, Золотоколоса × Зоря України, Харус × Зоря України, Фавортка × Зоря України і Копилівчанка × Зоря України.

3.2.2 Характер успадкування селекційно-цінних ознак у гібридів F_2 .

Гібриди F_1 за морфологічною будовою колосу і загальним габітусом рослин були однотипними і характеризувались подовженим колосом, червоним забарвленням колоскових лусок і безостістю, що свідчить про домінантний характер успадкування ознак спельтоїдності. Насіння гібридів F_1 висівали популяцією в селекційному розсаднику за розрідженого посіву. Після завершення вегетації у популяціях гібридів F_2 оцінювали фенотиповий прояв ознак морфології колосу.

У потомстві F_2 із 546 рослин отримано 412 рослин з морфологічними ознаками колосу пшениці спельта, 85 – пшениці м'якої та 49 – скверхеда (табл. 3.7). Гібридологічний аналіз свідчить, що фактично одержані результати є наслідком розщеплення за типом домінантного епістазу, що достовірно відповідає теоретичному співвідношенню 12 : 3 : 1. У потомстві F_2 спостерігалася кількісна перевага рослин із спельтоїдним типом колосу над рослинами із типовим колосом пшениці м'якої та скверхедним типом колосу.

Таблиця 3.7

Аналіз розщеплення нащадків F₂ за формою колосу, 2016 р.

Статистичні дані	Розщеплення рослин за формою колосу			Кількість рослин у досліді, шт.
	типу спельта	типу пшениця м'яка	скверхед	
Фактичні дані (p)	412	85	49	546
Співвідношення рослин за ознакою	0,755	0,156	0,090	1
Теоретично очікувані за розщеплення 12 : 3 : 1(q)	410	99	37	546
Відхилення експериментальних даних від теоретично очікуваних (d)	2	-14	12	—
Квадрат відхилення (d ²)	4	196	144	—
Відношення d ² /q	0,009	1,979	3,891	—
χ^2	—			5,879

Примітка. χ^2 теор. = 5,99.

Спельтоїдний тип колосу виявився домінантним щодо типової форми колосу пшениці м'якої, а скверхедний тип – був рецесивним щодо типової форми колосу пшениці м'якої. Особливістю взаємодії генів і розщеплення у гібридів F₂ є поява форм із скверхедним мтипом колосу (ущільнена верхня частина колосу), що не притаманно батьківським формам, а у наступних поколіннях спостерігалось також вищеплення форм із компактоїдним типом колосу (короткий, дуже щільний колос).

Формування спельтоїдного колосу пшениці контролюється геном Q/q, що локалізований у довгому плечі хромосоми 5A. Він віднесений до родини транскрипційних факторів APETALA-2, що контролюють розвиток квітки у рослин [326]. Спонтанна мутація всього в одній парі нуклеотидів гена Q/q, що

відбулася близько 8000–10000 років тому, мала вирішальне значення окультурення пшениці, оскільки призвела до появи форм із пружним колосковим стрижнем і вільним обмолотом зерна з колосу [327, 328]. Вважається, що домінантні алелі гена *Q-5A/q-5A* мають плейотропний вплив на низку морфологічних ознак, зокрема, довжина колосу, ламкість колосового стрижня тощо, а рецесивні алелі генів *Q-5D/q-5D* і *Q-5B/q-5B* пригнічують формування спельтоїдного колосу. Не виключена в цьому також роль регуляторних генів, лише поодинокі мутації в послідовності яких може призвести до істотної фенотипової варіабельності [329, 330].

Генетичний контроль ознаки «скверхедність» може мати різноманітну генетичну природу і обумовлюватися полісомією, абераціями або домінантними чи рецесивними генними мутаціями [331, 332]. Довжина колосу, колоскової луски і зернівки у гексаплоїдних видів пшениці регулюється геном *C/c*, рецесивні алелі якого зумовлюють їх вкорочення. Довжину колосу також регулюють гени-подовжувачі *L₁/l₁*, *L₂/l₂*, домінантні алелі яких зумовлюють видовження колосового стрижня [333, 334]. Поява серед нащадків форм із скверхедним типом колосу, що не характерно для вихідних форм, пояснюється взаємодією рецесивних алелів цих генів у гомозиготному стані, що зумовлюють формування короткого, ущільненого до верху булавоподібного колосу.

Популяції гібридів F_2 досліджено за ознакою «остистість-безостість» колосу. Безостість колосу пшениці м'якої є домінантною ознакою, що в селекційному процесі використовують генетичним маркером для добору істинних гібридів F_1 . Батьківські пари добирають таким чином, щоб материнська форма була остистою, а батьківська – безостою. Гібриди F_1 за фенотипом – безості, а в другому поколінні спостерігається розщеплення на остисті і безості форми.

У потомстві F_2 розщеплення на безості й остисті рослини склало 410 : 136 з кількісною перевагою безостих форм ($\chi^2 = 3,172$). Гібридологічний аналіз свідчить, що фактично одержані результати достовірно відповідають моногенному розщепленню за схемою 3 : 1 (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Аналіз розщеплення нащадків F₂ за остистістю колосу, 2016 р.

Статистичні дані	Розщеплення рослин за остистістю колосу		Кількість рослин у досліді, шт.
	безостий	остистий	
Фактичні дані (p)	428	118	546
Співвідношення рослин за ознакою	0,784	0,216	1
Теоретично очікувані за розщеплення 3 : 1 (q)	410	136	—
Відхилення експериментальних даних від теоретично очікуваних (d)	18	-18	—
Квадрат відхилення (d ²)	324	324	—
Відношення d ² /q	0,790	2,382	—
χ^2	—		3,172

Примітка. χ^2 теор. = 3,84.

Низкою досліджень встановлено, що на фенотиповий прояв ознаки «остистість–безостість» колосу можуть впливати гени майже всіх хромосом пшениці, а також гени-модифікатори, генотипове середовище та регуляторні гени [330, 334, 335]. Ознака «остистість–безостість» у пшениці контролюється генами *B₁/b₁*, *B₂/b₂* і *Hd/hd*, що локалізуються в хромосомах 5AL, 6BL і 4AS відповідно. Сорти пшениці, гомозиготні за трьома рецесивними алелями *hd*, *b₁* і *b₂*, є повністю остистими, тоді як сорти з двома домінантними алелями, що мають генотип *HdHdb₁b₁B₂B₂* або *hdhdB₁B₁B₂B₂* – безості.

Гібриди F₁, як і спельта, були безостими, як за використання спельти материнською формою, так і запилювачем, що доводить домінування безостості. А кількісна перевага безостих форм над остистими у популяціях гібридів F₂ це додатково підтверджує.

До гібридизації залучали червоноколосі форми спельти і сорти пшениці м'якої з різним забарвленням колосу. Червоне забарвлення колосу пшениці

контролюється генами Rg_1/rg_1 , Rg_2/rg_2 та Rg_3/rg_3 , що локалізовані в коротких плечах хромосом 1A, 1B і 1D [336, 337]. Алелі $Rg-A1b$ і $Rg-A1c$ контролюють червоне і чорне забарвлення колоскової луски відповідно, тоді як алелі $Rg-D1b$ і $Rg-D1c$ контролюють червоне і димчасто-сіре забарвлення. Вченими встановлено моногенний характер успадкування червоного забарвлення колосу за гібридизації червоноколосих і білоколосих форм пшениці [336–339]. Проте, у дослідженнях С. М. Січкара і О. В. Дубровної [325] показано, що розщеплення за ознаками «забарвлення колосу» і «забарвлення зернівки» в потомстві F_2 проходить за полімерною схемою 15:1 з різними відтінками червоного забарвлення.

У проведених дослідженнях в першому поколінні отримано гібриди з червоним колосом. У поколінні F_2 виявлено 422 червоноколосих рослини і 122 – білоколосих, що достовірно відповідало моногенному розщепленню за схемою 3:1 ($\chi^2 = 1,919$) (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Аналіз розщеплення нащадків F_2 за забарвленням колосу, 2016 р.

Статистичні дані	Розщеплення рослин за забарвленням колосу		Кількість рослин у досліді, шт.
	червоний	білий	
Фактичні дані (p)	422	122	546
Співвідношення рослин за ознакою	0,776	0,223	1
Теоретично очікувані за розщеплення 3:1 (q)	410	136	—
Відхилення експериментальних даних від теоретично очікуваних (d)	14	-14	—
Квадрат відхилення (d^2)	196	196	—
Відношення d^2/q	0,478	1,441	—
χ^2	—		1,919

Примітка. χ^2 теор. = 3,84.

Отже, за гібридизації пшениці м'якої зі спельтою червоне забарвлення колосу в гібридів F_2 домінує над його білим забарвленням, незалежно від генотипів сортів пшениці м'якої, включених у комбінації схрещування зі спельтою.

У наступних поколіннях гібридів *Triticum aestivum* L. $\times$ *Triticum spelta* L. спостерігали подальше розщеплення за морфологією колосу і, крім спельт, скверхедів і звичайних форм, відмічено появу проміжних форм між пшеницею м'якою і спельтою та щільноколосих зразків.

З метою систематизації отриманих нащадків було запропоновано класифікацію за морфологічною будовою колосу [340], згідно з якою все отримане різноманіття матеріалу розділено на шість морфотипів: спельти (рис. 3.1 а), спельтоїди (рис. 3.1 б), форми з типовим колосом пшениці м'якої (рис. 3.1 в), скверхеди (рис. 3.1 д), субкомпактоїди (рис. 3.1 ж) та компактоїди (рис 3.1 з).

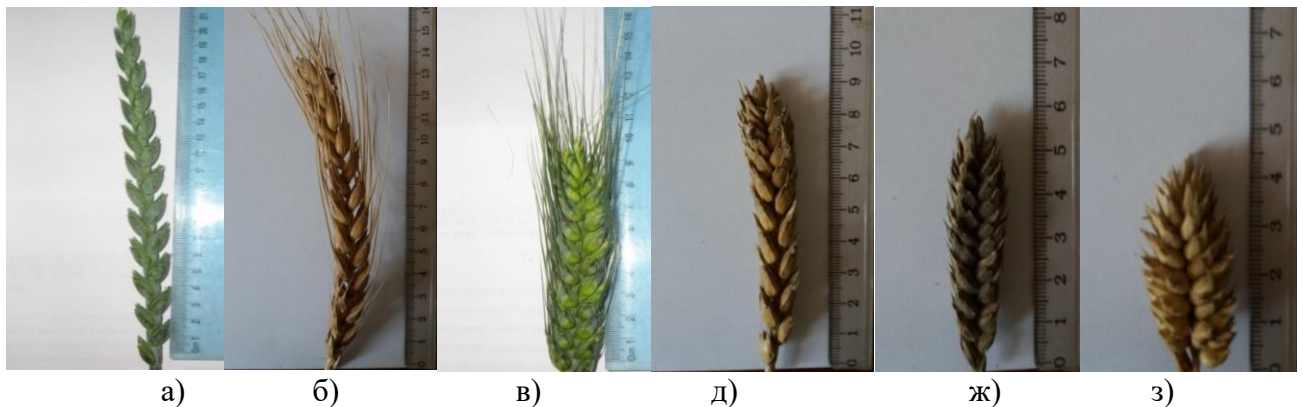


Рис. 3.1. Морфотипи пшениці за формою колосу

Характеристику кожного морфотипу подано в таблиці 3.10. З практичного погляду найціннішими є форми з типовим колосом пшениці м'якої, спельтоїди і скверхеди, оскільки саме ці форми забезпечують високу врожайність завдяки оптимальній озерненості колосу та вільному обмолоту зерна. Спельти характеризуються невисокою озерненістю та щільністю колосу, і, як результат, нижчою його продуктивністю.

Таблиця 3.10

**Характеристика морфотипів колекційних зразків пшениці за формою
колосу**

Морфотип	Щільність колоса, шт. колосків/10 см колосового стрижня	Довжина колоса, см	Характеристика
Спельти	<16	>15	Довгий, нещільний колос з грубою колосковою лускою та важким обмолотом зерна
Спельтоїди	<16, 17–22	12–15	Подовжений, нещільний або середньої щільності колос з низькою якістю обмолоту зерна
Форми з типовим колосом пшениці м'якої	17–22	8–12	Колос середньої щільності з нормальною колосковою лускою і вільним обмолотом зерна
Скверхеди	17–22, 23–28	8–12	Ущільнена верхня частина колосу
Субкомпактоїди	23–28, >28	6–8	Вкорочений колос з ущільненою верхньою і середньою частиною
Компактоїди	>28	<6	Короткий надщільний колос

Проте основною перешкодою для їх широкого впровадження у сільськогосподарське виробництво є ускладнений обмолот зерна (якість обмолоту зерна становить біля 60–70 %) унаслідок ламкості колосового стрижня та наявності грубої колоскової луски, що суттєво ускладнює процес їх механізованого збирання. Проте, форми з довгим нещільним колосом мають низку переваг, зокрема, швидке висихання колосу після дощу, внаслідок чого знижується сприйнятливість рослин до хвороб та формується крупне зерно з поліпшеними технологічними властивостями. У таких форм зафіксовано високу

фертильність пилку та врожайність [332], а наявність грубої колоскової луски підвищує стійкість до хвороб і шкідників. Тому вищевказані зразки, що характеризуються довгим колосом і високою продуктивністю можуть використовуватись для селекційного поліпшення пшениці за низкою господарсько-цінних ознак.

Отже, в результаті проведених досліджень встановлено, що у гібридів F_2 відбувається розщеплення за типом домінантного епістазу на форми з спельтоїдним, типовим колосом пшениці м'якої та скверхедним колосом. Спельтоїдний тип колосу виявився домінантним щодо типової форми колосу пшениці м'якої, а скверхедний тип – рецесивний щодо типової форми колосу пшениці м'якої.

У нащадках F_2 розщеплення за ознаками «остистість-безостистість» і «забарвлення колосу» відбувається за моногенною схемою 3 : 1. При цьому фіксували кількісну перевагу безостих і черконоколосих форм, незалежно від генотипів сортів пшениці м'якої, включених у комбінації схрещування зі спельтою.

Запропоновано класифікацію зразків пшениці за формою колосу, згідно з якої форми пшениці розподілено на шість груп. Її можна використовувати у селекційній практиці з метою систематизації генетичного різноманіття, отриманого за різних систем гібридизації.

3.3 Аналіз гібридів *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. за урожайністю і якістю зерна

У процесі досліджень проведено міжвидову гібридизацію високопродуктивних районованих сортів пшениці м'якої озимої із зразками пшениці спельта озимої власної селекції. Створені нащадки самозапилювали або повторно схрещували із батьківськими формами. За індивідуально-родинного добору відібрано зразки, що характеризувалися широким розмахом

мінливості за господарсько-цінними ознаками та морфо-біологічними властивостями.

Нині робоча колекція пшениці нараховує понад 1000 зразків [341]. До її складу входять сортозразки пшениці м'якої, пшениці спельти та спельтоїдні гібриди, що вирізняються низкою цінних ознак і властивостей, зокрема, ранньостиглістю, адаптивністю, Низькостебловістю, високою посухо-, зимо- та морозостійкістю тощо. Окремі матеріали істотно перевищують вихідні форми за врожайністю, вмістом в зерні білка та клейковини [342].

Всі створені константні матеріали за урахування загального габітусу рослин і морфологічної будови колосу було розділено на пшениці м'які, пшениці спельти та проміжні (спельтоподібні) форми. Константними вважали зразки, що не розщеплювалися за фенотипом і були вирівняними за морфологічними ознаками, що забезпечувалося у поколіннях F_5 і наступних.

До групи пшениць м'яких віднесено зразки, що характеризуються середньощільним або щільним колосом (16–28 колосків на 10 см колосового стрижня) та вільним обмолотом зерна за наявності нормальної колоскової луски. Група пшениць спельта об'єднує форми з довгим, нещільним колосом (<16 колосків на 10 см колосового стрижня), грубою колосковою лускою та ускладненим обмолотом зерна. До спельтоподібних – віднесено зразки, що займали проміжне положення між батьківськими формами за морфологічною будовою колосу та загальним габітусом рослин [341–343].

Колекційні зразки характеризувалися значною варіабельністю за висотою рослин від 52 до 129 см. Створені зразки, згідно модифікованої класифікації А. П. Орлюка зі співавторами [303], розділено на високорослі (понад 120 см), Середньорослі (105–120 см), низькорослі (85–105 см), напівкарлики (60–85 см) та карлики (<60 см). Найчисельнішими та найпродуктивнішими були низькоросла та напівкарликова групи пшениць.

У групі пшениці м'якої (F_{5-10}) висота рослин варіювала в межах від 53 до 100 см. Середньо- й високостеблових зразків виявлено не було (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

**Господарсько-цінні показники колекційних зразків пшениці м'якої
(F₅₋₁₀), 2013–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Висота рослин, см	Маса зерна з головного колосу, г	Довжина колосу, см	Маса 1000 зерен, г	Вміст, %		Врожайність, т/га
					клейковини	білка	
Подільянка (st)	86	2,11	9,7	52,5	29,5	13,7	6,77
1692	100	2,34	8,6	55,3	30,2	14,1	7,03
1687	88	2,14	9,7	53,2	29,8	13,6	6,46
1688	89	1,54	6,5	48,6	35,5	16,4	5,48
1684	91	1,77	8,9	45,6	38,2	17,7	5,75
1685	96	2,24	9,9	52,1	30,3	14,3	6,86
1682	91	2,11	9,5	50,7	27,7	12,8	6,35
1693	81	2,03	9,6	52,6	34,5	16,2	5,96
1689	81	2,34	9,1	53,3	32,2	15,7	7,18
1686	78	2,11	8,8	50,2	31,8	15,3	6,41
1681	76	1,59	6,5	46,4	36,5	17,2	5,39
1675	61	1,99	9,6	48,8	33,5	16,2	5,81
1678	59	2,13	8,7	46,9	32,3	16,1	6,31
1514	56	2,02	8,1	48,3	28,9	13,6	6,25
1598	53	1,86	9,5	47,7	33,7	16,5	5,96
3872	93	2,28	10,7	50,7	36,8	15,8	7,03
4075	94	2,31	10,2	50,2	36,8	15,9	7,08
6274	95	2,39	11,8	51,8	37,1	15,5	7,12
6750	98	2,45	10,1	51,7	37,2	16,0	7,28
<i>HIP₀₅</i>	3	0,07	0,3	1,7	1,1	0,5	0,22

Позитивно вирізнялися карликові зразки 1678 (h = 59) і 1514 (h = 56), які мали високі показники продуктивності, зокрема, масу зерна з головного колосу на рівні 2,02–2,13 г та врожайність – 6,25–6,31 т/га.

Найвищою масою зерна з головного колоса характеризувались зразки 1689 (2,34 г), 3872 (2,28 г), 6274 (2,39 г), 6750 (2,45 г), які істотно перевищували контрольний варіант. Ці зразки також мали і найвищу в досліді врожайність – в межах 7,03–7,28 т/га та масу 1000 зерен – 50,7–51,8 г.

За вмістом білка і клейковини у зерні 12 досліджуваних зразків істотно перевищували сорт Подолянка. Найвищими ці показники були у зразків 1684 (вміст білка – 17,7 %, клейковини – 38,2 %) та 1681 (вміст білка – 17,2 %, клейковини – 36,5 %).

Варто відзначити зразки 3872, 4075, 6274 та 6750, що характеризувались поєднанням високої продуктивності (7,03–7,28 т/га), маси зерна з колосу (2,28–2,45 г) з високим вмістом білка (15,5–16,0 %) та клейковини (36,8–37,2 %).

У групі спельтоподібних форм спостерігали зниження показників індивідуальної продуктивності колосу та врожайності, що ймовірно є наслідком наявності в їх генотипі генетичного матеріалу пшениці спельти. За масою зерна з головного колосу у цій групі зразків лише номер 1561 (2,26 г) наближався до сорту Подолянка та істотно перевищував сорт Зоря України (табл. 3.12). Інші досліджувані зразки істотно поступалися за цим показником обом стандартам, за винятком зразків 1766 (1,89 г) та 1710 (1,98 г), які мали масу зерна з колоса на рівні сорту Зоря України. За довжиною колосу (12,4–14,5 см) всі спельтоподібні форми істотно перевищували сорт Подолянка, проте істотно поступалися сорту Зоря України. За масою 1000 зерен позитивно вирізнявся спельтоподібний зразок 1710 (59,1 г), що характеризувався найвищим значенням цього показника в досліді.

У всіх спельтоподібних форм фіксували істотне збільшення вмісту білка та клейковини в зерні відносно сорту Подолянка. Кращим за цими показниками був зразок 1809, у зерні якого містилося 39,2 % клейковини та 18,0 % білка. За врожайністю зразок 1561 (6,44 т/га) істотно перевищував сорт Зоря України та неістотно поступався сорту Подолянка. Виділений зразок мав високий вміст клейковини (36,5 %) та білка (17,4 %) і масу 1000 зерен (51,3 г).

Таблиця 3.12

**Господарсько-цінні показники спельтоподібних зразків (F₅₋₁₀),
2013–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Висота рослин, см	Маса зерна з головного колосу, г	Довжина колосу, см	Маса 1000 зерен, г	Вміст, %		Врожайність, т/га
					клейковини	білка	
Подільська (st)	86	2,31	9,7	52,3	29,3	13,7	6,77
Зоря України (st)	116	1,81	15,7	50,4	48,3	23,6	5,51
1669	98	1,44	14,1	45,7	33,5	16,1	4,94
1766	98	1,89	13,5	42,3	34,8	16,4	5,64
1710	101	1,98	14,1	59,1	35,7	17,1	5,86
1626	86	1,76	14,2	50,4	30,5	14,2	5,42
1561	103	2,26	14,5	51,3	36,5	17,4	6,44
1694	81	1,46	12,4	50,1	32,2	15,5	4,86
1809	79	1,66	14,1	45,6	39,2	18,0	5,97
1800	76	1,47	12,7	50,2	35,1	16,4	4,81
1628	57	1,27	12,6	43,6	44,2	21,3	4,67
1635	56	1,48	12,6	45,6	35,2	16,6	5,02
<i>HIP₀₅</i>	3	0,06	0,4	1,7	0,9	0,4	0,18

У гібридів F₄₋₅ пшениці м'якої зі спельтою зафіксовано вищий рівень варіювання за висотою рослин (V = 30,1 %). Виділено три високостеблові форми (висота рослин = 114–118 см), що мають підвищений вміст в зерні білка (16,6–16,9 %) і клейковини (36,1–36,8 %) (табл. 3.13).

За масою зерна з головного колосу зразки 255 (2,05 г) та 340 (2,08 г) достовірно перевищували стандарт. Ці ж зразки мали найвищу масу 1000 зерен – 51,2–51,3 г та за врожайністю (6,65–6,67 т/га) істотно перевищували контрольний варіант.

Таблиця 3.13

**Господарсько-цінні показники колекційних зразків пшениці м'якої (F₄₋₅),
2019–2020 рр.**

Селекційний матеріал	Висота рослин, см	Маса зерна з головного колосу, г	Довжина колосу, см	Маса 1000 зерен, г	Вміст, %		Врожайність зерна, т/га
					клейковини	білка	
Подільська (st)	88	1,86	9,5	50,5	29,3	13,4	6,21
255	88	2,05	10,1	51,2	30,4	14,4	6,65
268	92	1,58	9,2	45,8	35,1	16,1	5,56
270	114	1,55	11,4	46,2	36,8	16,7	5,50
278	95	1,92	10,2	48,1	31,2	14,8	6,35
302	118	1,52	12,5	47,1	35,0	16,2	5,61
305	94	1,68	10,1	47,6	34,4	15,2	5,72
308	85	1,52	9,8	45,8	36,1	16,6	5,58
313	92	1,75	10,0	19,2	32,4	14,8	5,81
340	90	2,08	10,4	51,3	30,5	13,9	6,67
348	115	1,55	12,5	46,7	36,2	16,9	5,62
358	89	1,81	10,3	48,2	33,8	15,0	5,78
364	84	1,72	8,8	48,1	32,8	14,8	5,81
365	87	1,58	10,4	46,8	34,1	15,6	5,51
370	94	1,84	11,4	49,0	31,1	14,6	5,84
375	98	1,75	11,3	48,2	32,2	15,2	5,75
<i>НІР₀₅</i>	4	0,07	0,4	1,8	1,0	0,5	0,25

Зафіксовано істотне збільшення вмісту білка (13,9–16,7 %) та клейковини (30,4–36,8 %) у зерні в усіх досліджуваних гібридів F₄₋₅ відносно стандарту.

У результаті проведених досліджень виділено чотири високопродуктивних зразки, які було детально проаналізовано за вмістом у зерні амінокислот та стійкістю до хвороб.

Основними показниками, які характеризують харчову цінність сировини і продуктів, є біологічна, енергетична, фізіологічна цінність і біологічна ефективність. Біологічною цінністю називають показник якості харчового білка, який відображає ступінь відповідності його амінокислотного складу потребам організму людини в амінокислотах для синтезу білка. У кожному білку може бути різна кількість амінокислот, складом яких визначається повноцінність білка. Амінокислоти – речовини первинного синтезу, що беруть участь у синтезі білків, коферментів, ферментів, стероїдних сполук, поліфенолів, складних вуглеводів, жирів тощо. У побудові організму людини беруть участь лише 22 амінокислоти.

Амінокислотний склад білків та їх скор мають вагоме значення для оцінювання якості зерна пшениці. Незамінні амінокислоти організмом людини не синтезуються, тому їх потреба забезпечується продуктами харчування. Критично важливими для організму людини є метіонін, лізин і триптофан, оскільки вони лімітують використання інших амінокислот для синтезу білка. Замінні амінокислоти можуть утворюватися ендогенним синтезом. Вони необхідні для нормального обміну речовин, функціонування ферментної системи тощо [344, 345].

Зерно спельти характеризується вищим вмістом незамінних амінокислот, зокрема, лізину, треоніну та метіоніну, ніж зерно пшениці м'якої. Зерно пшениці м'якої має вищі показники амінокислотного скору лейцину, ізолейцину та суми тирозину і фенілаланіну [344–346].

Дослідженнями встановлено, що вміст амінокислот у зерні створених зразків варіював залежно від генотипу в межах 180,11–206,21 мг/г (табл. 3.14).

На думку вчених більше уваги необхідно приділяти не сумі амінокислот, а незамінним амінокислотам і особливо лімітуючим – лізину, метіоніну, ізолейцину і треоніну. Поряд з цим, у білках пшениці таких незамінних амінокислот як лейцин та фенілаланін міститься більше, ніж потрібно людині. У проведених дослідженнях за сумою незамінних амінокислот всі створені зразки істотно перевищували стандарт.

Таблиця 3.14

**Вміст амінокислот у зерні зразків пшениці м'якої озимої, мг/г,
2018–2019 рр.**

Амінокислота	Подольнка (St)	Зразок				HIP ₀₁
		3872	4075	6274	6750	
Вал	5,32	5,69	5,37	5,72	6,19	0,05
Іле	4,01	4,18	4,09	3,96	4,93	0,04
Лей	8,31	8,50	8,44	8,39	9,88	0,08
Ліз	3,61	3,66	3,73	3,92	4,81	0,04
Мет	1,32	1,43	1,72	1,88	0,87	0,01
Тре	3,55	4,04	3,61	3,78	4,09	0,03
Три	0,76	0,85	0,88	0,81	0,88	0,01
Фен	5,61	6,28	5,99	5,69	7,02	0,06
$\Sigma_{НАК}$	32,49	34,63	33,83	34,15	38,67	0,31
Глі	5,22	5,70	5,34	5,27	5,91	0,05
Ала	4,51	5,21	4,58	4,74	5,48	0,04
Цис	2,08	2,62	2,16	2,43	2,43	0,02
Сер	5,60	6,37	5,63	5,79	6,72	0,05
Глю	29,01	31,59	29,03	27,30	31,79	0,27
Асп	6,58	7,30	6,16	7,10	7,90	0,06
Про	5,30	5,32	5,94	5,57	6,59	0,05
Тир	4,35	4,86	4,66	4,38	4,85	0,04
Гіс	3,91	3,90	3,93	4,04	4,16	0,04
Арг	6,02	6,78	5,99	6,36	7,94	0,06
$\Sigma_{ЗАК}$	72,58	79,65	73,42	72,98	83,77	0,69
<i>Всього</i>	<i>177,65</i>	<i>193,93</i>	<i>180,67</i>	<i>180,11</i>	<i>206,21</i>	<i>1,69</i>

Найвищою сумою незамінних амінокислот у зерні характеризувалися зразки 6750 (38,67 мг/г) та 3872 (34,63 мг/г). Зразки 6274 (34,15 мг/г) та 4075

(33,83 мг/г) дещо поступалися їм, проте характеризувалися високим вмістом метіоніну й триптофану. У складі незамінних амінокислот переважали лейцин, вміст якого варіював залежно від генотипу в межах 8,31–9,88 мг/г та валін – 5,32–6,19 мг/г.

Вміст замінних амінокислот варіював від 72,98 мг/г у зразка 6274 до 206,21 мг/г у зразка 6750. За сумою замінних амінокислот зразки 3872, 4075 та 6750 істотно перевищували контрольний варіант. Серед замінних амінокислот переважала глютамінова кислота (29,01–31,79 мг/г).

Скор (амінокислотний, інтегральний) кожної амінокислоти характеризує біологічну цінність зерна. Використання організмом людини білка на анаболітичні потреби визначається вмістом лімітувальної амінокислоти, а компенсація енерговитрат і біосинтез замінних амінокислот відбувається завдяки надлишковому вмісту інших есенціальних речовин [344]. Високий вміст білка або загальна сума амінокислот не забезпечує високу біологічну цінність зерна.

Інформація про загальний вміст незамінних амінокислот не характеризує забезпечення ними добової потреби організму людини. Для цього визначають величину амінокислотного скору. Бездефіцитним скор вважається за значення для всіх амінокислот понад 95 % та точності визначення їх вмісту близько 5 % [347]. Всесвітня продовольча організація (FAO) та Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визначили добову потребу людського організму в амінокислотах, яка забезпечує їх збалансованість (12 % загальної енергетичної потреби організму, або 90–100 г на добу).

Дослідженнями встановлено, що лімітованими амінокислотами у зерні створених зразків є лізин і триптофан, амінокислотний скор яких змінювався в межах 60–80 % (табл. 3.15). Досліджувані генотипи, крім лізину і триптофану, мали незначний дефіцит треоніну, а зразки 4075 і 6274 також мали дефіцит ізолейцину. Амінокислотний скор інших незамінних амінокислот був бездефіцитним.

Таблиця 3.15

**Амінокислотний скор незамінних амінокислот у зерні зразків пшениці
м'якої озимої, %, 2018–2019 рр.**

Амінокислота	Еталон ФАО/ВООЗ, мг/г	Подольська (St)	Зразок			
			3872	4075	6274	6750
Вал	5,5	97	103	98	104	113
Іле	4,4	91	95	93	90	112
Лей	7,7	108	110	110	109	128
Ліз	6,1	59	60	61	64	79
Мет+цис	3,9	87	104	99	111	85
Тре	4,4	81	92	82	86	93
Три	1,1	69	77	80	74	80
Фен+тир	6,6	151	169	161	153	180

Інтегральний скор амінокислот характеризує здатність білка задовольняти добову біологічну потребу організму людини. Серед досліджуваних генотипів найвищий інтегральний скор фіксували у зразків 3872 та 6750, які найбільше забезпечували біологічну потребу людини глутаміновою кислотою (201–234 %), ізолейцином (на 198–247 %), валіном (на 215–248 %), лейцином (на 182–215 %) (табл. 3.16).

Найпоширенішими і шкодочинними хворобами пшениці озимої в Україні є борошниста роса, фузаріоз колосу та септоріоз. Недобір урожаю за ураження цими хворобами в різні роки може сягати до 40 %. У проведених дослідженнях за порівняльного аналізу показано рівень резистентності новостворених зразків до найшкодочинніших хвороб [348, 349]. Облік селекційного матеріалу за ураженням борошнистою росою і септоріозом проводили у фазу колосіння, що за міжнародною класифікацією BBCH 55–59 фази, до фузаріозного ураження колосу – у фазу молочної стиглості (BBCH 70–75 фази).

Таблиця 3.16

Інтегральний скор амінокислот у зерні пшениці м'якої, %, 2018–2019 рр.

Амінокислота	Добова потреба, г	Подолянка (St)	Зразок			
			3872	4075	6274	6750
Асп	6,1	108	120	101	116	130
Тре	2,4	148	168	150	158	170
Сер	8,3	67	77	68	70	81
Глю	13,6	213	232	213	201	234
Про	4,5	118	118	132	124	146
Глі	3,5	149	163	153	151	169
Ала	6,6	68	79	69	72	83
Цис	1,8	116	146	120	135	135
Вал	2,5	213	228	215	229	248
Мет	1,8	73	79	96	104	48
Іле	2,0	201	209	205	198	247
Лей	4,6	181	185	183	182	215
Тир	4,4	99	110	106	100	110
Фен	4,4	128	143	136	129	160
Гіс	2,1	186	186	187	192	198
Ліз	4,1	88	89	91	96	117
Арг	6,1	99	111	98	104	130
Три	0,8	95	44	60	51	48

Найнижчу інтенсивність ураження борошнистою россою зафіксовано у зразка 4075, з часткою ураження на рівні 4,2 %, що на 9,3 % нижче показника сорту-стандарту (табл 3.17). Зразки 3872, 6274 та 6750 також були істотно резистентнішими щодо рослин контрольного варіанту. Найвищу резистентність до септоріозу, на рівні 7,1–7,5 % (8 балів) мали рослини зразків 3872, 6750 та 6274.

Таблиця 3.17

**Резистентність до хвороб створених зразків пшениці м'якої озимої,
2014–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Інтенсивність ураження рослин								
	борошнистою росю			фузаріозом			септоріозом		
	%	± до st., %	Стійкість, бал	%	± до st., %	Стійкість, бал	%	± до st., %	Стійкість, бал
Подільська (st)	13,5	–	7	9,3	–	8	11,2	–	7
3872	6,0	-7,5	8	7,4	-1,9	8	7,1	-4,1	8
4075	4,2	-9,3	9	7,5	-1,8	8	8,1	-3,1	8
6274	7,5	-6,0	8	8,4	-0,9	8	7,5	-3,7	8
6750	4,8	-8,7	9	6,8	-2,5	8	7,4	-4,8	8
<i>HIP₀₅</i>	0,7	–	–	0,7	–	–	0,7	–	–

Найвищу стійкість до фузаріозу було зафіксовано в зразка 6750. Частка уражених рослин у середньому склала 6,8 %, що на 2,5 % нижче від стандарту. Зразки 3872, 4075 та 6274 перевищували за стійкістю до фузаріозу стандарт на 1,9 %, 1,8 % та 0,9 %, відповідно.

Отже, в результаті проведених досліджень виділено зразки пшениці м'якої озимої з високими показниками продуктивності та якості, які доцільно використовувати у подальшій селекційній роботі донорами генів окремих господарсько-цінних ознак, зокрема, зразки 1809 (вміст білка 18,0 %), 3872 (вміст білка – 15,8 %, врожайність – 7,12 т/га) 6274 (врожайність – 7,12 т/га), 6750 (врожайність – 7,28 т/га), 4075 (врожайність – 7,28 т/га), 1710 (маса 1000 зерен 59,1 г).

Висновки за розділом 3:

1. За міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. визначено частку формування насіння за різних комбінаціях схрещування і проаналізовано сумісність видів. Встановлено низький рівень перехресної сумісності пшениці спельта. Сорт пшениці м'якої озимої Панна характеризується високим рівнем перехресної сумісності (30,0–40,0 %) і забезпечує високу частку формування насіння за використання його запилювачем для пшениці спельта.

2. Встановлено, що висота рослин за міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. успадковується за типом проміжного успадкування. Довжина колосу – за типом від'ємного домінування або проміжного успадкування. Використання за материнську форму пшениці спельта забезпечувало подовження колосу у гібридів першого покоління. Успадкування кількості колосків і кількості зерен та маси зерна з головного колосу відбувається за типом позитивного домінування або проміжного успадкування.

3. Встановлено, що форма колосу у гібридів F₂ успадковується за типом домінантного епістазу. Спельтоїдний тип колосу є домінантним до типової форми колосу пшениці м'якої, а скверхедний тип – рецесивним.

У нащадках F₂ розщеплення за ознаками «остистість–безостість» і «забарвлення колосу» відбувається за моногенною схемою 3 : 1 з кількісною перевагою безостих і червоноколоських форм, незалежно від генотипів сортів пшениці м'якої, включених у комбінації схрещування.

4. Запропоновано класифікацію гібридів отриманих за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. за формою колосу, згідно якої зразки розподілено на шість груп. Її можна використовувати у селекційній практиці з метою систематизації генетичного різноманіття, отриманого за різних систем гібридизації.

5. Виділено зразки пшениці м'якої озимої з високими показниками продуктивності та якості, що доцільно використовувати у селекційній роботі

донорами генів окремих господарсько-цінних показників, зокрема, зразки 1809 (вміст білка 18,0 %), 3872 (вміст білка – 15,8 %, врожайність – 7,03 т/га) 6274 (врожайність – 7,12 т/га), 6750 (врожайність – 7,28 т/га), 4075 (врожайність – 7,28 т/га), 1710 (маса 1000 зерен 59,1 г).

За матеріалами досліджень опубліковано п'ять наукових праць [322, 341, 343, 348, 349].

РОЗДІЛ 4

СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ СОРТУ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА (*TRITICUM SPELTA* L.)

Спельта (*Triticum spelta* L.) – один з найдавніших видів пшениці, що була відома ще в VII–VIII тисячолітті до н. е. Центр її походження знаходиться в Південно-Східній Азії, звідки вона поширилася в Північну і Центральну Європу. Азіатські підвиди спельти, ймовірно, є найдавнішими видами пшениці і виникли у результаті спонтанної гібридизації видів *Triticum turgidum* ssp. *dicoscon* і *Aegilops Tauschii* ssp. *strangulata*, а пізніше від неї утворилися голозерні гексаплоїдні види пшениці, зокрема, і *Triticum aestivum* L. За геномним складом і структурою хромосом окремих субгеномів спельта ідентична пшениці м'якій [1, 73, 350].

Пшениця спельта характеризується низкою цінних ознак, зокрема і перевищує пшеницю м'яку за вмістом у зерні білка на 8–10 %, клейковини на 16–20 %, амінокислотний склад на 50 % вищий порівняно з м'якою озимою пшеницею [340, 351, 352]. Її вирощували у стародавні часи, проте згодом перестали висівати у зв'язку з невисокою врожайністю. Нині попит на спельту зростає, що пояснюється високим вмістом у зерні білка і клейковини, наявністю низки поживних речовин і амінокислот, що не містяться у продуктах тваринного походження [319, 353–355]. Завдяки високій стійкості до хвороб та наявності додаткових лусок, що ускладнюють пошкодження шкідниками, цю пшеницю активно вирощують в органічному землеробстві.

Пшениця спельта характеризується найвищим серед гексаплоїдних пшениць вмістом білка в зерні, що перевищує за цим показником вид *Triticum aestivum* L. на 5–10 %, *Triticum sphaerococum* Persiv. – на 3–8 %, *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch – 2–6 % [356]. За вмістом триптофану перевищує пшеницю м'яку на 10–15 %, тверду – на 15–20 %. Крім того, спельта містить меншу кількість глютену, ніж пшениця м'яка, ячмінь, овес, що дозволяє

використовувати її в дієтичному харчуванні [357].

Селекцією пшениці спельти нині займаються в багатьох країнах світу, зокрема, в Швейцарії, Австрії, Угорщині, Німеччині та Сербії [358]. В Україні ґрунтовні дослідження розгорнуто в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, Миронівському інституті пшениці ім. В. М. Ремесла НААН України, Всеукраїнському науковому інституті селекції (ВНІС) та Уманському національному університеті (УНУ), Білоцерківській дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (Білоцерківська ДСС).

Спільними зусиллями науковців УНУ та ВНІС створено перші два сорти пшениці спельти озимої Зоря України (2012) та Європа (2015), які занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [60, 359]. Впродовж 2019–2023 рр. в Україні районовано ще шість сортів пшениці спельта озимої: Аттергауер Дінкель і Парацельсус (Австрія), Білбері (ТОВ «Бонсідс», Україна), Вишиванка (Білоцерківська ДСС), Mv Martongold (Угорщина) [359].

Проте, пшениця спельта залишається малопоширеним видом, який потребує селекційного поліпшення. У процесі проведених досліджень за гібридизації пшениці м'якої зі спельтою отримано низку нових ліній пшениці спельта озимої, які різняться між собою за проявом морфобіологічних і господарсько-цінних ознак.

4.1 Створення та аналіз низькостеблових форм пшениці спельта озимої

Нині у виробництві вирощують невелику кількість сортів спельти озимої. До уваги сільськогосподарських виробників представлено всього вісім сортів культури, а існуюче генетичне різноманіття цієї культури обмежується в основному місцевими формами народної селекції. Тому, спельта не може конкурувати за врожайністю з пшеницею м'якою [60, 340]. У зв'язку з цим,

актуальним завданням селекції спельти є підвищення продуктивності за збереження високого вмісту білка і клейковини в зерні [60, 359]. Схрещуванням *Triticum spelta* L. з *Triticum aestivum* L. можна отримати нові високопродуктивні гібридні форми спельти озимої з поліпшеними якісними показниками завдяки інтрогресії у їх геном генетичного матеріалу пшениці м'якої озимої [360].

Вчені, що займаються селекційним поліпшенням спельти за схрещування її з пшеницею м'якою, вказують на позитивний ефект від гібридизації, зокрема, поліпшення якості обмолоту зерна, покращення архітектоніки рослин, підвищення врожайності [60, 358, 361, 362]. Однак, на думку А. І. Рибалки [177], проводити такі схрещування небажано, оскільки це призводить до погіршення якості зерна в полби, а у пшениці м'якої – до успадкування ускладненого обмолоту зерна й ламкості колосу.

Метою проведених досліджень було отримання нових цінних форм на основі гібридизації *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. для створення вихідних форм з високою якістю зерна та введення їх у селекційну схему створення високопродуктивних сортів культури.

Висота рослин у дикорослих форм пшениці спельта може досягати 130–150 см. Цілеспрямована селекція на зниження висоти рослин дозволила створити сорти з дещо нижчим показником (115–120 см), проте це не змінює її схильності до вилягання, що, в свою чергу, призводить до зниження врожайності і якості продукції. Створення низькостеблових форм спельти – ефективний спосіб підвищення її продуктивності, що дозволить підвищити попит на спельту серед сільськогосподарських виробників.

Нині в генетичній плазмі роду *Triticum* L. виявлено понад 20 специфічних генів (Rht₁–Rht₂₀), що забезпечують значну генетичну варіабельність видів пшениці за висотою рослин [338]. Вчені вказують також на вплив генів-модифікаторів [363]. Повідомлень про генетичний контроль висоти рослин у виду *Triticum spelta* L. у науковій літературі не знайдено. Згідно з даними дослідників, гібридні нащадки, отримані за схрещування різних видів пшениці, за висотою рослин займають проміжне положення між вихідними формами

[364–366]. Однак, в літературі також описано факти домінування і наддомінування високорослої батьківської форми [364, 367, 368]. Вчені також фіксують у потомстві селекційну (адитивна взаємодія генів) і гібридну (комплементарна взаємодія генів) карликовість [82, 369].

За гібридизації спельти з сортами пшениці м'якої, що несуть домінантні або рецесивні гени карликовості, спостерігають різні типи взаємодії генів (комплементарну, епістатичну, полімерну) і формування нащадків з широким розмахом мінливості за висотою рослин.

Вихідна форма пшениці спельта, що використовувалась для гібридизації була високорослою (понад 120 см), мала довгий (20 см), нещільний, вузький, ламкий, плівчастий, безостий колос білого кольору без воскового нальоту. Колос під час досягання ламався на окремі членики і характеризувався важким ускладненим обмолотом зерна в зв'язку з наявністю грубих, щільних колоскових лусок. Її врожайність була на рівні 4,5 т/га, вміст білка – 25 %, клейковини – 50–52 %.

Виділені матеріали схрещували із джерелами короткостебловості – низькорослими високопродуктивними сортами пшениці м'якої (Харус, Крижинка, Панна, Селянка, Фарандоль, Золотоколоса, Фаворитка тощо). Проводили реципрокні схрещування, де спельта виступала і за материнську, і за батьківську форми.

Порівняльний аналіз створених зразків спельти і вихідних форм вказує на різний характер успадкування висоти рослин від типового проміжного успадкування до депресії і домінантної високостебловості. Гібриди першого покоління переважно були середньо- або високостебловими ($h = 110\text{--}120$ см) незалежно від висоти рослин у материнської форми. За гібридизації низькостеблових форм пшениці м'якої (♀) із спельтою (♂) у першому поколінні спостерігали домінування високостебловості в 44,4 % форм, проміжне успадкування – 55,6 %, низькостеблових форм у гібридів F_1 – не виявлено (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Успадкування висоти рослин у поколіннях F₁–F₄ за реципрокних
схрещувань низькостеблових форм пшениці м'якої зі спельтою,
2014–2017 рр.**

Покоління	Частка рослин, %			
	Домінування високорослості ($h_p = 0,5 < 1,0$)	Проміжне успадкування ($h_p = -0,5 < 0,5$)	Домінування короткостебловості ($h_p = -1,0 < -0,5$)	Депресія ($h_p = < -1,0$)
Гібридизація за схемою ♀ короткостеблові сорти пшениці м'якої озимої × ♂ високостеблова спельта				
F ₁	44,41 ± 2,12	55,59 ± 3,58	0,00	0,00
F ₂	46,59 ± 2,58	46,71 ± 2,64	6,70 ± 0,54	0,00
F ₃	37,72 ± 1,95	33,33 ± 1,85	24,42 ± 1,74	4,53 ± 0,52
F ₄	37,72 ± 1,95	33,33 ± 1,85	24,42 ± 1,74	4,53 ± 0,52
Гібридизація за схемою ♀ високостеблова спельта × ♂ короткостеблові сорти пшениці м'якої озимої				
F ₁	76,33 ± 4,25	23,67 ± 1,88	0,00	0,00
F ₂	60,48 ± 3,87	39,52 ± 2,12	0,00	0,00
F ₃	52,58 ± 2,95	39,51 ± 2,05	7,91 ± 0,58	0,00
F ₄	52,58 ± 2,95	39,51 ± 2,05	7,91 ± 0,58	0,00

За гібридизації високостеблових форм пшениці спельта (♀) із низькостебловими формами пшениці м'якої (♂) частка високостеблових нащадків була значно вищою і сягала у гібридів F₁ 76,3 % із домінуванням високостебловості, 23,6 % – з проміжним успадкуванням, короткостеблових форм – не виявлено.

У поколіннях F₂–F₄ спостерігали розщеплення за морфологією колосу на спельти, спельтоподібні (проміжні) форми та пшениці м'які (рис. 4.1). До спельт відносили нащадки з довгим (понад 14 см), нещільним колосом (< 16 шт. колосків/10 см), що характеризувалися ускладненим обмолотом зерна. Форми з типовим колосом пшениці м'якої мали колос середньої довжини (10–12 см) і щільності з вільним обмолотом зерна.



Рис. 4.1. Розщеплення гібридів F_{2-4} *Triticum aestivum* L. $\times$ *Triticum spelta* L. за морфологією колосу: 1) спельта (зразок 1755); 2) спельтоподібна (проміжна) форма (зразок 1710); 3) пшениця м'яка (зразок 1685)

Спельтоподібні форми займали проміжне положення між вихідними формами і в наступних поколіннях розщеплювалися за морфологією колосу. Добір низькостеблових форм пшениці спельта озимої проводили безпосередньо серед спельт і спельтоподібних (проміжних) зразків. У поколіннях F_{3-4} виділено низку низькостеблових гібридних популяцій. Переважну їх більшість отримано за гібридизації ♀ низькостеблових сортів пшениці м'якої $\times$ ♂ спельта.

Отже, встановлено, що за гібридизації низькостеблових форм пшениці м'якої озимої зі спельтою озимою у гібридів F_1 за висотою рослин спостерігається домінування високостебловості або проміжне успадкування незалежно від підбору вихідних форм батьківських форм. Частка низькостеблових зразків пшениці спельта в поколіннях F_2-F_4 була вищою в комбінаціях схрещування ♀ низькостеблові сорти пшениці м'якої $\times$ ♂ спельта. Більшість нащадків, отриманих за гібридизації ♀ спельта $\times$ ♂ низькостеблові сорти пшениці м'якої, за висотою рослин наближалися до пшениці спельта озимої.

Отже, для успішного ведення селекції спельти озимої на зниження висоти рослин до селекційного процесу донорами низькостебловості варто залучати вихідною материнською формою сорти пшениці м'якої озимої. У гібридних поколіннях необхідно проводити аналіз успадкування селекційно-цінних ознак та добір перспективних низькостеблових генотипів за урахування морфології колосу.

Наступним етапом досліджень було проведення аналізу показників продуктивності та якості зерна створених низькостеблових зразків пшениці спельта озимої і встановлення кореляційної залежності між ними і висотою рослин. Аналіз структури врожаю показує, що за масою зерна з головного колосу достовірно перевищували груповий показник напівкарликовий зразок 1817 (2,56 г), низькостеблові зразки 1559 (2,40 г), 1755 (2,33 г) (табл. 4.2). Щільність колосу в усіх досліджуваних зразків була низькою (менше 16 колосків на 10 см колосового стрижня), що забезпечувалось наявністю довгого колосу (в межах 12,9–18,3 см).

Найдовшим колос був у низькорослих зразків 184, 202 (18,0 см) та 1694 (18,3 см), найкоротшим – у зразків 124 (12,9 см) і 179 (13,1 см). Істотне подовження колосу відносно стандарту зафіксовано у напівкарликового зразка 1817 (16,0 см) і низькорослих зразків 1694 (18,3 см), 1755 (17,1 см), 93 (16,8 см), 184 і 202 (18,0 см). За кількістю зерен у колосі низькостебловий зразок 1559 (48 шт.) істотно перевищував середній груповий показник. Озерненість колосу на рівні групового стандарту мали зразки 1817 (46 шт.) 124 (45 шт.), 179 (46 шт.), 1674 (45 шт.), 1755 (46 шт.), 1786 (44 шт.), 15 (43 шт.), 47 (43 шт.) 93 і 184 (44 шт.).

Вчені [363, 370] вказують на те, що зі зниженням висоти рослин у спельти змінюються особливості морфологічної й анатомічної будови, що значно впливає на розвиток інших ознак. Тому можна спостерігати неповну реалізацію врожайного потенціалу генотипу.

Таблиця 4.2

Господарсько-цінні показники низькостеблових зразків пшениці спельта озимої, 2018–2020 рр.

Зразок	Походження		Маса зерна з головного колосу, г	Довжина колосу, см	Кількість зерен в колосі, шт.,	Щільність колосу, шт/10 см	Висота рослин, см
	♀	♂					
Середній груповий показник			2,04	15,1	44	15,2	92
Напівкарлики (60–84 см)							
15	Подільська	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	1,87	14,7	43	15,2	75
25	Краснодарська 99		1,75	15,2	42	15,3	78
1786	Фаворитка		2,02	15,5	44	15,5	82
1817	Харус		2,56	16,0	46	14,5	75
Низькостеблові (85–104 см)							
13	Панна	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	1,41	13,6	42	15,2	100
47	Подільська		1,52	14,8	43	15,2	92
66	Панна		1,67	14,5	41	14,7	95
124	Єрмак		1,88	12,9	45	15,3	92
179	Подільська		1,47	13,1	46	15,6	100
1559	Крижинка		2,40	15,5	48	15,8	87
1674	Фарандоль		2,02	14,4	45	15,0	89
1694	Фарандоль		1,74	18,3	44	14,1	98
1755	Панна		2,33	17,1	46	14,7	98
93	Зоря України	Подільська	1,53	16,8	44	14,8	98
184	Зоря України		1,55	18,0	44	14,2	100
202	Зоря України	Панна	1,42	18,0	42	13,8	98
НІР ₀₅			0,06	0,5	2	0,6	4

Статистичний аналіз залежності між показниками продуктивності і висоти рослин пшениці спельта озимої показав наявність оберненого негативного

кореляційного зв'язку середньої сили ($r = -0,56 \pm 0,01$) між масою зерна з колосу (рис. 4.2).

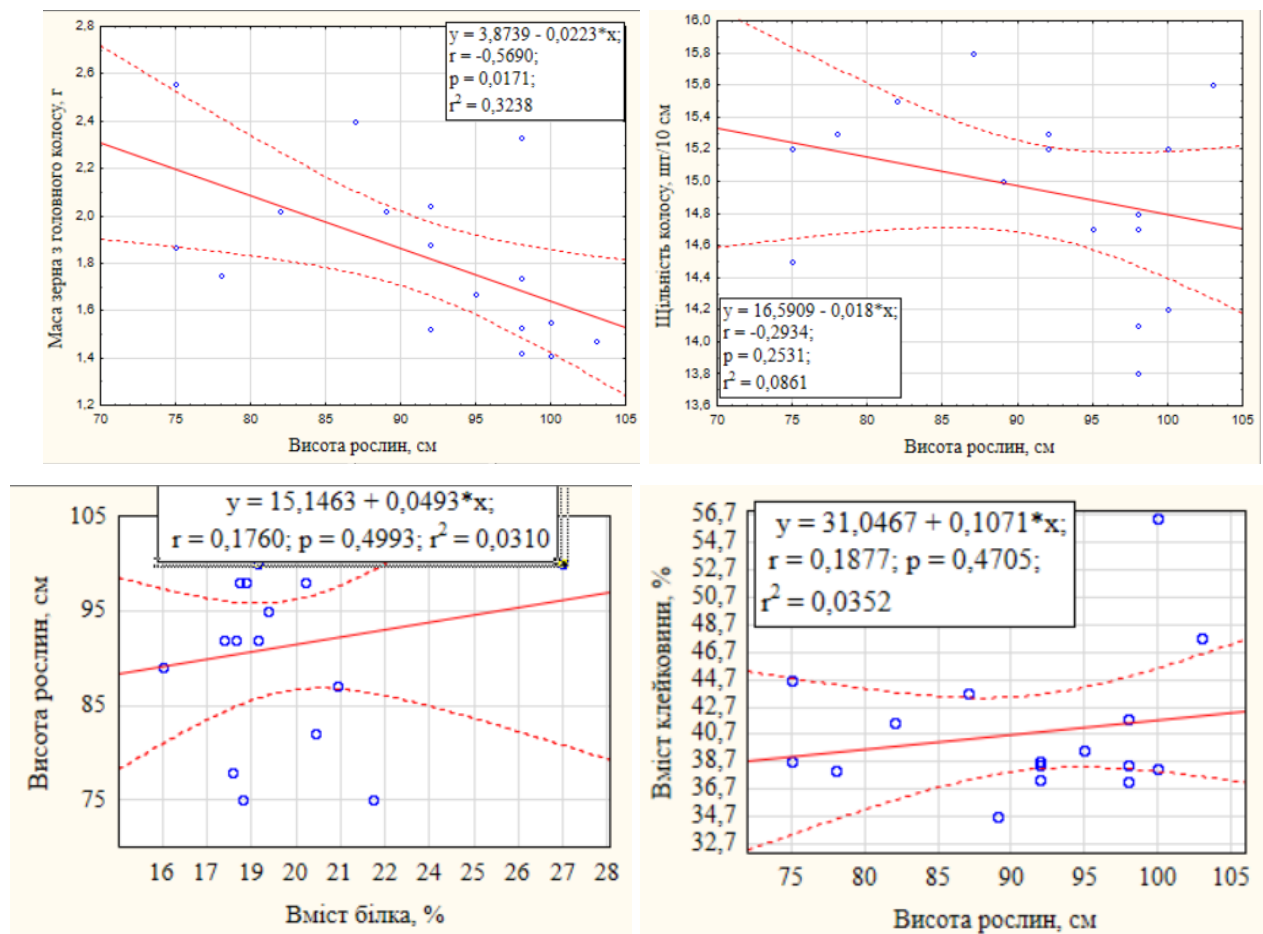


Рис. 4.2. Залежність між показниками продуктивності та висоти рослин створених зразків пшениці спельта озимої, 2018–2020 рр.

Водночас між вмістом в зерні білка та клейковини і висотою рослин тісних кореляційних зв'язків не зафіксовано.

Аналіз показників якості зерна дозволив відібрати низькостеблові зразки 13 і 179, що характеризуються вмістом білка відповідно 27,2 і 22,7 %, клейковини – 47,8–56,5 %, скловидністю зерна в межах 85–89 % (табл. 4.3). Встановлено, що за вмістом білка і клейковини в зерні зразки 1786, 1817, 13, 66, 179, 1559, 1755 і 202 достовірно перевищували середній груповий показник. За масою 1000 зерен зразки 124 (53,8 г), 1559 (64,4 г), 1674 (55,2 г) істотно перевищували контрольний варіант. За натурою зерна істотних відмінностей між досліджуваними зразками не зафіксовано.

Таблиця 4.3

**Показники якості зерна створених низькостеблових зразків пшениці
спельта, 2018–2020 рр.**

Зразок	Походження		Маса 1000 зерен, г	Нагура зерна, г/л	Джлоподібність, %	Вміст білка, %	Клейковина	
	♂	♀					вміст, %	група якості
Середній груповий показник			49,8	655	74	18,2	38,5	—
Напівкарлики (60–84 см)								
15	Подільянка	Зразок пшениці	46,2	660	85	18,4	38,7	II
25	Краснодарська 99	спельта із	46,8	650	80	18,1	38,0	II
1786	Фаворитка	Передгірських	51,5	650	82	20,4	41,6	III
1817	Харус	районів Карпат	50,0	675	87	22,0	44,7	II
Низькостеблові (85–104 см)								
13	Панна	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	50,6	650	89	27,2	56,5	II
47	Подільянка		45,1	640	85	18,8	38,7	II
66	Панна		48,1	660	86	19,1	39,5	II
124	Єрмак		53,8	660	74	17,9	37,4	I
179	Подільянка		47,5	640	85	22,7	47,8	II
1559	Крижинка		64,4	660	82	21,0	43,7	I
1674	Фарандоль		55,2	680	66	16,2	34,7	III
1694	Фарандоль		50,7	660	74	18,3	38,5	II
1755	Панна		50,7	660	75	18,3	38,5	II
93	Зоря України	Подільянка	48,3	660	85	18,5	37,2	II
184	Зоря України		48,8	660	86	18,8	38,2	II
202	Зоря України	Панна	46,5	650	88	20,1	41,8	II
НІР ₀₅₋₀₁ *			2,1	29	3	0,1	0,3	—

Примітка. * – за статистичного аналізу вмісту білка и клейковини використовували рівень значущості $P_{0,1}$.

Варто відзначити низькорослий зразок 1559, що мав масу 1000 зерен 64,4 г, вміст білка 21,0 %, клейковини I групи якості – 43,7 % та за врожайністю (в

середньому 5,75 т/га) істотно перевищував середній груповий показник в кожен з років проведення досліджень (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Урожайність створених низькостеблових зразків пшениці спельта,
2018–2020 рр.**

Зразок	Походження		Урожайність, т/га				b _i [*]	Якість обмолоту %
	♀	♂	2018	2019	2020	середнє		
Середній груповий показник			5,75	5,34	4,56	5,22	—	78
Напівкарлики (60–84 см)								
15	Подільська	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	5,14	4,85	4,21	4,73	0,81	82
25	Краснодарська 99		4,98	4,54	3,87	4,46	0,96	76
1786	Фаворитка		5,78	5,12	4,54	5,15	1,06	85
1817	Харус		6,47	5,87	5,04	5,79	1,23	88
Низькостеблові (85–104 см)								
13	Панна	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	4,42	4,02	3,41	3,95	0,87	80
47	Подільська		4,68	4,18	3,52	4,13	1,00	70
66	Панна		4,85	4,35	3,53	4,24	1,14	74
124	Єрмак		5,05	4,56	3,78	4,46	1,10	84
179	Подільська		4,56	4,14	3,48	4,06	0,94	78
1559	Крижинка		6,27	5,87	5,11	5,75	1,01	86
1674	Фарандоль		5,74	5,24	4,64	5,21	0,95	85
1694	Фарандоль		5,12	4,65	4,01	4,59	0,96	87
1755	Панна		5,87	5,28	4,74	5,30	0,96	88
93	Зоря України	Подільська	4,58	4,20	3,52	4,10	1,11	72
184	Зоря України		4,62	4,58	3,58	4,26	1,05	75
202	Зоря України	Панна	4,43	4,08	3,45	4,20	1,07	74
НІР ₀₅			0,20	0,19	0,17	—		

Примітка. *— b_i коефіцієнт екологічної пластичності

За врожайністю вирізнявся напівкарликовий зразок 1817 (5,79 т/га). Він характеризувався високою екологічною пластичністю ($b_i = 1,23$), проте якість обмолоту зерна була невисокою (70 %). Неістотно поступалися груповому показнику за врожайністю зразки 1786 (5,15 т/га), 1674 (5,21 т/га) і 1755 (5,30 т/га), що характеризувались середньою екологічною пластичністю ($b_i = 0,96\text{--}1,06$).

Полегшеним обмолотом зерна вирізнялися зразки 1786 (85 %), 1817 (88 %), 124 (84 %), 1559 (86 %), 1674 (85 %) 1694 (87 %), 1755 (88 %). проте їх урожайність залишалася низькою (3,95–4,46 т/га). Серед них зразки 1817 і 1559 істотно перевищували контрольний варіант за врожайністю.

За кореляційно-регресійного аналізу виділених зразків встановлено, що врожайність і маса зерна з головного колосу мають тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,96 \pm 0,00$) (рис. 4.3).

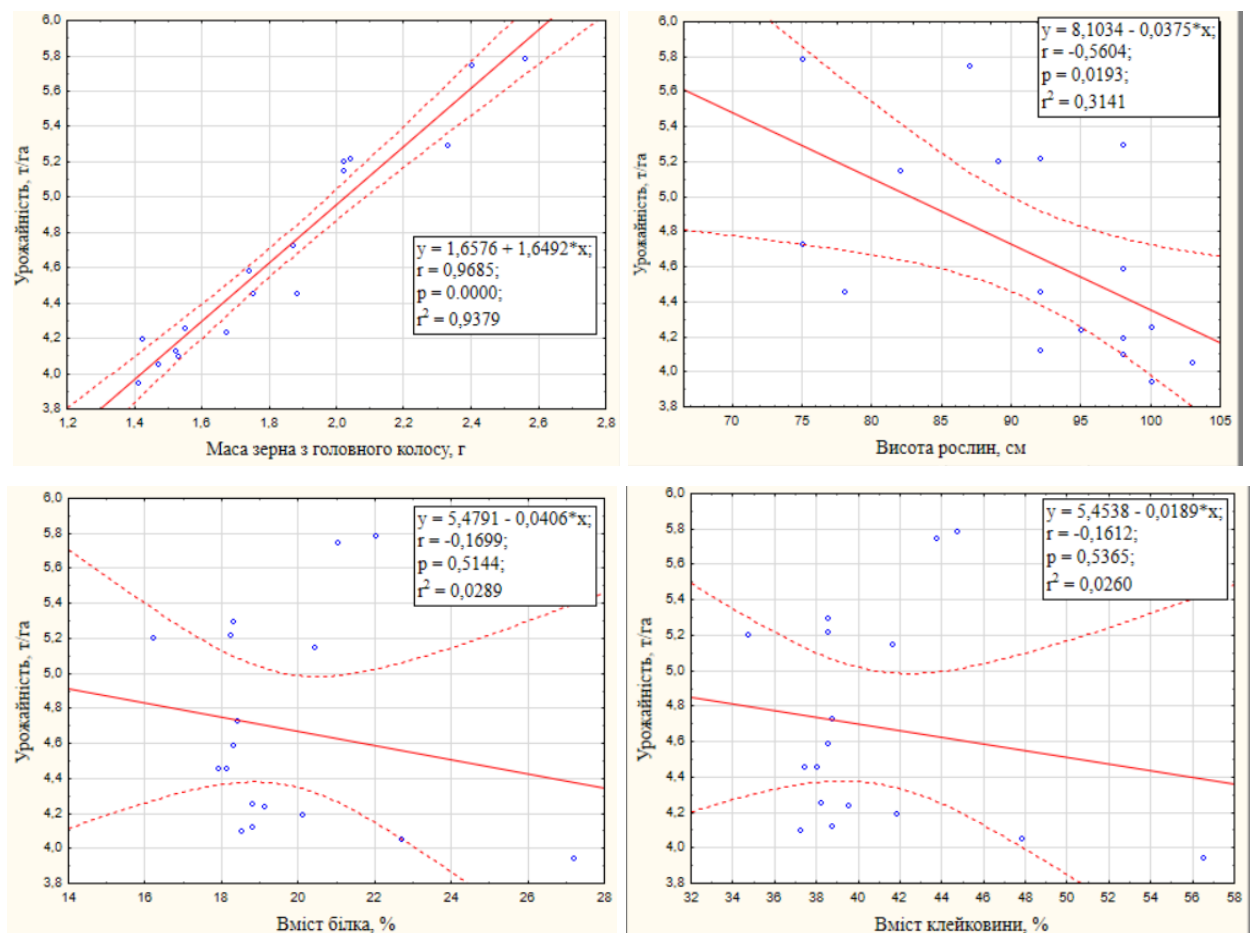


Рис. 4.3. Залежність між урожайністю та господарсько-цінними показниками створених низькостеблових зразків пшениці спельта озимої, 2018–2020 рр.

Між висотою рослин та врожайністю ($r = -0,56 \pm 0,01$) виявлено середню обернену негативну кореляцію.

Отже, встановлено, що гібридизація низькостеблових сортів пшениці м'якої озимої із високостебловою спельтою дозволяє відібрати серед нащадків F_{2-3} низькостеблові генотипи пшениці спельта, що характеризуються високою врожайністю та якістю зерна. Наявність оберненої кореляційної залежності середньої сили між врожайністю, вмістом білка і клейковини та висотою рослин вказує на підвищення врожайності та основних якісних характеристик за зниження висоти рослин пшениці спельта. Виділено константи високопродуктивні низькостеблові зразки пшениці спельта 1817 (5,79 т/га) та 1559, що вдало поєднує високу продуктивність (5,75 т/га) із високою якістю зерна (маса 1000 зерен 64,4 г, вміст білка – 21,0 %, клейковини – 43,7 %).

4.2 Характеристика середньо- та високостеблових зразків пшениці спельта, створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L.

Високопродуктивні районовані сорти пшениці м'якої озимої схрещували зі зразками пшениці спельта. Отримані гібриди F_1 самозапилювали або повторно схрещували з батьківськими формами. Значне генетичне різноманіття, що було залучено в гібридизацію, забезпечило широкий формоутворювальний процес у поколіннях гібридів. При цьому особливого значення приділяли детальному опрацюванню матеріалу в початкових ланках селекційного процесу, оскільки, як вказує В. С. Кочмарський [370], тільки рекомбінаційна мінливість у поколіннях F_{2-4} забезпечує отримання нових трансгресивних за господарсько-цінними показниками форм рослин.

За міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. отримано популяцію зразків, що відрізнялися за маркерними ознаками. Спельтоїдна форма колосу гексаплоїдних видів пшениць контролюється геном

S/s, домінантний алель якого впливає на довжину і щільність колосу. Крім того, на довжину колоса впливає ген *C/c*, домінатний алель якого викликає його вкорочення [18].

За схрещування спельти, яка має домінантні алелі гена *S/s*, з пшеницею м'якою, яка містить ген *C/c*, в поколіннях нащадків зазвичай спостерігається проміжне успадкування довжини і щільності колосу. Це пояснює варіювання за цими ознаками створених зразків, які за довжиною колосу займали проміжне положення між вихідними формами, а за щільністю наближалися до спельти, оскільки вона залишалася низькою (менше 16 шт. колосків на 10 см довжини колосового стрижня).

Гібридне потомство F_{2-5} аналізували за морфо-біологічними і господарсько-цінними показниками (висота рослин, довжина, колір колосу і щільність колосу, обмолочуваність зерна, маса зерна з головного колосу, маса 1000 зерен, вміст в зерні білка і клейковини, врожайність тощо). За урахування показників продуктивності і якості зерна врожаю попередніх років, було відібрано 13 кращих зразків пшениці спельта озимої, тестування яких проводили упродовж 2013–2018 рр. (F_{5-10}).

За допомогою індивідуально-сімейного добору серед нащадків відібрано зразки пшениці спельта, що характеризувалися значною різноманітністю. До складу створеної робочої колекції входять форми, що характеризуються ранньостиглістю, низькостебловістю, високою зимо- й морозостійкістю, поліпшеним обмолотом зерна та іншими цінними показниками. Окремі форми перевищують вихідні сорти за врожайністю, вмістом білка і клейковини в зерні, продуктивністю колосу.

Пшениця спельта відрізняється високостебловістю ($h = 120\text{--}130$ см) [75]. Тому зниження висоти стеблостою за збереження високого вмісту білка і клейковини є актуальним завданням. Робоча колекція включає форми, що значно різняться за висотою рослин. Розмах мінливості за цією ознакою становив 52–129 см. Переважна більшість створених зразків були низько- ($h = 85\text{--}105$ см) або середньорослими ($h = 105\text{--}120$ см). Також виділено високопродуктивні

напівкарликові і карликові зразки спельти, що за врожайністю не поступалися контрольному варіанту.

Пшениця спельта має довгий нещільний колос, що призводить до його низької озерненості. Тому актуальним завданням селекції культури є підвищення щільності колосу, що, в свою чергу, дозволить поліпшити його продуктивність. За апробації середньо- й високостеблових зразків пшениці спельта істотно збільшення маси зерна з головного колосу відзначено у зразків 76 (1,81 г), 155 (1,85 г), 86 (1,89 г), 1691 (2,05 г) (табл. 4.5). За довжиною колосу істотно перевищували груповий показник зразки 115, 155, 1721, 1725, 127, 165, 1691, 1695, 1730, 110, 128. Найвищою кількістю зерен в колосі (45 шт.) характеризувались Середньостеблові зразки 115, 155, 1725 та високостеблові зразки 86 і 1695. Щільність колосу у всіх досліджуваних зразків була низькою – менше 16 шт. колосків/10 см колосового стрижня.

В процесі гібридизації пшениці м'якої і спельти важливо зберегти високий вміст білка і клейковини в зерні. За схрещування пшениці з високим вмістом білка і клейковини з формою, в якій значення цих показників на низькому рівні, в нащадків спостерігається успадкування характеристик гіршого з батьків [177, 370]. З метою створення нових форм спельти з високим вмістом білка і клейковини слід залучати у систему гібридизації сильні й цінні за якістю зерна вихідні форми.

У проведених дослідженнях такою формою був сорт пшениці м'якої озимої Панна. Нащадки від схрещувань цього сорту зі спельтою мали найвищі показники вмісту білка і клейковини в зерні, зокрема, середньостебловий зразок 40, що характеризувався вмістом білка 30,1 %, клейковини – 63,2, що істотно перевищувало середній груповий показник (табл. 4.6).

Вирішальну роль для хлібопекарської промисловості має не кількість клейковини, а її якість. Фізичні показники якості, зокрема, колір, розтяжність, еластичність та індекс деформації (ІДК) істотно впливають на процес утворення тіста і вихід хліба.

Таблиця 4.5

**Господарсько-цінні показники створених середньо- та високостеблових
зразків пшениці спельта озимої, 2013–2018 рр.**

Зразок	Походження		Маса зерна з головного колосу, г	Довжина колосу, см	Кількість зерен в колосі, шт.	Щільність колосу, шт/10 см	Висота рослин, см
	♀	♂					
Середньостеблові (105–119 см)							
Середній груповий показник			1,54	14,8	44	14,4	110
40	Панна	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	1,24	14,5	39	14,4	113
76	Крижинка		1,81	15,2	42	14,7	110
92	Легенда Миронівська		1,41	15,1	43	14,6	108
115	Фаворитка		1,45	15,5	45	14,8	112
155	Панна		1,85	16,5	45	13,9	109
1721	Панна		1,58	16,4	42	13,9	106
1725	Копилівчанка		1,53	16,3	45	13,7	110
127	Зоря України	Фаворитка	1,25	16,2	44	13,7	115
165	Зоря України	Копилівчанка	1,28	16,5	42	13,5	118
НІР ₀₅			0,06	0,5	2	0,6	4
Високостеблові (>120 см)							
Середній груповий показник			1,75	14,1	44	13,2	125
86	Панна	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	1,89	13,2	45	14,7	122
95	Подільська		1,65	13,5	44	14,5	120
108	Крижинка		1,61	13,8	44	14,2	123
1691	Краснодарська 99		2,05	15,8	43	14,1	120
1695	Фарандоль		1,70	16,1	45	15,3	129
1730	Фаворитка		1,76	15,7	41	13,7	127
110	Зоря України	Фаворитка	1,42	16,5	44	13,6	123
128	Зоря України	Панна	1,45	16,8	42	13,5	125
НІР ₀₅			0,06	0,5	2	0,5	5

Згідно ДСТУ 3768: 2010 року [371] клейковина І групи якості повинна бути світло-сірого або сірого кольору, еластичною, з розтяжністю в межах 10–20 см і мати ІДК на рівні 45–85 одиниць приладу ВДК.

Таблиця 4.6

**Якість зерна створених середньо- і високостеблових зразків пшениці
спельта, 2013–2018 гг.**

Зразок	Походження		Маса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Склоподібність, %	Вміст білка, %	Клейковина	
	♀	♀					вміст, %	група якості
Середньостеблові (105–120 см)								
Середній груповий показник			49,3	650	78	18,8	37,2	—
40	Панна	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	49,1	650	92	30,1	63,2	II
76	Крижинка		50,3	650	85	25,2	52,1	II
92	Легенда Миронівська		46,1	650	81	17,1	36,1	II
115	Фаворитка		47,2	660	80	17,3	36,5	III
155	Панна		52,0	675	81	20,2	41,5	II
1721	Панна		44,5	650	84	21,6	47,6	II
1725	Копилівчанка		48,7	670	75	16,2	36,7	I
127	Зоря України	Фаворитка	45,8	660	80	17,8	36,5	II
165	Зоря України	Копилівчанка	46,1	670	82	18,1	38,1	II
НІР _{05–09} [*]			2,0	28	3	0,1	0,3	—
Високорослі (>120 см)								
Середній груповий показник			48,2	660	75	18,7	38,7	—
86	Панна	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	45,2	660	87	26,2	54,0	I
95	Подільська		46,1	650	81	18,2	37,5	II
108	Крижинка		45,8	650	82	18,1	37,6	II
1691	Краснодарська 99		55,1	665	82	22,3	47,8	II
1695	Фарандоль		50,3	670	74	19,0	40,5	I
1730	Фаворитка		45,8	680	62	15,2	37,2	I
110	Зоря України	Фаворитка	45,5	660	82	18,5	38,1	II
128	Зоря України	Копилівчанка	45,8	660	80	23,2	48,8	II
НІР _{05–09} [*]			1,9	30	3	0,1	0,3	—

Примітка. * — за статистичного аналізу результатів вмісту білка і клейковини використовували рівень значущості $P < 0,1$.

Група якості може бути знижена, в основному, якщо індекс деформації виходить за межі допустимих для I групи меж, оскільки саме ІДК є найважливішим показником якості клейковини.

Встановлено, що клейковину І групи якості мали шість зразків. Особливо слід виділити високостебловий зразок 86 і середньостебловий зразок 40, що відрізнялися високим вмістом клейковини, відповідно, 54,0 % та 63,2 %.

Важливим показником якості зерна, що визначає його придатність для переробки, є склоподібність. Для пшениці склоподібним вважається зерно, у якого значення цього показника перевищує 70 %, напівсклоподібним – 50–70 %, напівборошнистим – 20–50 %, борошнистим – < 20 %. Склоподібність зерна досліджуваних зразків спельта варіювала в межах 62–92 %. Найвищою вона була у зразків 40 (92 %), 86 (87 %), 76 (85 %). Зерно всіх апробованих матеріалів є склоподібним, за винятком номера 1730, який має напівскловидну консистенцію ендосперму.

Маса 1000 зерен отриманих форм варіювала в межах 44,5–64,4 г. Істотне збільшення цього показника щодо середнього групового стандарту зафіксовано у зразків 155 (52,0 г) і 1691 (55,1 г).

Сорти спельти мають низьку врожайність. Очікувалося, що її гібридизація з пшеницею м'якою дозволить отримати нові форми з поліпшеними кількісними показниками продуктивності. В результаті досліджень виділено форми пшениці спельта озимої, що за врожайністю істотно перевищували груповий стандарт (зразки 76, 155, 1559, 1695, 1725) (табл. 4.7).

Варто відзначити високостебловий зразок 1695, що поєднує високу врожайність (6,45 т/га) з високими показниками якості зерна, зокрема, масою 1000 зерен – 50,3 г, вмістом у зерні білка – 19,0 %, клейковини І групи якості – 40,5 % і середньостебловий зразок 155 (5,36 т/га), що за всіма показниками якості та врожайністю істотно перевищував груповий стандарт.

Негативною ознакою спельти є ускладнений обмолот зерна з колосу, що пов'язано з ламкістю колосового стрижня та наявністю грубої колоскової луски. Пшениця спельта відрізняється від пшениці м'якої наявністю в геномі рецесивного алеля q гена Q/q , що контролює якість обмолоту зерна і домінантного алеля Tg гену Tg/tg в гомозиготному стані, що визначає тип колоскової луски [110, 372, 373].

Таблиця 4.7

**Урожайність створених середньо- і високостеблових зразків пшениці
спельта, 2013–2018 рр.**

Зразок	Походження		Урожайність, т/га	± до стандарту	Якість обмолоту, %
	♀	♂			
Середньостеблові (105–120 см)					
Середній груповий показник			4,87	—	78
40	Панна	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	4,26	-0,61	78
76	Крижинка		5,15	+0,28	85
92	Легенда Миронівська		4,55	-0,32	75
115	Фаворитка		4,61	-0,26	74
1721	Панна		4,79	-0,08	77
155	Панна		5,36	+0,49	92
1725	Копилівчанка		5,70	+0,83	90
127	Зоря України	Фаворитка	4,62	-0,25	72
165	Зоря України	Копилівчанка	4,65	-0,22	72
HIP ₀₅			0,18	—	3
Високостеблові (>120 см)					
Середній груповий показник			5,87	—	78
86	Панна	Зразок пшениці спельта із Передгірських районів Карпат	5,21	-0,66	85
95	Подільська		5,65	-0,22	90
108	Крижинка		5,41	-0,46	82
1691	Краснодарська 99		5,77	-0,10	80
1695	Фарандоль		6,45	+0,58	88
1730	Фаворитка		4,86	-1,01	78
110	Зоря України	Фаворитка	4,86	-1,01	72
128	Зоря України	Панна	4,92	-0,95	75
HIP ₀₅			0,23	—	3

У нащадків від схрещування пшениці м'якої зі спельтою отримано різні поєднання алелей генів *Q/q* і *Tg/tg*. У зв'язку з цим фіксували і різну якість

обмолоту та будову колоскової луски. Ймовірно, зразки 155, 1695 і 1725, 86, 76 мають поєднання генів QQtgtg, що забезпечує поліпшений обмолот зерна (85–92 %).

Створені зразки суттєво різнилися за тривалістю вегетаційного періоду, адже їх вихідні форми пшениці м'якої і спельти за тривалістю вегетаційного періоду відрізнялися на 7–10 діб. Серед досліджуваних зразків виділено форми, у яких зафіксовано строки колосіння і досягання зерна на рівні ранньостиглих сортів пшениці м'якої. Зразки 1695 і 155 мають вегетаційний період 280–285 діб, при цьому їх врожайність (5,36–6,45 т/га) істотно перевищувала груповий стандарт.

В окремі роки проведення досліджень (2015, 2018) на посівах пшениці спельта озимої спостерігалось ураження рослин збудником бурої іржі *Puccinia recondita* Rob. Ex Desm f. sp. *tritici*. Проте зразки 155 і 86 характеризувалися високою резистентністю до хвороби (8–9 балів). Очевидно, що генотипи успадкували стійкість від вихідних форм (сортів пшениці м'якої Панна та спельти), що відрізняються високою резистентністю до збудника бурої іржі. Встановлено, що гени стійкості до хвороби у пшениці м'якої знаходяться в гетерозиготному стані, в зв'язку з цим не всі нащадки успадковують резистентність.

Отже, за віддаленої гібридизації пшениці м'якої озимої і пшениці спельта озимої створено колекцію зразків пшениці спельта озимої, що нараховує понад 200 номерів. До складу колекції входять унікальні рекомбінантні форми, що вирізняються господарсько-цінними показниками, морфо-біологічними і біохімічними властивостями. Вони є джерелом цінної генетичної плазми для поліпшення існуючих і створення нових сортів пшениці. Виділено зразок 155, що вирізняється високою продуктивністю (5,36 т/га) і поліпшеним обмолотом зерна (92 %) та зразки 40 і 86, що містять у зерні білка, відповідно, 30,1 і 26,2 %, а клейковини – 63,2 та 54,0 %.

4.3 Створення вихідного матеріалу пшениці спельта з оптимальною структурою колосу

Пшениця спельта, разом з низкою позитивних ознак, має недоліки, що перешкоджають її широкому впровадженню у сільськогосподарське виробництво. Основним з них є ускладнений обмолот зерна з колосу, що зумовлений формуванням грубої колоскової луски і ламкого колосового стрижня. Складний обмолот зерна призводить до втрат врожаю, збільшення витрат (необрушені колоски необхідно додатково обмолочувати) та, як наслідок, зниження рентабельності вирощування пшениці спельта озимої. Тому, створення сортів спельти з вільним обмолотом зерна є актуальним завданням селекції культури.

З анатомічного погляду, ламкість колосового стрижня в рослин спельти виникає внаслідок поєднання двох нерівноцінних тканин: надсклерифікованої основи колоска і тонкостінної паренхіми верхньої частини членика. Це створює «напруження», унаслідок чого утворюється тріщина, яка зумовлює легке від'єднання вище розташованого колоска від членика, який залишається з нижче сформованим колоском. Крім цього, спельта має специфічну форму колоскової луски (прямокутний зубець на верхньому кінці), що є характерним для європейських підвидів спельти. У морфології пшениць навіть закріпився термін «спельтоїдна» або «спельтоподібна» форма луски.

Вчені [27, 53, 374, 375] пов'язують наявність таких особливостей із геном Q/q , що контролює характер обмолоту зерна. Домінантний алель цього гена зумовлює вільний обмолот зерна з колосу пшениці. Наявність рецесивного алеля q призводить до погіршення якості обмолоту. Генотип QQ характерний для пшениці м'якої, а пшениця спельта має рецесивні гени qq , що погіршує якість обмолоту. Вважається, що домінантний ген Q неповністю домінує над рецесивним q . Рослини з генотипом Q/q за морфологічною будовою колосу займають проміжне положення між спельтоїдами і типовою формою колосу пшениці.

Вченими [375, 376] доведено, що відмінності між пшеницею м'якою та спельтою пов'язані з плейотропною природою гена Q/q та модифікувальним ефектом генетичного фону. Дозування домінантного гена Q чи рецесивного q , необхідне для формування фенотипу спельти або пшениці м'якої, залежить від наявності та інтенсивності генетичних модифікаторів, а також, який із плейотропних ефектів гена Q/q розглядається. Встановлено, що крім характеру обмолоту зерна ген Q/q впливає також на інші ознаки, зокрема, на твердість колоскової луски, ламкість колосового стрижня і остюків та діє на гени, що локалізовані в хромосомі 5A і визначають строки досягання та висоту рослин [55, 328, 377].

На процес обмолоту зерна впливає також характер колоскової луски (груба або оптимальна колоскова луска). У гексаплоїдних видів роду *Triticum* L. ця ознака контролюється домінантним алелем Tg гена Tg/tg у гомозиготному стані. Пшениця м'яка містить рецесивні алелі цього гена ($tgtg$), що підтверджується відсутністю серед відомих форм пшениці м'якої фенотипів з грубою колосковою лускою [33, 378, 379]. Наявність рецесивного алеля tg сприяє утворенню фенотипів з пом'якшеною колосковою лускою, що спрощує обмолот зерна. Спельта в геномі містить домінантні алелі $TgTg$, що призводить до формування грубої колоскової луски.

Отже, для утворення фенотипу з вільним обмолотом зерна необхідно в генотипі мати домінантні алелі QQ та рецесивні алелі $tgtg$. Такий генотип характерний для пшениці м'якої. Генотип пшениці спельта – $qqTgTg$. Різні варіанти перекомбінацій цих генів забезпечують утворення гібридів з різним характером обмолоту зерна: від вільного до ускладненого із появою проміжних форм з поліпшеним обмолотом зерна.

З метою створення та виділення нових форм спельта з поліпшеним обмолотом зерна було проведено гібридизацію видів *Triticum spelta* L. × *Triticum aestivum* L. У результаті гібридизації у першому поколінні всі отримані нащадки характеризувались ускладненим обмолотом зерна (рис. 4.4).

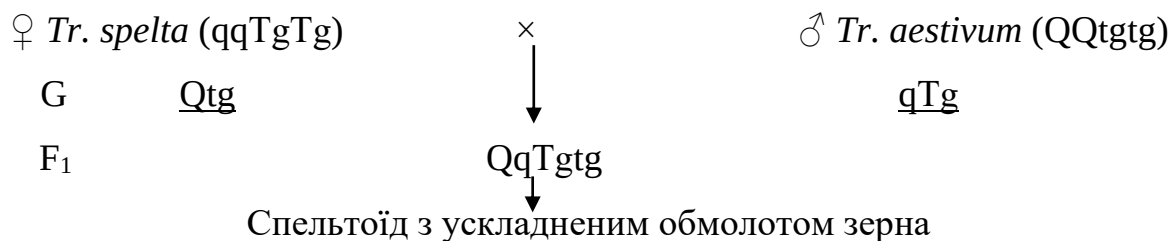


Рис. 4.4. Схема отримання гібридів F₁ за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum aestivum* L.

За самозапилення гібридів F₁ отримано 12 частин рослин із ускладненим обмолотом зерна (за різного насичення домінантними алелями Q), три частини – з вільним обмолотом та одну частину – зі складним обмолотом (рис. 4.5).



♀ ♂	QTg	Qtg	qTg	qtg
QTg	QQTgTg	QQTgtg	QqTgTg	QqTgtg
Qtg	QQTgtg	QQtgtg	QqTgtg	Qqtgtg
qTg	QqTgTg	QqTgtg	qqTgTg	qqTgtg
qtg	QqTgtg	Qqtgtg	qqTgtg	qqtgtg

Рис. 4.5. Схема розщеплення гібридів F₂ отриманих за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. за генами Q/q і Tg/tg

Гібридологічний аналіз розщеплення нащадків F₂ за характером обмолоту зерна свідчить, що ця ознака успадковується за типом домінантного епістазу (табл. 4.8). Це підтверджується статистично, оскільки $\chi^2_{\phi} < \chi^2_{st}$, а значення χ^2 істотне за P < 0,001.

У наступних поколіннях нащадки з вільним обмолотом зерна стабілізували самозапиленням, апробовували та аналізували за рівнем прояву інших господарсько-цінних ознак.

Таблиця 4.8

Аналіз розщеплення гібридів F₂ отриманих за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. за характером обмолоту зерна, 2016 р.

Статистичні дані	Розщеплення за фенотипом			Кількість рослин у досліді, шт.
	ускладнений обмолот	вільний обмолот	складний обмолот	
Фактичні дані (p)	337	63	25	425
Співвідношення рослин за ознакою	0,793	0,148	0,059	1
Теоретично очікувані за розщеплення 12:3:1 (q)	319	80	26	425
Відхилення експериментальних даних від теоретично очікуваних (d)	+18	-17	-1	0
Квадрат відхилення (d ²)	324	289	1	—
Відношення d ² /q	1,016	3,613	0,038	—
χ^2	—			4,667

Примітка. χ^2 теор. = 5,99.

Нащадки із ускладненим обмолотом самозапилювали або повторно схрещували з вихідними формами пшениці м'якої озимої. У результаті цього спостерігали широкий формоутворювальний процес за низкою селекційних і морфологічних ознак, зокрема, за характером обмолоту зерна та показниками продуктивності.

За індивідуального добору та жорсткого бракування за показниками господарської і селекційної цінності серед нащадків відібрано зразок 123, що характеризувався вільним обмолотом зерна (рис. 4.6).



1

2

Рис. 4.6. Якість обмолоту зерна у апробованих зразків пшениці спельта:

1) сорт Зоря України; 2) зразок 123

Зразок також вирізнявся середньою для спельти висотою стеблостою (110 см) та високою щільністю колосу (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Характеристика створеного зразка пшениці спельта озимої 123 з поліпшеним обмолотом зерна, 2020–2022 рр.

Показник	Зоря України (St)	Зразок 123	± до стандарту	<i>НІР₀₅</i>
Висота рослин, см	125	110	-15	5
Довжина колосу, см	19,2	15,8	-3,4	0,8
Щільність колосу, колосків/10 см колосового стрижня	15,4	17,1	+1,7	0,7
Маса зерна з колосу, г	1,05	1,43	+0,38	0,22
Вміст клейковини, %	42,8	30,2	-12,6	0,8
Вміст білка, %	20,5	14,9	-5,6	0,3
Седиментація, мл	57,1	51,4	-6,3	2
Сила борошна, о. а.	322	328	+6	15
Твердість зерна, од. п.	51,2	65,9	+14,7	3
Урожайність, т/га	4,85	6,16	+1,31	0,31
Якість обмолоту, %	65	92	+25	4

Апробацією створеного зразка 123 за показниками продуктивності встановлено, що за істотного поліпшення якості обмолоту зерна (90 %) відбувається достовірне підвищення врожайності культури (6,16 т/га) та маси зерна з колосу (1,43 г). При цьому зберігаються високі показники сили борошна (328 о. а.) і твердості зерна (65,9 о. п.).

Статистичний аналіз результатів досліджень вказує на тісний позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,82 \pm 0,00$) між урожайністю та якістю обмолоту зерна з колосу пшениці спельта (рис. 4.7).

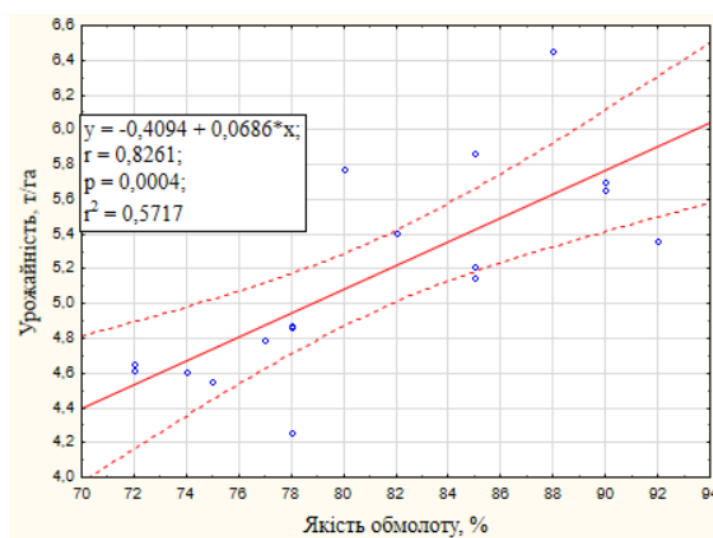


Рис. 4.7. Залежність між якістю обмолоту зерна і врожайністю пшениці спельта озимої, 2020–2022 рр.

Отже, доведено можливість селекційно-генетичного поліпшення ознаки «якість обмолоту зерна» пшениці спельта озимої за гібридизації видів *Triticum spelta* L. × *Triticum aestivum* L. У результаті проведених досліджень створено і відібрано зразок пшениці спельта озимої 123, що характеризується поліпшеним обмолотом зерна (92 %), високою врожайністю (6,16 т/га), вмістом у зерні білка – 14,9 %, клейковини – 30,2 %.

4.4 Особливості селекційного процесу та обґрунтування параметрів моделі сорту пшениці спельта озимої

Нині немає єдиного науково-обґрунтованого підходу до селекційного процесу та вимог до нових сортів пшениці спельта. Селекцією культури займаються незначна кількість наукових установ, а сортів спельти рекомендованих до вирощування в Україні всього шість. Це пов'язано з низкою чинників, основним з яких є низький попит у сільськогосподарських виробників через низьку врожайність культури. Спельта потребує селекційного вдосконалення, в першу чергу за врожайністю, та розширення сортового генетичного різноманіття [27, 378].

Метою проведених досліджень було створення нового сорту, що максимально наближений до ідіотипу. Для розробки моделі сорту спельти озимої використовували селекційний матеріал, що сформувався в місцевих умовах і характеризується оптимальними параметрами заданого екотипу.

За аналізу 13-ти показників встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу України найвищий середній рівень врожайності зерна пшениці спельта озимої за період 2015–2019 рр. становив 5,68 т/га, при цьому висота рослин варіювала в межах 75–129 см, вміст білка та клейковини в зерні сортів і ліній становив, відповідно, 19,8 та 42,0 % (табл. 4.10). За період досліджень найвищу врожайність зафіксовано у зразків 1817 (6,48 т/га), 1559 (6,52 т/га) та 1725 (6,21 т/га).

Поліпшену якість обмолоту (понад 80 %) спостерігали у зразків 13, 76, 124, 155, 1691, 1695 і 1725. За вмістом у зерні білка позитивно вирізнялися зразки 13 (27,2 %), 40 (30,1 %), 86 (26,2 %), 179 (22,7 %), 1559 (21,0 %) і 1817 (22,0 %). Високий вміст в зерні клейковини I групи якості формували зразки 86 (54,0 %) та 1559 (43,7 %).

Таблиця 4.10

**Характеристика основних показників продуктивності створених зразків
пшениці спельта озимої, 2015–2019 рр.**

Показник	Середнє значення за зразками		
	$X_{\max}^*$	$X_{\lim}^*$	$X_{\text{сер}}^*$
Врожайність, т/га	6,52	4,88	5,68
Довжина колосу, см	18,3	15,0	16,9
Кількість колосків у колосі, шт.	29,6	21,0	25,0
Кількість зерен у колосі, шт.	55,0	42,0	48,0
Щільність колосу, колосків/10 см колосового стрижня	16,4	13,2	14,9
Якість обмолоту, %	92	65	79
Маса зерна з колосу, г	2,72	1,36	2,04
Кількість продуктивних стебел, шт.	4,3	2,0	3,3
Вміст клейковини у зерні, %	48,8	35,1	42,0
Вміст білка в зерні, %	24,0	15,8	19,8
Висота рослин, см	129	75	102
Вегетаційний період, діб	310	285	301
Маса 1000 зерен, г	65,0	42,8	50,1

Примітка. рівень прояву показника: $X_{\max}$ – найвищий; $X_{\lim}$ – найнижчий;

$X_{\text{сер}}$ – середнє значення.

До нині спроби селекціонерів отримати сорти спельти, що характеризуються високим проявом всіх господарсько-цінних показників були безуспішними, оскільки всі перераховані ознаки не можуть бути однаково забезпечені загальною кількістю доступної для рослин енергії.

Оптимальні параметри моделі сорту пшениці спельта озимої повинні включати середні рівні прояву бажаних ознак, а не найвищі, оскільки багато показників – конкуруючі або, навіть, взаємовиключаючі.

Поєднати в одному генотипі найвищі показники практично неможливо, оскільки посилення одного показника може спричинити пригнічення іншого [380, 381]. Тому науково-обґрунтована модель сорту повинна поєднувати оптимально-збалансований рівень прояву господарсько-цінних показників, що дозволить отримувати сорти, які максимально відповідають вимогам сільськогосподарського виробництва.

Селекційний процес передбачає аналіз великої кількості показників, що впливають на головний результативний показник – урожайність. Упорядкування, систематизацію і визначення рівня впливу досліджуваних показників на врожайність доцільно проводити за коефіцієнтом кореляції [382]. Встановлено, що взаємозв'язок урожайності і її складових змінювався за роками досліджень від середнього до достовірно позитивного.

Найбільший вплив на врожайність спелти озимої мають маса зерна з колосу ($r = 0,86 \pm 0,00$), кількість продуктивних стебел ($r = 0,93 \pm 0,00$) та якість обмолоту зерна ($r = 0,82 \pm 0,00$) (рис. 4.8).

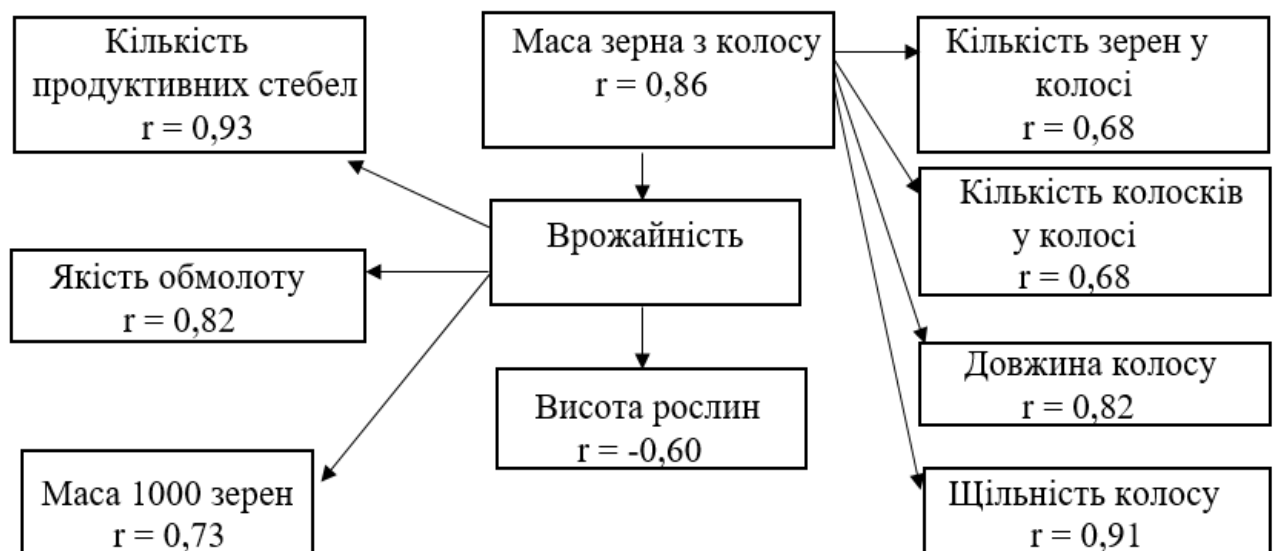


Рис. 4.8. Аналіз кореляційних зв'язків між врожайністю та основними господарсько-цінними показниками створених зразків пшениці спелта озимої, 2015–2019 рр.

Примітка. Зв'язки достовірні на 5 % рівні значущості

У свою чергу, маса зерна з колосу має тісний кореляційний зв'язок з кількістю зерен у колосі ($r = 0,68 \pm 0,00$), кількістю колосків у ньому ($r = 0,68 \pm 0,00$), довжиною колосу ($r = 0,82 \pm 0,00$) та його щільністю ($r = 0,91 \pm 0,00$). Між основними показниками якості зерна (вміст білка та клейковини в зерні) та врожайністю і її основними структурними складовими та тривалістю вегетаційного періоду тісних кореляційних зв'язків не виявлено. Також зафіксовано негативний зв'язок середньої сили ($r = -0,60 \pm 0,02$) між урожайністю і висотою рослин.

Прогноз параметрів моделі сорту пшениці спельта, що дозволяє поєднати оптимальні значення найважливіших складових структури продуктивності та показників якості зерна за максимально заданої урожайності проводили за допомогою регресійного аналізу.

За врожайності 5,5–6,0 т/га висота рослин повинна бути на рівні 80–100 см, кількість продуктивних стебел – 3,7–4,2 шт., вегетаційний період – 300–305 діб, якість обмолоту – 80–85 %. Маса зерна з колосу повинна становити не менше як 2,3–2,5 г, кількість зерен у колосі — в межах 45–50 шт. за його щільності 16,5 шт. колосків/10 см колосового стрижня. При цьому вміст білка та клейковини в зерні теоретично може знаходитись у діапазоні 18–19 % і 39–45 % відповідно (рис. 4.9).

Отже, встановлено, що врожайність пшениці спельта озимої визначається озерненістю колосу, кількістю продуктивних стебел та якістю обмолоту. Тісного взаємозв'язку між урожайністю, вмістом в зерні білка і клейковини, та тривалістю вегетаційного періоду – не виявлено. Це дозволяє проводити селекційно-генетичне поліпшення спельти одночасно за показниками продуктивності та якості зерна і не знижувати при цьому рівень показників, що взаємовиключаються. Виходячи з визначених параметрів моделі сорту, в селекційному процесі можна визначати джерела та донори цінних ознак і добирати вихідний матеріал з відповідним рівнем показників, зокрема, високою продуктивністю (біля 6,0 т/га), низькостебловістю ($h = 80\text{--}90$ см), поліпшеною якістю обмолоту (80–90 %), високим вмістом у зерні білка (18–19 %) і клейковини (39–45 %).

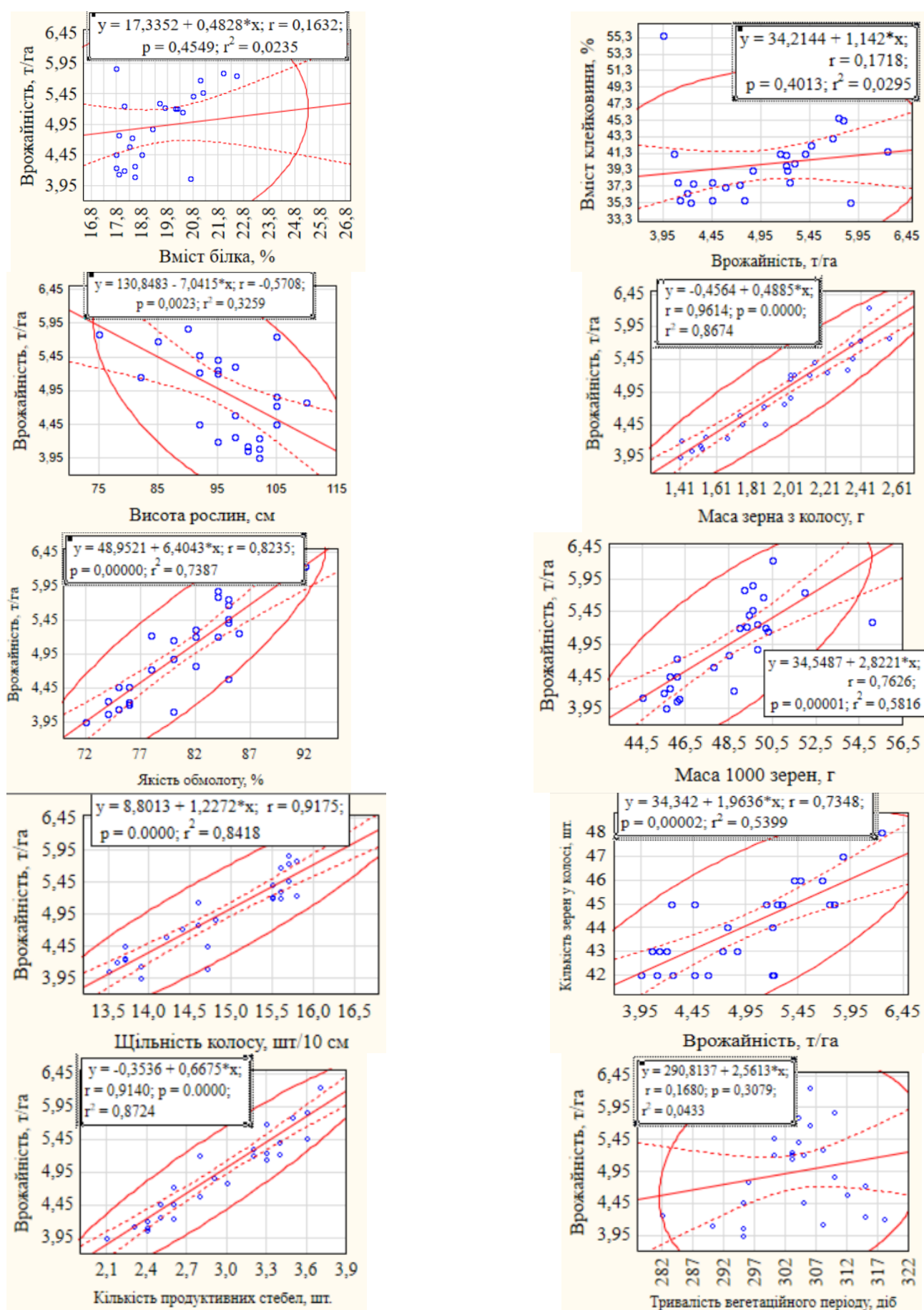


Рис. 4.9. Залежність врожайності від основних показників продуктивності та якості зерна створених зразків пшениці спельта

4.5 Схема селекційного процесу пшениці спельта озимої

Необхідність установлення параметрів низки показників продуктивності та якості зерна визначає особливості селекційного процесу. У процесі досліджень розроблено загальну технологічну схему селекційного процесу пшениці спельта озимої (рис. 4.10), в якій обґрунтовано та охарактеризовано етапи проведення роботи та аналізу для добору константних високопродуктивних сортотразків пшениці спельта озимої з відмінною якістю зерна. Схема передбачає наступні етапи:

I етап – аналіз колекційного вихідного матеріалу власної селекції і провідних селекційних установ за основними господарсько-цінними показниками, зокрема, продуктивність колосу, якість зерна, стійкість до біотичних і абіотичних чинників довкілля тощо. Пошук форм-донорів окремих генів або блоків генів, що кодують цінні ознаки, зокрема, низькостебловість, вільний обмолот зерна, високі хлібопекарські якості та технологічні властивості зерна.

За підбору батьківських компонентів до системи гібридизації необхідно керуватися наступними положеннями:

- залучення до гібридизації форм і сортів місцевої селекції та зразків різного еколого-географічного походження та інших видів роду *Triticum* L. або споріднених таксонів, що мають різні системи генетичного контролю врожайності, якості зерна, висоти рослин, параметрів колосу і суттєво варіюють за нормою реакції на умови вирощування;
- залучення до гібридизації зразків із максимальним рівнем прояву визначених господарсько-цінних ознак, що дозволяє виділити у потомстві трансгресивні генотипи;
- добирати батьківські пари для гібридизації за альтернативним проявом селекційно-цінних ознак, що дозволить індукувати широкий формоутворювальний процес.



Рис. 4. 10. Загальна технологічна схема селекційного процесу створення сортів пшениці спельта озимої

II етап – створення константних селекційних ліній пшениці спельта, що характеризуються вирівняністю за основними морфологічними, кількісними і біохімічними показниками.

Покоління гібридів F_1 – аналіз прояву та успадкування кількісних і морфологічних показників. Покоління нащадків F_{2-3} – індивідуальний добір за морфологією та продуктивністю колосу, якістю обмолоту зерна та висотою рослин. Покоління F_{4-5} – аналіз розщеплення за фенотипом, рівнем прояву та успадкування селекційних і господарсько-цінних ознак. Аналіз морфологічних і апробаційних ознак рослин і колосу, поділ на морфотипи за врахування загального габітусу рослин та морфологічної будови колосу. Повторні індивідуальні добори кращих рослин за продуктивністю. Лабораторний аналіз зерна константних ліній за показниками якості зерна та технологічними властивостями. Ідентифікація і добір перспективних генотипів за основними господарсько-цінними показниками.

III Етап – селекційні розсадники першого та другого року випробувань. Фенологічні обліки та спостереження. Визначення врожайності та якості обмолоту зерна. Аналіз показників якості зерна та технологічних властивостей. Вивчення селекційних ліній на зимо- та посухостійкість. Групування селекційних ліній за сукупністю показників урожайності та якості, їх подальше випробування.

IV етап – контрольний розсадник і конкурсне сортовипробування. Аналіз вирівняності та стабільності. Облік проходження основних фенологічних фаз, тривалості вегетаційного періоду, стійкості до посухи, вилягання, осипання, хвороб і шкідників. Аналіз за показниками продуктивності та структури врожаю. Аналіз борошномельних і хлібопекарських властивостей. Добір ліній за врожайністю, якістю, стійкістю до вилягання, стійкістю до хвороб, якістю обмолоту зерна.

V етап – Державне сортовипробування. ВОС-тест (відмінність, однорідність, стабільність). Визначення показників придатності до поширення в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Занесення до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні.

Отже, на основі узагальнення результатів досліджень удосконалено технологічну схему селекційного процесу створення сортів пшениці спельта озимої. Особливостями запропонованої схеми є наступне:

1. Поділ зразків на морфотипи за урахування загального габітусу рослин та морфологічної будови колосу. Різні параметри ознак для добору морфотипів спельти і спельтоподібних форм.
2. Аналіз успадкування якості обмолоту зерна. Добір за характером обмолоту.
3. Добір генотипів із заданими параметрами моделі сорту, що забезпечить формування максимально можливого рівня комплексу господарсько-цінних ознак, зокрема, врожайність – 5,5–6,0 т/га, висота рослин – 80–100 см, маса зерна з колосу – 2,3–2,5 г, якість обмолоту – 75–85 %, вміст в зерні білка – 18–21 %, клейковини – 39–45 %.

Висновки за розділом 4:

1. Встановлено, що за гібридизації низькорослих форм пшениці м'якої зі спельтою в гібридів F_1 за висотою рослин спостерігається домінування високостебловості або проміжне успадкування незалежно від підбору вихідної материнської форми. Частка отримання низькостеблових форм пшениці спельта у поколіннях F_2 – F_4 була вищою у комбінаціях схрещування ♀ низькостеблові сорти пшениці м'якої $\times$ ♂ спельта.
2. Доведено, що зниження висоти рослин пшениці спельта дозволяє підвищити її врожайність, про що свідчить негативний кореляційний зв'язок середньої сили ($r = -0,60$). Виділено константи високопродуктивні низькостеблові зразки пшениці спельта 1817 (врожайність – 5,79 т/га) та 1559, що вдало поєднує високу продуктивність (5,75 т/га) з високою якістю зерна (маса 1000 зерен 64,4 г, вміст білка – 21,0 %, клейковини – 43,7 %).
3. За віддаленої гібридизації пшениці м'якої озимої і пшениці спельта озимої створено колекцію зразків пшениці спельта озимої, що нараховує понад 200 номерів. До складу колекції входять унікальні рекомбінантні форми, що

вирізняються за господарсько-цінними показниками, морфо-біологічними і біохімічними властивостями. Виділено зразок 155, що вирізняється високою продуктивністю (5,36 т/га) і поліпшеним обмолотом зерна (92 %) та зразки 40 і 86, що містять у зерні білка 30,1 та 26,2 % відповідно, клейковини – 63,2 і 54,0 %.

4. Обґрунтовано принципову можливість селекційно-генетичного поліпшення ознаки «якість обмолоту зерна» у пшениці спельта за гібридизації видів *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. Створено і відібрано зразок 123, що характеризується поліпшеним обмолотом зерна (90 %) та високою продуктивністю (6,16 т/га).

5. Встановлено параметри моделі сорту пшениці спельта для умов Правобережного Лісостепу України, згідно з якою за максимальної врожайності 5,5–6,0 т/га, висота рослин повинна становити 80–100 см, кількість продуктивних стебел – 3,7–4,2 шт., маса зерна з колосу – 2,3–2,5 г, кількість зерен у колосі – 45–50 шт., якість обмолоту – 80–85 %, при цьому вміст в зерні білка може сягати 18–21 %, клейковини – 39–45 %.

6. Розроблено загальну технологічну схему селекційного процесу пшениці спельта озимої, використання якої дає змогу отримувати константні високопродуктивні генотипи пшениці спельта з високими показниками якості зерна (вміст білка – понад 20 %, клейковини – понад 40 %, склоподібність – 70–80 %).

За результатами досліджень опубліковано три наукові праці [359, 360, 382].

РОЗДІЛ 5

СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ ФОРМ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА ОЗИМОЇ, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ З ВИДАМИ *TRITICUM TURGIDUM* SUBSP. *DICOCCUM* (SCHRANK EX SCHÜBL.) THELL і *TRITICUM* *COMPACTUM* HOST.

Інтенсивна селекція, спрямована на підвищення врожайності, спричинила значне збіднення генофонду пшениці, що спонукало вчених до пошуку природних джерел господарсько-цінних ознак для її поліпшення. Постійне поліпшення культури землеробства і споживання призвело до усвідомлення негативних результатів генетичної ерозії і привернуло увагу до видового і внутрішньовидового різноманіття пшениці. В селекції щодалі активніше використовують місцеві форми і сорти пшениці, адаптовані до умов вирощування, види пшениці іншого рівня плоїдності, представників близькоспорідненого роду *Aegilops*, а також види інших родів – *Agropyron*, *Secale*, *Hordeum* [48, 358].

Генофонд малопоширених видів гексаплоїдної і тетраплоїдної пшениці широко апробовується в селекційних схемах джерелами господарсько-цінних ознак. Окрім того, малопоширені види пшениці можуть слугувати вихідним матеріалом для пошуку нових мутантних варіантів за генетичного аналізу або селекції [383, 384].

Враховуючи високі вимоги до сучасних комерційних сортів зернових культур, вагомого значення в умовах помітних кліматичних змін набуває експериментальна реконструкція геному пшениці інтрогресією генетичного матеріалу від інших видів і родів. Перспективним напрямком залишається створення сортів макаронного, кондитерського та технічного використання, що базується на залученні оригінального генетичного матеріалу.

Метою проведених досліджень було розширення генетичного різноманіття пшениці спельта інтрогресією генетичного матеріалу видів *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell та *Triticum compactum* Host. і створення

на цій основі нового вихідного матеріалу, здатного поліпшити наявний генофонд пшениці.

5.1 Гібридизація видів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell

Triticum turgidum subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell (дикий емер, чорний емер) – тетраплоїдний вид пшениці ($2n = 4x = 28$) з геномною формулою ВВА^uА^u. Його зерно має відмінні технологічні властивості, високу склоподібність (понад 90 %), високоякісну клейковину, містить каротиноїди. Сукупність цих показників вказує на цінність цього виду в селекції на створення сортів пшениці для макаронно-круп'яного виробництва. Нині цей вид можна зустріти лише на колекційних ділянках селекційних установ. Його недоліками є низька врожайність, схильність до вилягання та ускладнений обмолот зерна [385–387].

У досліді було проведено гібридизацію видів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell з метою розширення генетичного різноманіття спельти та інтрогресії в її генотип генів, що контролюють високі технологічні властивості зерна. За материнську форму використовували сорт пшениці спельта озимої Зоря України. Запилювачем був вид *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell, наданий для досліджень Національним центром генетичних ресурсів рослин України.

Гібридизація видів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell вдавалася легко, незважаючи на різну кількість хромосом та незбалансованість геномного складу. У дослідженнях зафіксовано зав'язування насіння на рівні 44 %. Крім того, не виникало необхідності синхронізовувати періоди цвітіння батьківських форм та підбирати їх за висотою рослин, оскільки обидва вихідні види є пізньостиглими і високостебловими.

Вид *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell характеризується фіолетовим забарвленням колосу (рис. 5.1).

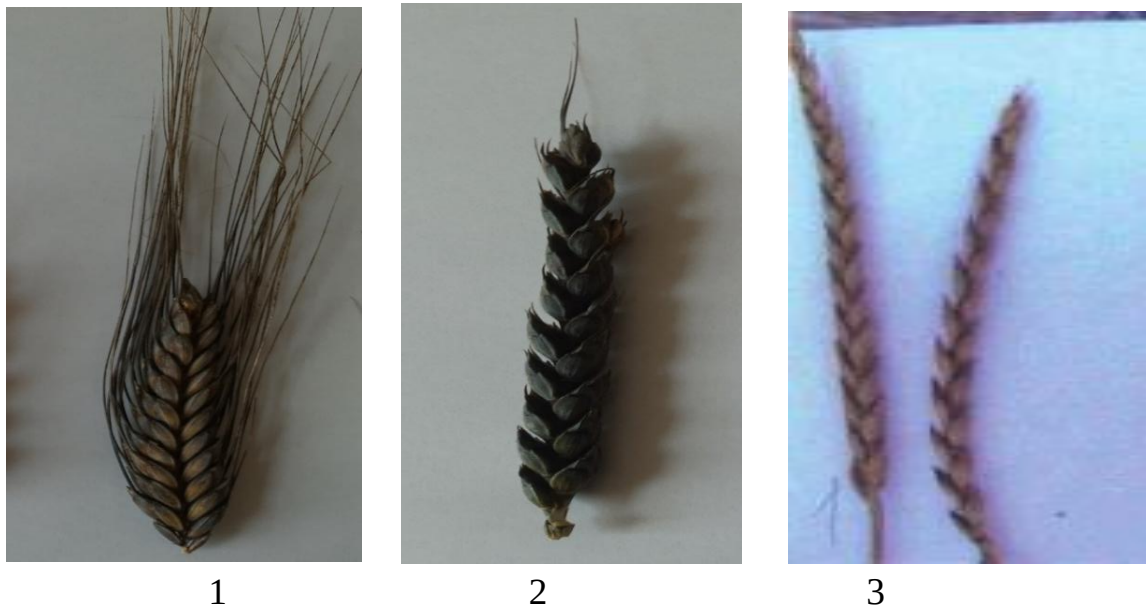


Рис. 5.1. Колоси пшениці спельти (3), емеру (1) та отриманого гібриду F₁ (2)

Це суттєво спрощувало добір істинних гібридів у F₁, оскільки фіолетове забарвлення домінує над білим. У першому поколінні отримали гібриди з безостим, фіолетовим, подовженим колосом типу спельти (рис. 5.1 (2)). Очевидно, що спельтоїдна форма колосу та його безостість домінують над компактною формою колосу (типу «емер») й остистістю. Фертильність пилку була високою (80 %), тому повторні схрещування з батьківськими формами не проводили.

Самозапилення гібридів F₁ забезпечило широкий розмах мінливості за фенотипом у другому поколінні. Спостерігали розщеплення за забарвленням колосу (від світло-фіолетового до темно-фіолетового) та його морфологічною будовою. Всі отримані нащадки розподілено на спельти, емери та проміжні форми. Форми морфотипу спельта характеризувались формуванням довгого (13–15 см), нещільного колосу. Емери мали остистий колос завдовжки 6–8 см. Форми, що характеризувались середньощільним колосом середньої довжини, віднесено до проміжних.

Кількісно в гібридних популяціях F₂ переважали спельти (59,3 % від загальної кількості рослин) та проміжні напівостисті форми (29,2 %) (рис. 5.2).

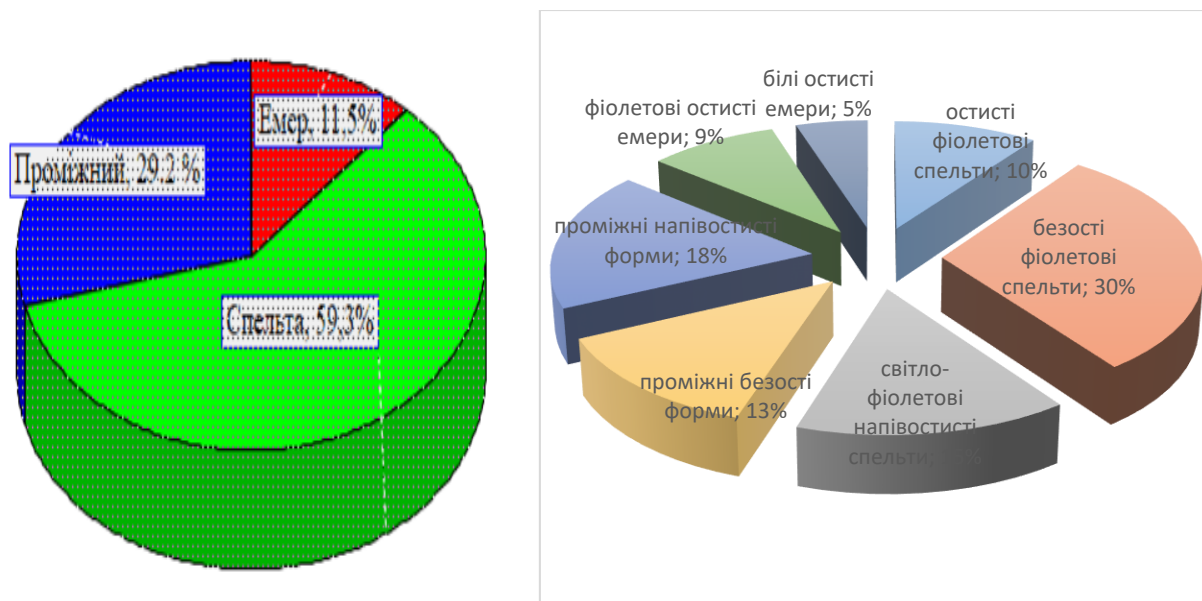


Рис. 5.2. Кількісне та якісне співвідношення рослин різних морфотипів, отриманих за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell

В межах кожного морфотипу спостерігали формування нащадків з різним забарвленням колосу та розщеплення за ознакою «остистість-безостість». Виділено безості фіолетові спельти (30 %, рис. 5.3 а), остисті фіолетові спельти (10 %, рис. 5.3 б), світло-фіолетові напівостисті спельти (15 %, рис. 5.3 в), проміжні безості форми з різним рівнем прояву забарвлення довжини та остистості колосу (13 %, рис. 5.3 г), проміжні напівостисті форми (18 %, рис. 5.3 е), фіолетові остисті емери (11 %, рис. 5.3 є), білі остисті емери (5 %, рис. 5.3 ж).

Дикі та напівдикі види пшениці і амфідиплоїди, створені за їх участю, безпосередньо не можуть використовуватись у селекційно-насінницькій практиці, оскільки вони мають високий рівень прогамної і постгамної несумісності, низьку фертильність пилку і характеризуються низькою негативних ознак. Тому необхідно було створити генетично стабільні генотипи на основі віддалених схрещувань та проаналізувати створені форми і відібрати матеріал з комплексом цінних господарських показників. З цією метою визначали частоту та ступінь трансгресій у F_{2-3} .



а б в г е є ж

Рис. 5.3. Морфологічні ознаки колосу у гібридів F_2 , отриманих за гібридизації *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell: а) безості фіолетові спельти; б) остисті фіолетові спельти; в) світло-фіолетові напівостисті спельти; г) проміжні безості форми; е) проміжні напівостисті форми) є) фіолетові остисті емери ж) білі остисті емери

Трансгресивна селекція є одним із основних методів поліпшення самозапилюваних культур, оскільки дає змогу добирати найкращі особини у гібридній популяції. Аналіз трансгресивної мінливості за складовими продуктивності є одним з вирішальних завдань за створення нового селекційного матеріалу пшениці.

Відомо, що продуктивність колосу визначається інтегральною взаємодією генів, що визначають кількість зерен у колосі та їх масу. Ці складові продуктивності в межах норми реакції можуть успадковуватись незалежно один від одного. За аналізу трансгресивної мінливості встановлено, що ступінь трансгресій (T_c) у гібридних поколіннях F_{2-3} залежить від генотипу й покоління. У гібридів F_{2-3} *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell виявили різну частоту і ступінь трансгресій за параметрами продуктивності колосу. За результатами аналізу рослин F_2 (2018 р.) ступінь

позитивної трансгресії за ознакою «довжина колосу» виявлено у 1,2 % нащадків, за масою зерна з головного колосу – у 1,9 % нащадків (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Частота і ступінь трансгресій за параметрами колосу у гібридів F_{2-3}
Triticum spelta L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.)
Thell, 2018–2019 pp.**

Показник	Пр*	Пг*	V*, %	Tс*, %	Tч*, %
F ₂					
Довжина колосу, см	16,1	16,3	21,9	1,2	14,3
Кількість зерен у колосі, шт.	45	44	24,2	-2,2	2,9
Кількість колосків у колосі, шт.	18,7	17,4	25,4	-7,0	11,4
Маса зерна з колосу, г	1,58	1,61	18,9	1,9	20,0
F ₃					
Довжина колосу, см	15,8	16,2	18,5	2,5	17,0
Кількість зерен у колосі, шт.	45	47	19,5	4,4	10,6
Кількість колосків у колосі, шт.	18,9	18,2	20,8	-3,7	12,8
Маса зерна з колосу, г	1,55	1,6	16,8	3,2	19,1

Примітка. Пр – максимальне значення ознаки у кращої батьківської форми; Пг – максимальне значення ознаки у гібридів; V – коефіцієнт варіювання; Tс – ступінь трансгресій; Tч – частота трансгресій.

У F₃ ступінь позитивної трансгресії за довжиною колосу зафіксовано на рівні 2,5 %, масою зерна з головного колосу – 3,2 %, кількістю зерен у колосі – 4,4 %. Негативну трансгресію на рівні -3,7–7,0 % спостерігали за кількістю колосків у колосі. Найвищу частоту трансгресій у другому і третьому поколіннях зафіксовано за масою зерна з колосу (19,1–20,0 %). Добір трансгресивних морфобіотипів у F₂ може ускладнюватися гетерозиготністю нащадків, що

фенотипово не відрізняються від гомозигот. Тому виділити константні трансгресивні форми пшениці можливо лише в поколіннях гібридів F₃₋₅.

Отже, за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell створено та виділено трансгресивні генотипи пшениці спельта, що перевищують батьківські форми за проявом окремих та груп ознак продуктивності. Виділено зразки, які перевищували спектр мінливості вихідних форм за проявом морфобіологічних і господарсько-цінних ознак, що дало змогу відібрати цінні селекційні матеріали з комплексом ознак.

5.1.1 Характеристика за показниками продуктивності ліній F₄₋₆, створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell. Доведено, що полби є носіями функціонального алеля *Gpc-B1* (grain protein concentration), за експресією якого істотно підвищується вміст у зерні протеїну і кількох важливих мікроелементів, що відповідають за пришвидшення фізіологічного старіння рослин та ефективнішої ремобілізації азоту з вегетативних органів у генеративні [89, 388].

Ген *Gpc-B1/gpc-b1* чинить мінорні негативні ефекти на окремі структурні складові врожаю (маса зернівки і натура) і не знижує при цьому врожайність культури [388]. Тому цей вид дикорослої пшениці широко залучають до систем гібридизації для розширення генетичного різноманіття та інтрогресії гена *Gpc-B1/gpc-b1* в інші види пшениці, як такий, що має потенціал поліпшення пшениці за якістю зерна в широкому діапазоні генетичної плазми.

У дослідженнях проаналізовано показники врожайності та якості зерна створених гібридів F₄₋₅ пшениці спельта. Встановлено, що гібридизація видів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell істотно не знижує показники продуктивності у нащадків. Понад 85 % виділених ліній мали врожайність, кількість зерен у колосі та масу зерна з головного колосу на рівні стандарту. Виділено зразок 230, який за кількістю зерен з колосу (46 шт.), масою зерна з колосу (1,73 г) та врожайністю (5,96 т/га) істотно перевищував сорт Зоря України (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Показники продуктивності ліній пшениці спельта (F₄₋₆) створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell

Показник	Селекційний матеріал	Рік проведення досліджень			Середнє
		2019 р.	2020 р.	2021 р.	
Кількість зерен з колосу, шт.	Зоря України (st)	45	38	47	43
	227	43	34	45	41
	230	48*	40*	49*	46
	234	44	39	46	43
	241	47*	40*	49*	45
	243	41	33	43	39
	245	45	37	46	43
	247	44	40*	48	44
	<i>НІР₀₅</i>	2	2	2	—
Маса зерна з головного колосу, г	Зоря України (st)	1,76	1,18	1,85	1,60
	227	1,68	1,02	1,78	1,49
	230	1,88*	1,28*	2,02*	1,73
	234	1,74	1,21	1,82	1,59
	241	1,83	1,22	1,96*	1,67
	243	1,62	0,92	1,65	1,40
	245	1,77	1,15	1,83	1,58
	247	1,74	1,22	1,91	1,62
	<i>НІР₀₅</i>	0,08	0,07	0,08	—
Врожайність, т/га	Зоря України (st)	5,45	4,27	5,64	5,12
	227	5,32	4,12	5,48	4,97
	230	5,71*	4,38	5,96*	5,35
	234	5,43	4,22	5,58	5,08
	241	5,52	4,31	5,75	5,19
	243	5,25	3,62	5,32	4,73
	245	5,43	4,22	5,58	5,08
	247	5,41	4,32	5,72	5,15
	<i>НІР₀₅</i>	0,25	0,23	0,28	—

Примітка. * – істотне збільшення показника відносно стандарту.

Цей же зразок істотно перевищував стандарт за масою 1000 зерен (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Показники якості зерна ліній пшениці спельта (F₄₋₆) створених за
гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank
ex Schübl.) Thell**

Показник	Селекційний матеріал	Рік проведення досліджень			Середнє
		2019 р.	2020 р.	2021 р.	
Маса 1000 зерен, г	Зоря України (st)	43,2	40,1	45,4	42,9
	227	42,5	39,1	44,2	41,9
	230	45,1*	42,1*	47,3*	44,8
	234	43,0	40,0	45,2	42,7
	241	44,2	42,2*	46,8	44,4
	243	39,8	36,8	41,5	39,4
	245	43,5	40,4	45,8	43,2
	247	43,3	40,1	45,7	43,0
	<i>НІР₀₅</i>	1,8	1,7	1,9	—
Вміст клейковини в зерні, %	Зоря України(st)	42,5	44,1	41,1	42,6
	227	43,2*	45,8*	43,1*	44,0
	230	34,1	36,1	33,8	34,7
	234	37,8	39,2	36,8	37,9
	241	38,1	40,1	37,5	38,6
	243	36,2	38,7	35,6	36,8
	245	39,8	41,1	38,1	39,7
	247	36,8	38,8	36,0	37,2
	<i>НІР₀₁</i>	0,3	0,4	0,3	—
Вміст білка в зерні, %	Зоря України (st)	19,8	20,5	19,2	19,8
	227	20,1*	21,4*	19,6*	20,4
	230	16,2	16,9	15,7	16,3
	234	17,1	17,8	16,5	17,1
	241	17,8	18,6	17,3	17,9
	243	16,5	17,2	16,1	16,6
	245	17,8	18,4	17,2	17,8
	247	16,8	17,5	16,2	16,8
	<i>НІР₀₁</i>	0,2	0,2	0,2	—

Примітка. * – істотне збільшення показника відносно стандарту.

Стосовно показників якості зерна зразків пшениці спельта озимої, зокрема, вмісту в зерні білка і клейковини, не зафіксовано суттєвого підвищення,

порівняно з сортом-стандартом. Лише зразок 227 за вмістом білка (20,4 %) і клейковини (44,0 %) істотно перевищував сорт Зоря України, а зразок 230 – за масою 1000 зерен (44,8 г).

Отже, в результаті інтрогресивної гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell створено та виділено цінні трансгресивні зразки 227 і 230, які за показниками урожайності та якості зерна істотно перевищують стандарт.

5.2 Отримання матеріалів за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host.

Пшениця компактна або карликова (*Triticum compactum* Host.) – один із стародавніх, рідкісних видів, що в минулому займав у Євразії значні ареали, а нині майже не зустрічається в чистих культурних посівах. Цей гексаплоїдний вид має геном ВА^uD [11, 12].

Рідкісні види, зокрема, пшениця компактоїдна, є перспективним джерелом цінних ознак для збагачення генофонду пшениці м'якої [389–392]. Вченими [391] доведено, що за гібридизації пшениці м'якої з *Triticum compactum* Host. у нащадків підвищуються показники седиментації, вмісту білка й клейковини у зерні. Тому, залучення цього виду до міжвидової гібридизації дозволяє збагатити генофонд пшениці новими перспективними ознаками і цінними генними блоками.

Даних наукової літератури про гібридизацію видів *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. не знайдено. На нашу думку, схрещування цих видів дозволить перенести до геному пшениці спельта озимої цінні гени, що контролюють господарсько-цінні ознаки, зокрема, висоту рослин і щільність колосу.

Метою досліджень було розширення генетичного різноманіття пшениці спельта та отримання нових інтрогресивних вихідних матеріалів з високим

рівнем прояву господарсько-цінних ознак за гібридизації видів *Triticum spelta* L. та *Triticum compactum* Host.

5.2.1 Ступінь домінування та характер успадкування господарсько-цінних ознак у зразків, створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. *Triticum compactum* Host. – це гексаплоїдний вид пшениці ($2n = 6x = 42$), що має аналогічну пшениці спельта геномну формулу, тому в процесі гібридизації не виникає труднощів пов'язаних з системами генетичної несумісності. Вихідним матеріалом до схрещування залучали сорт пшениці спельта озимої Зоря України (материнська форма) та зразок *Triticum compactum* Host., що наданий для досліджень Національним центром генетичних ресурсів рослин України.

Гібриди F_1 були однотипними за морфологією колосу та загальним габітусом рослин. Вони мали опушений колос середньої довжини і щільності. Аналіз ступеня домінування та рівня гетерозису дозволив встановити, що висота рослин, довжина та щільність колосу і маса зерна з колосу в гібридів F_1 *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. успадковуються за типом проміжного успадкування ($h_p = -0,5-0,4$) (табл. 5.4). Зафіксовано також від'ємний рівень справжнього гетерозису ($-3,4-36,1\%$).

Популяції гібридів F_2 оцінювали за фенотиповим проявом ознак морфології колосу, зокрема, форма, опушення і плівчастість колосу. Як встановлено сучасними генетичними дослідженнями, морфологічні ознаки рослин спельти, як і пшениці м'якої, детермінуються невеликою кількістю генів [326]. Успадкування проаналізованих морфологічних ознак колосу контролюється генами «великої морфології» [41], що суттєво впливають на фенотип рослини. Їх алельний стан визначає форму колосу і в сукупності з іншими ознаками використовується для розділення на види гексаплоїдних пшениць і виокремлення різновидів у межах видів роду *Triticum* L.

Таблиця 5.4

**Ступінь домінування та рівень гетерозису гібридів F₁, отриманих за
гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host., 2017 р.**

Показник	♀	♂	F ₁	HP ₀₅	Ступінь домінування, (hp)	Характер успадкування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Висота рослин, см	118	105	114	4	0,4	ПУ	-3,4	102,2
Довжина колосу, см	15,8	6,5	10,1	0,5	-0,2	ПУ	-36,1	90,6
Щільність колосу, шт/10 см	15,4	21,5	16,8	0,8	-0,5	ПУ	-21,9	91,1
Маса зерна з колосу, г	1,38	1,05	1,15	0,09	-0,4	ПУ	-16,7	94,7

Примітка. * ПУ – проміжне успадкування;

Форма колосу пшениці спельта контролюється геном *Q/q*, домінантні алелі якого визначають спельтоїдний тип колосу [332]. У пшениці *Triticum compactum* форма колосу контролюється геном *C/c*, що має протилежну до гена *Q/q* дію. Він зменшує довжину колосу і стебла, що призводить до формування низькостеблових рослин з коротким надщільним колосом [111, 393, 394]. Щільність колосу пшениці регулюється генами-подовжувачами *L₁/l₁*, *L₂/l₂*. За наявності рецесивних алелів цих генів у гомозиготному стані (*cc**l₁l₁l₂l₂*) у гексаплоїдних пшениць формується короткий, щільний булавоподібний (скверхедний) колос.

У нащадках F₂ спостерігали кількісну перевагу нащадків з проміжною формою колосу над спельтоїдами і компактоїдами. Гібридологічний аналіз показав, що за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. успадкування форми колосу відбувається за моногенною схемою 1 : 2 : 1 (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Розщеплення нащадків F₂, отриманих за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. за формою колосу, 2018 р.

Розщеплення	Форма колосу			χ ² факт. (1 : 2 : 1)	χ ² теор.
	спельтоїдна	проміжна	компактоїдна		
Теоретично очікувана кількість, шт.	21	42	21	—	3,84
Фактична кількість, шт.	24	39	21	0,642	—

Наявність значної кількості рослин пшениці з проміжною формою колосу вірогідно пов'язана з незалежною перекомбінацією генів за неповного домінування, що детермінують форму колосу вихідних видів і наявністю генів модифікаторів.

Вихідна форма *Triticum compactum* Host. мала опушений колос, а пшениця спельта – неопушений. У потомстві F₂ із 84 шт. рослин отримано 65 шт. опушених колосів та 19 шт. – неопушених (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Розщеплення нащадків F₂, отриманих за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. за опушенням колосу, 2018 р.

Розщеплення	Фенотип колосу		χ ² факт. (3 : 1)	χ ² теор.
	опушений	неопушений		
Теоретично очікувана кількість, шт.	63	21	—	3,84
Фактична кількість, шт.	65	19	0,126	—

Гібридологічний аналіз розщеплення нащадків F₂ свідчить, що фактично отримані результати є наслідком моногібридного розщеплення, що достовірно відповідає теоретичному співвідношенню 3 : 1. Отже, ознака «опушення

колосу», що фенотипово проявляється у виду *Triticum compactum* Host. виявилася домінантною.

Спельта – плівчастий вид пшениці, обмолот якого ускладнюється наявністю грубої колоскової луски. Ця ознака контролюється домінантним геном *Tg/tg*, який за поєднання з геном *Q/q* зумовлює формування спельтоїдного типу колосу з грубою колосковою лускою та ускладненим обмолотом зерна. У виду *Triticum compactum* Host. цей ген знаходиться в рецесивному стані, що зумовлює вільний обмолот зерна. Це підтверджується відсутністю серед пшениці компактум фенотипів з грубою колосковою лускою.

Гібридологічний аналіз розщеплення ознаки «плівчастість» колосу гібридів F₂ *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. показав, що плівчастість зерна – домінантна ознака, а голозерність – рецесивна з моногенним контролем (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Розщеплення нащадків F₂, отриманих за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. за плівчастістю зерна в колосі, 2018 р.

Розщеплення	Фенотип колосу		χ^2 факт. (3 : 1)	χ^2 теор.
	плівчастий	голозерний		
Теоретично очікувана кількість, шт.	63	21	–	3,84
Фактична кількість, шт.	65	19	0,126	–

Отже, встановлено, що морфологічні ознаки рослин у гібридів F₁ *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. (висота, довжина та щільність колосу і маса зерна з колосу) успадковуються за типом проміжного успадкування. Виявлено домінантний моногенний характер успадкування ознак опушення і плівчастість колосу в нащадках F₂. Форма колосу успадковується моногенно за типом неповного домінування.

5.2.2 Трансгресивна мінливість за продуктивністю колосу нащадків F₃₋₄, створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. Найвищий рівень формоутворювального процесу спостерігався у третьому–четвертому гібридних поколіннях. Суттєвий діапазон мінливості можна було простежити практично за всіма морфологічними і фізіологічними ознаками, зокрема, висотою рослин, довжиною, формою, щільністю, кольором і озерненістю колосу, формою і кольором листків і зернівок, опушенням і твердістю колоскових лусок та обмолоту зерна, тривалістю вегетаційного періоду і продуктивністю рослин.

Продуктивність колосу обумовлюється інтегральною взаємодією генів, що детермінують кількість зерен і їх масу, та успадковуються незалежно одне від одного. Відомо, що максимальну частоту позитивних трансгресій за продуктивністю колосу можна спостерігати у пізніх поколіннях гібридів, які в F₁ мали високий ступінь гетерозису за кількістю зерен у колосі та масою зерна з колосу.

У результаті проведених досліджень встановлено, що частота позитивних трансгресій за параметрами продуктивності колосу у 2019 р. (F₃) варіювала в межах 18,8–28,1 % (табл. 5.8). Найвищу частку позитивних трансгресій зафіксовано за кількістю колосків (28,1 %) і зерен (23,4 %) у колосі.

У 2020 р. (F₄) частота позитивних трансгресій підвищилася. Це узгоджується з даними джерел наукової літератури, які стверджують, що ступінь і частота позитивних трансгресій зростає в пізніших гібридних поколіннях [379, 395, 396]. Найвищу частоту позитивних трансгресій спостерігали за масою зерна з колосу (32,1 %) та за кількістю зерен у колосі (26,8 %).

Отже, за гібридизації видів *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. створено та виділено цінні трансгресивні форми (зразки 206 і 195) за показниками продуктивності колосу (маса зерна з колосу понад 1,5 г, кількість зерен у колосі 47–49 шт.).

Таблиця 5.8

Ступінь і частота трансгресій у гібридів F₃₋₄, отриманих за гібридизації

Triticum spelta L. × *Triticum compactum* Host., 2019–2020 pp.

Показник	Пр*	Пг*	Тс*, %	Тч*, %
F ₃				
Довжина колосу, см	16,1	16,5	2,5	18,8
Кількість зерен у колосі, шт.	51,0	52,0	2,0	23,4
Кількість колосків у колосі, шт.	28,0	25,0	-10,7	28,1
Маса зерна з колосу, г	1,58	1,61	1,9	20,3
F ₄				
Довжина колосу, см	18,2	18,5	1,6	25,6
Кількість зерен у колосі, шт.	51,0	53,0	3,9	26,8
Кількість колосків у колосі, шт.	28,5	26,8	-6,0	26,5
Маса зерна з колосу, г	1,62	1,68	3,7	32,1

Примітка. Пр – максимальне значення ознаки у кращої батьківської форми; Пг – максимальне значення ознаки у гібридів; Тс – ступінь трансгресій; Тч – частота трансгресій.

5.3 Характеристика створених вихідних матеріалів за гібридизації пшениці спельта з видами *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell і *Triticum compactum* Host.

За інтрогресивної гібридизації пшениці спельта з видами *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell і *Triticum compactum* Host. створено нові генетичні джерела, що здатні розширити існуючий генофонд пшениці спельта дефіцитними ознаками. Сформована генетична колекція вихідного матеріалу пшениці спельта об'єднує понад 70 зразків із різним рівнем прояву господарсько-цінних ознак [397, 398].

Негативними ознаками інтрогресивних ліній пшениці спельта, створених за участю виду *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell, є їхня

високостебловість, пізньостиглість та схильність до вилягання. Більшість нащадків створених за участю виду *Triticum compactum* Host. форм характеризувалися високо- або середньорослістю і наближалася за цим показником до пшениці спельта (рис. 5.4). У результаті індивідуальних доборів частка високорослих форм поступово зменшувалась, але все ще залишалась значною.

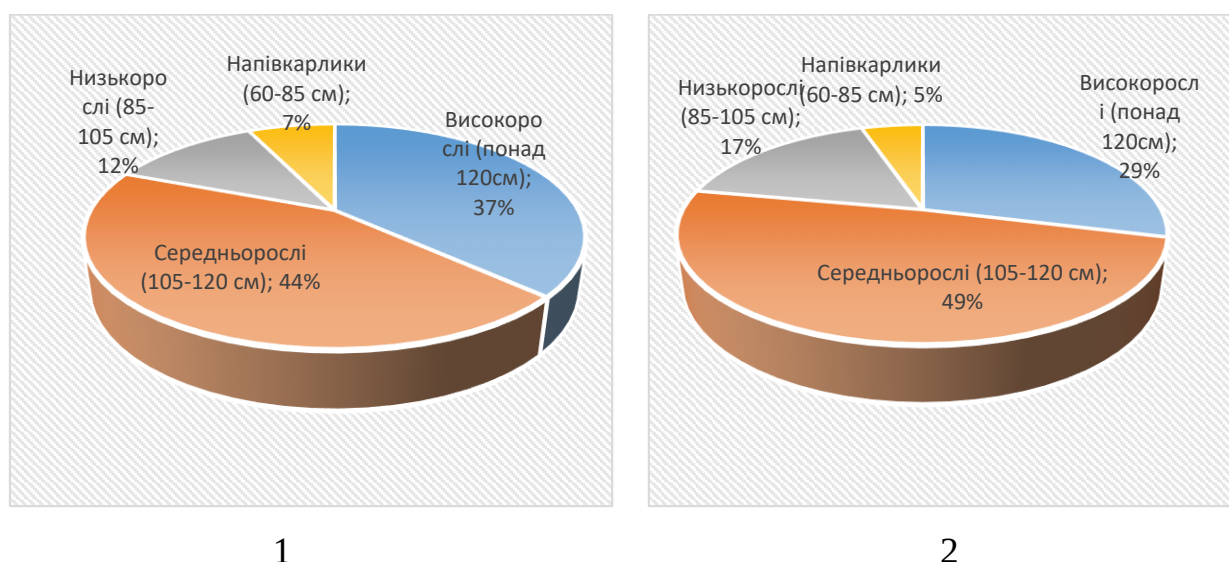


Рис. 5.4. Розподіл (%) інтрогресивних ліній, отриманих за гібридизації пшениці спельта з видами *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell і *Triticum compactum* Host. за висотою стеблостою (2019–2021 рр.):

- 1) лінії створені за участю виду *Triticum turgidum* var. *Dicoccoides*;
- 2) лінії створені за участю виду *Triticum compactum* Host.

Високостеблові лінії, отримані за інтрогресивної гібридизації, досить часто бракують у селекційних розсадниках. Відомо, що реалізацію високого генетичного потенціалу продуктивності на практиці можуть забезпечити лише форми пшениці з коротким і міцним стеблом. З метою збереження генетичного матеріалу кращих створених високо- й середньостеблових форм проведено їх схрещування з низькостебловими колекційними зразками пшениці спельта озимої. У результаті отримано низькостеблові зразки 234 і 192 з висотою рослин 81–95 см.

Іншою негативною ознакою, що притаманна міжвидовим гібридам, є пізньостиглість, що зустрічається досить часто. Адже культурні й дикі родичі

пшениці зазвичай походять із гірських районів Передньої Азії, а тому мають триваліший вегетаційний період. Види *Triticum spelta* L. та *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell – пізньостиглі (вегетаційний період до 300 діб). Вид *Triticum compactum* Host. хоч і досягає на 5–6 діб раніше, проте також є пізньостиглим.

У результаті гібридизації переважна більшість нащадків, отриманих за участю виду *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell були пізньостиглими (рис. 5.5).

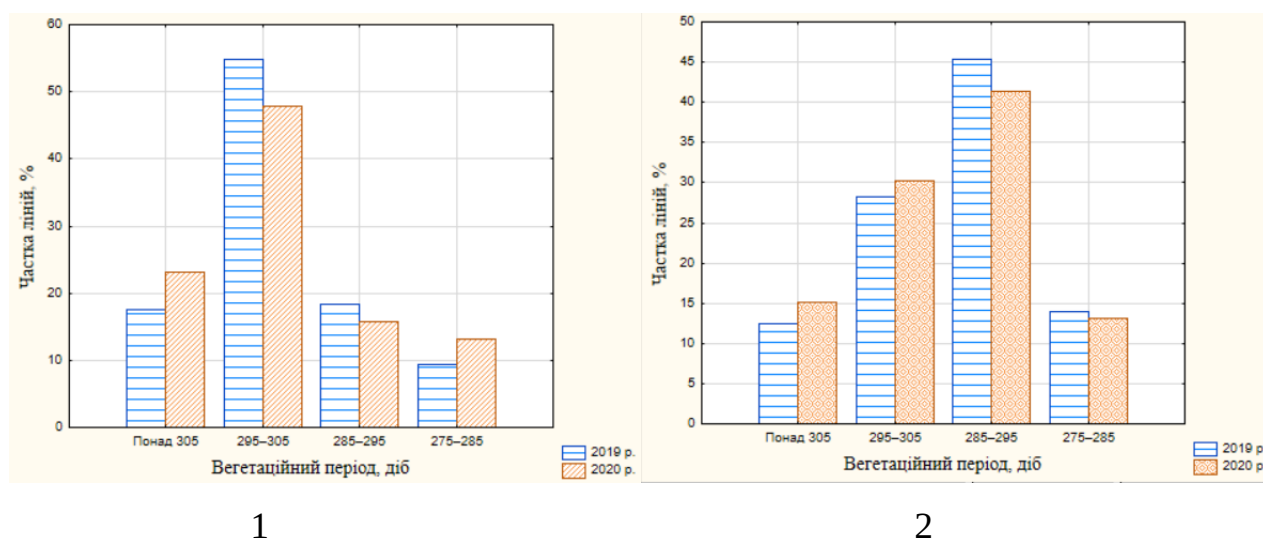


Рис. 5.5. Розподіл (%) створених інтрогресивних ліній пшениці спельта за тривалістю періоду вегетації: 1) зразки, створені за участю виду *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell; 2) зразки, створені за участю виду *Triticum compactum* Host.

Проте більшість нащадків, за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. були середньостиглими. У результаті індивідуального добору вдалося відібрати невелику кількість інтрогресивних ліній пшениці спельта з вегетаційним періодом 275–285 діб (зразки 208 і 210), що достигали одночасно із середньоранніми сортами пшениці м'якої.

Вид *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell вирізняється високим вмістом у зерні білка й клейковини і добрими технологічними властивостями клейковинного комплексу і спроможні поліпшити пшеницю спельта за показниками вмісту білка, клейковини і силою

борошна. Проведений аналіз ліній, створених за участю цього виду, дозволив виділити значну кількість ліній з високими показниками якості зерна і борошна, що відповідають категорії сильних пшениць (зразки 227, 229, 234, 241, 245, 248). Більшість ліній характеризувалися високим вмістом у зерні білка (понад 16 %), а окремі зразки – понад 20 % (рис. 5.6).

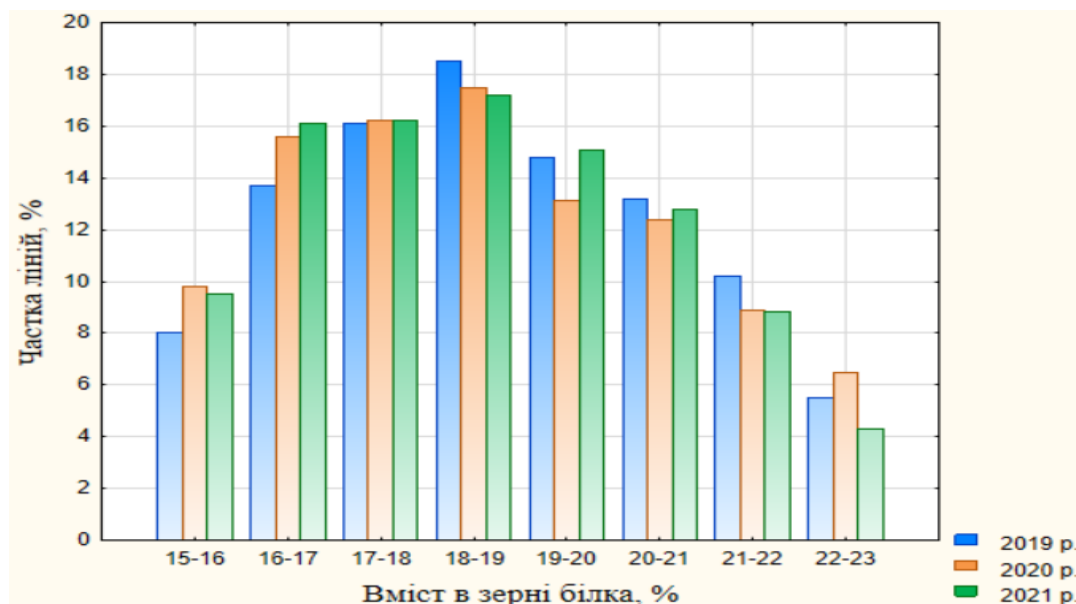


Рис. 5.6. Розподіл (%) інтрогресивних ліній *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell за вмістом білка в зерні

За вмістом клейковини переважна більшість зразків знаходились у діапазоні 38–42 % (рис. 5.7).

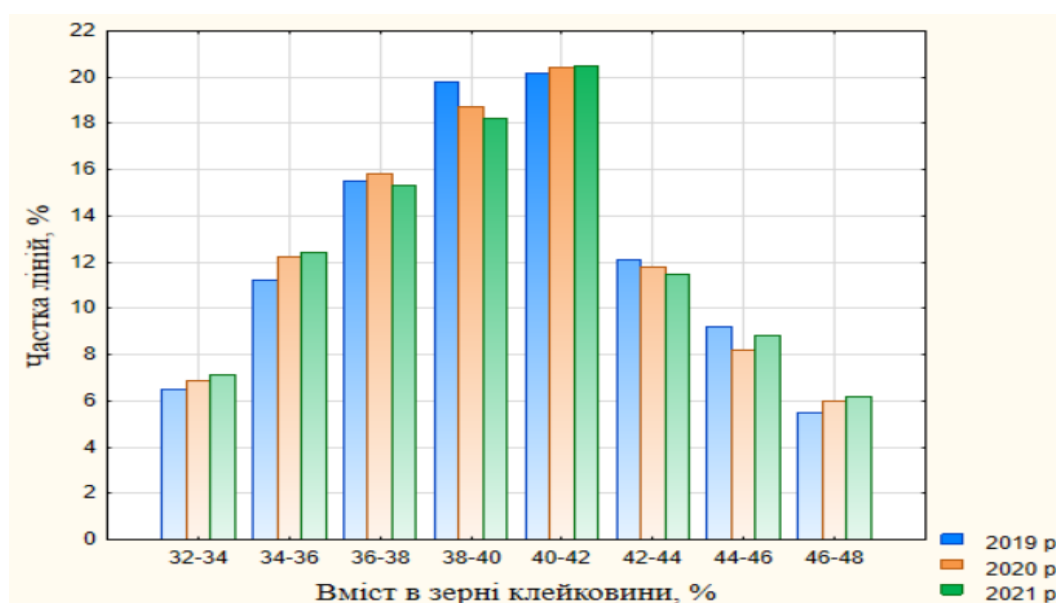


Рис. 5.7. Розподіл (%) інтрогресивних ліній *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell за вмістом клейковини у зерні

Більшість інтрогресивних ліній пшениці за силою борошна (280–400 о. а.) відносилися до задовільних поліпшувачів (рис. 5.8).

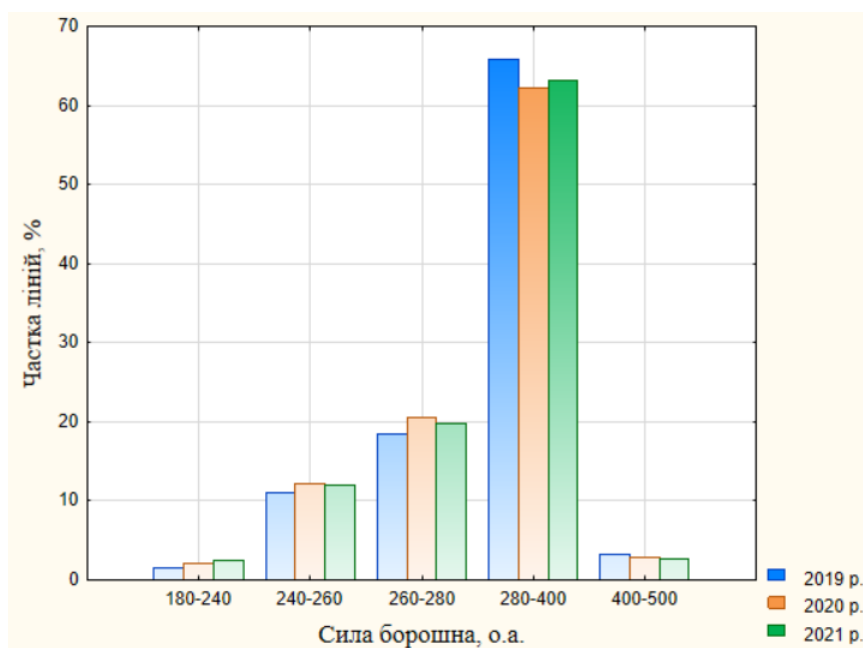


Рис. 5.8. Розподіл (%) інтрогресивних ліній *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell за силою борошна

Виділено кілька зразків (231, 235 і 244), що мають силу борошна понад 400 о. а. (добрі поліпшувачі), характеризуються високим вмістом білка (понад 20 %) і клейковини (понад 46 %). Продуктивність створених ліній щорічно апробується на ділянках селекційного та контрольного розсадників. Упродовж 2019–2021 рр. у селекційному розсаднику проаналізовано понад 100 зразків. Постійно проводяться індивідуальні добори кращих зразків та бракування гірших форм. У результаті сформовано колекцію вихідного матеріалу з широкою генетичною основою та виділено низку форм з високим рівнем прояву господарсько-цінних ознак.

Висновки за розділом 5:

1. Встановлено, що у гібридів F₁ *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell спельтоїдна форма, фіолетове забарвлення і безостість колосу домінують над формою колосу типу «емер», білим забарвленням і остистістю. У другому поколінні відбувається

розщеплення за забарвленням колосу (від світло-фіолетового до темно-фіолетового) та його морфологічною будовою.

2. Найвищий ступінь позитивних трансгресій у гібридів F_{2-3} *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell зафіксовано за масою зерна з колосу (1,9–3,2 %) і довжиною колосу (1,2–2,5 %).

3. Виділено зразок 230, що за врожайністю (5,35 т/га) та масою 1000 зерен (44,8 г) істотно перевищував сорт Зоря України та зразок 227, який за вмістом білка (20,4 %) і клейковини (44,0 %) істотно перевищував стандарт.

4. Встановлено, що у гібридів F_1 *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum compactum* Host. морфологічні ознаки рослин (висота, довжина та щільність колосу і маса зерна з колосу) успадковуються за типом проміжного успадкування. У потомстві F_2 ознаки опушення і плівчастість колосу мають домінантний моногенний характер успадкування. Форма колосу успадковується моногенно за типом неповного домінування.

5. У гібридів F_{3-4} *Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum compactum* Host. найвищу частоту позитивних трансгресій зафіксовано за кількістю колосків (28,1–28,5 %) і зерен (23,4–51,0 %) у колосі та масою зерна з колосу (203–32,1 %).

6. За гібридизації пшениці спельта з видами *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell і *Triticum compactum* Host. сформовано колекцію вихідного матеріалу з широкою генетичною основою та виділено низку форм з високим рівнем прояву господарсько-цінних показників.

За матеріалами розділу опубліковано дві наукові праці [397, 398].

РОЗДІЛ 6

АДАПТИВНІСТЬ СТВОРЕНИХ ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ

Стратегічним завданням сучасної селекції є створення високопродуктивних сортів стійких до біотичних та абіотичних чинників довкілля. Значні зміни гідротермічних показників суттєво впливають на прояв окремих ознак і властивостей, зокрема, врожайності. Тому, селекція на високу адаптивність набуває вагомого значення, адже високоадаптивні сорти є запорукою отримання стабільно високих урожаїв у різних ґрунтово-кліматичних зонах за мінливих погодних умов [380].

Адаптивність і генетична здатність до стабільного прояву ознак є вирішальними характеристиками на шляху успішної реалізації потенціалу врожайності. За адаптивними властивостями розрізняють сорти інтенсивного типу з сильною реакцією на зміну умов середовища; гомеостатичні сорти, що забезпечують стабільні врожаї за мінливих погодних умов та пластичні сорти, що адекватно реагують на зміну умов середовища [399, 400].

Для аналізу взаємодії «генотип-середовище» використовуються поняття стабільність, пластичність, гомеостатичність, загальна та специфічна адаптивна здатність, стійкість і чутливість до стресових чинників навколишнього середовища тощо. За аналізу реакції генотипу на чинники довкілля віддається перевага поняттю «стабільність» [399–401]. Екологічна стабільність характеризує регулярність норми реакції генотипу та відтворюваність її модифікаційної мінливості. Стабільність генотипу оцінюють за варіансою стабільності (S^2_{di}) [402]. Генотипи, у яких S^2_{di} наближається до нуля вважаються стабільними. Зростання екологічної пластичності сорту часто сприяє зниженню його стабільності [381, 399, 402].

Екологічна пластичність відображає здатність сорту протистояти стресовим чинникам, ефективно використовувати поживні речовини в конкретних умовах вирощування і поєднувати економну витрату ресурсів середовища з високою віддачею створеної біомаси. Визначення екологічної

пластичності сорту дозволяє проаналізувати ступінь його адаптивності і практичну цінність для селекції [403]. Найпоширенішим способом оцінювання екологічної пластичності є аналіз урожайності сортів за контрастних умов вирощування у різні роки або за апробації сортів у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Високопластичним вважається сорт, який збільшує врожайність за покращення умов, і знижує її за їх погіршення [404, 405].

Оцінювання екологічної пластичності проводять за коефіцієнтом регресії (b_i), що характеризує середню реакцію генотипу на зміну умов середовища і дає можливість прогнозувати мінливість досліджуваної ознаки у межах визначених умов. Чим більше b_i , тим чутливіший сорт до зміни умов вирощування. Нуль або близьке до нуля значення b_i вказує на те, що генотип не реагує на зміну умов середовища [381, 406].

В процесі проведених досліджень визначено параметри адаптивності створених форм пшениці з метою їх диференціації за рівнем адаптивного потенціалу. За результатами оцінювання врожайності зерна сортотразків пшениці м'якої озимої встановлено, що в середньому за 2013–2018 рр. вона коливалася в межах 5,48–7,28 т/га (табл. 6.1). Найвищою врожайністю вирізнялися зразки 1692 (7,03 т/га), 1689 (7,18 т/га), 3872 (7,03 т/га), 4075 (7,08 т/га), 6274 (7,12 т/га) і 6750 (7,28 т/га), 1685 (6,86 т/га). Достовірно перевищували стандарт за врожайністю в кожен з років досліджень зразки 1689, 6274 і 6750.

Розрахунки екологічної пластичності досліджуваних зразків показали, що зразки пшениці м'якої озимої 1681 ($b_i = 1,04$), 1687 ($b_i = 1,04$), 1688 ($b_i = 1,06$), 1692 ($b_i = 1,10$), 3872 ($b_i = 1,12$), 4075 ($b_i = 1,12$), 6274 ($b_i = 1,10$) і 675 ($b_i = 1,08$) є високопластичними. Зразки 1514 ($b_i = 0,99$), 1678 ($b_i = 1,02$), 1682 ($b_i = 1,02$), 1685 ($b_i = 1,01$) та 1686 ($b_i = 1,02$) ідентифіковано середньопластичними, зразки 1598 ($b_i = 0,90$), 1675 ($b_i = 0,85$), 1684 ($b_i = 0,94$), 1689 ($b_i = 0,69$), 1693 ($b_i = 0,89$) – низькопластичними.

Таблиця 6.1

**Екологічна пластичність (b_i) і стабільність (S^2_{di}) створених зразків пшениці
м'якої озимої за врожайністю**

Генотип	Урожайність, т/га						Середнє	Параметри стабільності	
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.		b_i	S^2_{di}
Подолянка (st)	7,12	6,65	7,18	6,32	6,25	7,07	6,77	1,15	0,066
1514	6,55	6,04	6,64	5,82	5,76	6,69	6,25	0,99	0,071
1598	6,27	5,83	6,37	5,59	5,46	6,21	5,96	0,90	0,053
1675	6,11	5,7	6,21	5,42	5,33	6,07	5,81	0,89	0,086
1678	6,63	6,09	6,71	5,87	5,81	6,76	6,31	1,02	0,115
1681	5,78	5,12	5,78	5,01	4,85	5,81	5,39	1,04	0,088
1682	6,68	6,14	6,78	5,92	5,85	6,75	6,35	1,02	0,077
1684	6,11	5,62	6,18	5,33	5,25	5,98	5,75	0,94	0,067
1685	7,22	6,71	7,28	6,41	6,33	7,18	6,86	1,01	0,076
1686	6,73	6,19	6,81	5,97	5,91	6,86	6,41	1,02	0,079
1687	6,78	6,24	6,88	6,02	5,95	6,91	6,46	1,04	0,081
1688	5,87	5,21	5,92	5,05	4,95	5,85	5,48	1,06	0,084
1689	7,60*	7,03*	7,72*	6,70*	6,60*	7,40*	7,18	0,69	0,035
1692	7,45*	6,88*	7,58*	6,55*	6,45	7,25	7,03	1,10	0,090
1693	6,25	5,85	6,39	5,57	5,48	6,19	5,96	0,89	0,059
3872	7,47*	6,83	7,56*	6,58*	6,43	7,29	7,03	1,12	0,229
4075	7,52*	6,88	7,61*	6,63*	6,48	7,34	7,08	1,12	0,096
6274	7,57*	6,93*	7,61*	6,68*	6,53*	7,39*	7,12	1,10	0,090
6750	7,73*	7,11*	7,75*	6,82*	6,71*	7,54*	7,28	1,08	0,094
<i>НІР₀₅</i>	0,30	0,27	0,30	0,26	0,26	0,30	—		

Примітка. * – істотне збільшення врожайності відносно стандарту

Розрахунки екологічної стабільності показали, що найстабільнішим є зразок пшениці м'якої озимої 1689 ($S^2_{di} = 0,035$), що поєднується з високою

врожайністю (7,18 т/га) і характеризує його, як широкоадаптований генотип, що здатний забезпечувати високу врожайність за різних умов вирощування.

У спельтоподібних форм пшениці врожайність у 2013–2018 рр. варіювала в межах 4,67–6,44 т/га (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Екологічна пластичність (b_i) і стабільність (S^2_{di}) створених спельтоподібних зразків за врожайністю

Генотип	Врожайність, т/га						Середнє	Параметри стабільності	
	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.		b_i	S^2_{di}
Подільська (st)	7,12	6,65	7,18	6,32	6,25	7,07	6,77	1,15	0,066
Зоря України (st)	5,99	5,25	5,95	5,08	4,98	5,83	5,51	1,27	0,080
1561	6,78*	6,23*	6,87*	6,05*	5,94*	6,74*	6,44	1,13	0,063
1626	5,76	5,06	5,89	5,08	5,02	5,68	5,42	1,07	0,057
1628	4,91	4,56	4,64	4,21	4,68	5,01	4,67	0,59	0,016
1635	5,22	5,15	4,98	4,61	4,75	5,41	5,02	0,67	0,036
1669	5,33	4,88	4,96	4,48	4,62	5,35	4,94	0,91	0,041
1694	5,15	4,75	5,29	4,47	4,38	5,09	4,86	1,03	0,053
1766	5,98	5,38	6,12	5,28	5,16	5,91	5,64	1,12	0,062
1710	6,22	5,71*	6,28*	5,44*	5,41*	6,09	5,86	1,07	0,057
1809	6,31*	5,85*	6,31*	5,61*	5,52*	6,19*	5,97	1,10	0,059
1800	5,05	4,71	4,78	4,35	4,82	5,15	4,81	0,59	0,111
<i>НІР₀₅</i>	0,27	0,25	0,27	0,23	0,24	0,27	—		

Примітка. * – достовірне збільшення врожайності відносно сорту Зоря України.

Найвищу врожайність зафіксовано у зразків 1561 (6,44 т/га), 1809 (5,97 т/га) і 1710 (5,86 т/га). Достовірне збільшення врожайності відносно сорту Зоря України упродовж всього періоду досліджень зафіксовано у зразків 1561 і

1809, а зразок 1710 істотно перевищував сорт зоря України упродовж 2014–2017 рр.

Серед спельтоподібних форм високопластичними виявилися зразки 1561 ($b_i = 1,13$), 1766 ($b_i = 1,12$), 1809 ($b_i = 1,10$), 1626 ($b_i = 1,07$), 1710 ($b_i = 1,07$) і 1694 ($b_i = 1,03$). Інші спельтоподібні зразки віднесено до низькопластичних ($b_i = 0,59–0,91$). Найбільш стабільним ідентифіковано зразки 1628 ($S^2_{di} = 0,016$) і 1635 ($S^2_{di} = 0,036$).

У створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. зразків пшениці спельта врожайність у середньому за 2018–2020 рр. варіювала в межах 3,97–6,45 т/га (табл. 6.3). Істотним збільшенням урожайності впродовж трьох років проведення досліджень характеризувався лише зразок 1645 (6,45 т/га). Номер 1817 (5,81 т/га) істотно перевищував стандарт у 2018–2019 рр., а зразки 1559 (5,78 т/га) і 1725 (5,70 т/га) – у 2019 р.

Високу екологічну пластичність зафіксовано у зразків пшениці спельта озимої 1817 ($b_i = 1,37$), 76 ($b_i = 1,10$), 66 ($b_i = 1,27$), 86 ($b_i = 1,08$) 1786 ($b_i = 1,17$), 40 ($b_i = 1,15$), 47 ($b_i = 1,11$), 1559 ($b_i = 1,12$), 1725 ($b_i = 1,13$) і 1755 ($b_i = 1,07$), 124 ($b_i = 1,22$), 1786 ($b_i = 1,17$), 25 ($b_i = 1,06$), 1674 ($b_i = 1,05$). Високою стабільністю характеризуються зразки пшениці спельта озимої 15 ($S^2_{di} = 0,013$), 95 і 1695 ($S^2_{di} = 0,014$), 1691 ($S^2_{di} = 0,011$), 1694 ($S^2_{di} = 0,016$), 13 і 1721 ($S^2_{di} = 0,017$), 86 ($S^2_{di} = 0,019$).

Серед форм пшениці спельта озимої, створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host., *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell високу врожайність отримано у зразків 230 (5,35 т/га), 241 (5,19 т/га), 247 (5,15 т/га) і 206 (5,11 т/га) (табл. 6.4). Форми, створені за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell, характеризувалися вищою врожайністю порівняно з формами, створеними за схрещування *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. Встановлено, що дев'ять досліджуваних зразків (227, 230, 234, 241, 245, 247, 192, 195, 206) достовірно не поступалися сорту Зоря України за врожайністю.

Таблиця 6.3

Екологічна пластичність (b_i) і стабільність (S^2_{di}) створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. зразків пшениці спельта озимої за врожайністю

Генотип	Врожайність, т/га			Середнє	Параметри стабільності	
	2018 р.	2019 р.	2020 р.		b_i	S^2_{di}
Зоря України (st)	5,98	5,49	4,96	5,48	0,97	0,017
13	4,42	4,02	3,41	3,97	0,97	0,017
15	5,08	4,81	4,21	4,74	0,84	0,013
25	4,98	4,54	3,87	4,48	1,06	0,020
40	4,58	4,45	3,42	4,26	1,15	0,034
47	4,68	4,18	3,52	4,14	1,11	0,022
66	4,85	4,35	3,53	4,27	1,27	0,029
76	5,72	5,19	4,56	5,15	1,10	0,028
86	5,79	5,19	4,65	5,21	1,08	0,019
92	5,02	4,51	4,01	4,55	0,96	0,049
93	4,58	4,20	3,52	4,13	1,02	0,110
95	6,15	5,62	5,17	5,65	0,92	0,014
108	5,91	5,38	4,95	5,41	0,90	0,028
110	5,32	4,92	4,34	4,86	0,94	0,023
115	5,11	4,59	4,12	4,61	0,93	0,019
124	5,05	4,56	3,78	4,49	1,22	0,037
127	5,12	4,59	4,14	4,62	0,92	0,073
128	5,38	4,98	4,40	4,92	0,94	0,020
155	5,94	5,34	4,81	5,36	1,07	0,019
165	5,15	4,62	4,17	4,65	0,92	0,021
179	4,56	4,14	3,48	4,08	1,04	0,040
184	4,62	4,58	3,58	4,34	1,04	0,025
202	4,43	4,08	3,45	4,01	0,94	0,027
1559	6,27	5,87*	5,11	5,78	1,12	0,050
1674	5,74	5,24	4,64	5,22	1,05	0,050
1691	6,27	5,64	5,39*	5,77	0,81	0,011
1694	5,12	4,65	4,01	4,61	0,67	0,016
1695	6,91*	6,48*	5,95*	6,45	0,91	0,014
1721	5,29	4,77	4,31	4,79	0,92	0,017
1725	6,22	5,82*	5,05	5,70	1,13	0,025
1730	5,36	4,84	4,38	4,86	0,92	0,141
1755	5,87	5,28	4,74	5,29	1,07	0,019
1786	5,78	5,12	4,54	5,14	1,17	0,025
1817	6,47*	5,87*	5,04	5,81	1,37	0,033
<i>HIP₀₅</i>	0,30	0,27	0,30	—		

Примітка. * – істотне збільшення врожайності відносно стандарту

Таблиця 6.4

Екологічна пластичність (b_i) і стабільність (S^2_{di}) зразків пшениці спельта створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host., *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell за врожайністю

Генотип	Врожайність, т/га			Середнє	Параметри стабільності	
	2019 р.	2020 р.	2021 р.		b_i	S^2_{di}
Зоря України (st)	5,45	4,27	5,64	5,12	1,05	0,042
Форми, створені за гібридизації <i>Triticum spelta</i> L. × <i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccum</i> (Schränk ex Schübl.) Thell						
227	5,32	4,12	5,48	4,97	1,05	0,042
230	5,72*	4,38	5,96*	5,35	1,20	0,055
234	5,43	4,22	5,58	5,08	1,05	0,042
241	5,52	4,31	5,75	5,19	1,09	0,045
243	5,25	3,62	5,32	4,73	1,35	0,070
245	5,43	4,22	5,58	5,08	1,05	0,042
247	5,41	4,32	5,72	5,15	1,04	0,041
Форми, створені за гібридизації <i>Triticum spelta</i> L. × <i>Triticum compactum</i> Host.						
192	5,15	4,21	5,28	4,88	0,83	0,031
195	5,25	4,32	5,36	4,98	0,81	0,035
201	5,08	4,12	5,24	4,81	0,86	0,027
205	4,95	4,01	5,24	4,73	0,91	0,037
206	5,38	4,41	5,54	5,11	0,86	0,061
208	5,05	3,98	5,21	4,75	0,95	0,025
210	4,89	3,92	5,12	4,64	0,90	0,031
<i>НІР</i> ₀₅	0,26	0,19	0,28	—		

Примітка. * – істотне збільшення врожайності відносно стандарту.

Форми, створені за участю виду *Triticum compactum* Host. мали середню або низьку екологічну пластичність ($b_i = 0,81–0,95$), проте характеризувались вищою стабільністю ($S^2_{di} = 0,025–0,061$). Високу екологічну пластичність ($b_i = 1,04–1,35$) зафіксовано у зразків, створених за участю виду *Triticum turgidum*

subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. Серед них найвищу екологічною пластичністю характеризувались зразки 243 ($b_i = 1,35$), 230 ($b_i = 1,20$) та 241 ($b_i = 1,09$).

Гомеостаз – це генотипова здатність сорту зводити до мінімуму вплив стресових чинників довкілля. Гомеостатичність характеризує здатність генотипу підтримувати стабільність фізіологічних процесів за впливу мінливих умов. Визначення параметрів гомеостатичності дає змогу оцінити рівень продуктивності і визначити норму реакції генотипу на зміни умов навколишнього середовища. Гомеостатичність визначають для оцінювання вихідного матеріалу різного еколого-географічного походження і аналізу селекційної цінності ліній і сортів.

Встановлено, що чим вищий рівень гомеостатичності, тим значущішим і стабільнішим є досліджуваний селекційний матеріал у мінливих умовах вирощування, а зв'язок гомеостатичності (Hom) з коефіцієнтом варіації (V) характеризує стійкість ознаки в умовах середовища, що змінюються. Селекційна цінність свідчить про генетичний потенціал сорту за параметрами адаптивності [401].

Серед створених зразків пшениці м'якої озимої найстабільнішим виявився зразок 1689, про що свідчить високий рівень гомеостатичності ($Hom = 306,6$), низький рівень варіювання ($V = 7,0 \%$), високий коефіцієнт селекційної цінності ($Sc = 6,5$) та агрономічної стабільності ($As = 93,0 \%$) (табл. 6.5). Оптимальною сукупністю параметрів адаптивності позитивно вирізнялися зразки пшениці м'якої озимої 6750, 6274, 4075, 1685 і 1692, що поєднували високу гомеостатичність ($Hom = 179,3\text{--}182,8$) з високим коефіцієнтом селекційної цінності ($Sc = 6,4\text{--}6,7$).

Спельтоподібні зразки пшениці характеризувалися нижчою гомеостатичністю ($Hom = 47,0\text{--}153,5$) та селекційною цінністю ($Sc = 4,4\text{--}5,8$) (табл. 6.6). Вдалим поєднанням параметрів адаптивності характеризувались зразки 1682 ($Hom = 153,5$, $V = 3,9 \%$, $Sc = 5,8$, $As = 96,1 \%$), 1684 ($Hom = 125,1$, $V = 4,1 \%$, $Sc = 5,3$, $As = 95,9 \%$).

Таблиця 6.5

**Параметри адаптивності створених зразків пшениці м'якої озимої,
2013–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Ном–К	Sc	V, %	As, %
Подольська (st)	166,0–2	6,3	3,8	96,2
1514	129,0–2	5,7	10,7	89,3
1598	140,1–2	5,5	9,4	90,6
1675	101,2–3	5,3	12,2	87,8
1678	105,9–2	5,7	13,5	86,5
1681	91,3–3	4,8	12,8	87,2
1682	135,2–2	5,8	4,4	95,6
1684	119,0–2	5,2	4,5	95,5
1685	162,0–2	6,3	4,0	96,0
1686	131,3–2	5,8	11,1	88,9
1687	136,9–2	5,9	4,4	95,6
1688	100,2–3	4,8	5,3	94,7
1692	185,7–2	6,4	4,3	95,7
1693	133,1–2	5,5	4,1	95,9
1689	306,6–1	6,5	7,0	93,0
3872	116,6–2	6,3	18,0	82,0
4075	182,4–2	6,4	11,7	88,3
6274	182,8–2	6,5	11,2	88,8
6750	179,3–2	6,7	11,4	88,6

У зразків пшениці спельта озимої, створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. відмічено найвищий рівень гомеостатичності, що вказує на їх високу стресостійкість і пристосованість до умов вирощування.

Таблиця 6.6

**Параметри адаптивності створених спельтоподібних зразків пшениці,
2013–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Ном–К	Sc	V, %	As
Подольська (st)	166,0–1	6,3	3,8	96,2
1675	50,7–3	5,2	8,4	91,6
1681	47,0–3	4,6	5,8	94,2
1682	153,5–1	5,8	3,9	96,1
1684	125,1–1	5,3	4,1	95,9
1685	107,2–2	4,7	4,4	95,6
1686	52,8–3	4,7	15,2	84,8
1687	40,8–3	4,9	4,1	95,9
1688	122,8–1	5,0	4,4	95,6
1689	115,3–1	5,5	10,0	90,0
1692	104,5–2	4,9	5,1	94,9
1693	93,4–2	4,4	4,7	95,3

Кращими були номери 95 (Ном = 266,1), 155 (Ном = 238,3), 1691 (Ном = 283,0), 1695 (Ном = 342,2), 1725 (Ном = 241,0), 1755 (Ном = 230,1), 1817 (Ном = 262,4), що поєднують високу гомеостатичність з низьким рівнем коефіцієнта варіації ($V = 3,6\text{--}6,3\%$) (табл. 6.7).

Показник селекційної цінності дозволив виділити зразки, що мають стабільно високу або середню врожайність в мінливих умовах вирощування. Серед апробованих матеріалів пшениці спельта озимої найвищі показники селекційної цінності мали зразки 76 ($Sc = 6,5$), 95 ($Sc = 6,7$), 108 ($Sc = 6,5$), 155 ($Sc = 6,5$), 1674 ($Sc = 6,4$), 1691 ($Sc = 6,7$), 1695 ($Sc = 7,5$), 1725 ($Sc = 7,0$), 1817 ($Sc = 7,4$). Варто відзначити зразки 95, 155, 1691, 1695, 1725 і 1817, що характеризуються вдалим поєднанням показників адаптивності, зокрема, високою гомеостатичністю, селекційною цінністю та агрономічною стабільністю.

Таблиця 6.7

Параметри адаптивності створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. зразків пшениці спельта озимої, 2018–2020 рр.

Селекційний матеріал	Ном–К	Sc	V, %	As, %
Зоря України (st)	235,9–1	6,6	4,7	95,3
13	121,6–2	5,1	6,6	93,4
15	170,4–2	5,7	4,8	95,2
25	155,3–2	5,7	6,4	93,6
40	108,2–3	5,6	8,9	91,1
47	133,3–2	5,5	7,2	92,8
66	140,1–2	5,8	8,0	92,0
76	184,5–2	6,5	6,5	93,5
86	223,9–2	6,5	5,3	94,7
92	93,0–3	5,7	9,8	90,2
93	53,7–3	5,3	16,2	83,8
95	266,1–1	6,7	4,2	95,8
108	166,9–2	6,5	6,2	93,8
110	151,5–2	6,0	6,3	93,7
115	152,5–2	5,7	6,0	94,0
124	131,1–2	6,0	8,6	91,4
127	77,3–3	5,7	11,7	88,3
128	166,3–2	6,0	5,8	94,2
155	238,3–1	6,6	5,1	94,9
165	147,6–2	5,7	6,2	93,8
179	89,4–3	5,3	9,8	90,2
184	119,4–3	5,5	7,4	92,6
202	95,2–3	5,1	8,2	91,8
1559	170,9–2	7,1	7,8	92,2
1674	133,4–2	6,4	8,6	91,4
1694	15,9–3	4,4	5,9	94,1
1691	283,0–1	6,7	3,6	96,4
1695	342,2–1	7,5	3,6	96,4
1721	173,3–2	5,9	5,4	94,6
1725	241,0–1	7,0	5,5	94,5
1730	61,6–3	5,9	15,5	84,5
1755	230,1–1	6,6	5,2	94,8
1786	209,3–2	6,6	6,1	93,9
1817	262,4–1	7,4	6,3	93,7

У зразків пшениці спельта озимої, створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host., *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp.

dicoccum (Schränk ex Schübl.) Thell гомеостатичність варіювала в межах 119,7–193,3 (табл. 6.8).

Таблиця 6.8

Параметри адаптивності зразків пшениці спельта озимої створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host., *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell, 2019–2021 рр.

Селекційний матеріал	Ном–К	Sc	V, %	As, %
Форми, створені за гібридизації <i>Triticum spelta</i> L. × <i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccum</i> (Schränk ex Schübl.) Thell				
Зоря України (st)	175,7–1	3,9	4,0	96,0
227	164,3–1	3,7	4,1	95,9
230	193,3–1	3,9	4,4	95,6
234	170,7–1	3,8	4,0	96,0
241	182,3–1	3,9	4,1	95,9
243	143,5–1	3,2	5,6	94,4
245	170,7–1	3,8	4,0	96,0
247	183,3–1	3,9	3,9	96,1
Форми, створені за гібридизації <i>Triticum spelta</i> L. × <i>Triticum compactum</i> Host.				
192	144,8–1	3,9	8,0	92,0
195	137,5–1	4,0	8,4	91,6
201	159,0–1	3,8	7,4	92,6
205	142,8–1	3,6	8,9	91,1
206	119,7–2	4,1	10,9	89,1
208	174,6–1	3,6	7,3	92,7
210	146,4–1	3,6	8,2	91,8

При цьому у зразків створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell відмічено вищий рівень гомеостатичності (Ном = 143,5–193,3) та нижчий коефіцієнт варіювання (V = 3,9–5,6 %), порівняно з формами, створеними за участю виду *Triticum compactum* Host. (Ном = 119,7–174,6, V = 7,3–10,9 %).

Найстабільнішими серед отриманих зразків були номери 230, 241 і 247, про що свідчить високий рівень гомеостатичності ($Hom = 182,3-193,3$) і низький рівень варіювання ($V = 3,9-4,1 \%$). За коефіцієнтом селекційної цінності позитивно вирізнялися зразки 206 ($Sc = 4,1$), 195 ($Sc = 4,0$), 192 ($Sc = 3,9$), 230 ($Sc = 3,9$), 241 ($Sc = 3,9$) та 247 ($Sc = 3,9$).

Отже, розрахунок параметрів адаптивності дозволив диференціювати створені зразки пшениці за нормою реакції на зміну умов вирощування та адаптивним потенціалом. Виділено зразки пшениці м'якої озимої 1692, 3872, 4075, 6274 і 6750, пшениці спельта озимої 66, 124, 1786, 1817, 230, 241 і 247, спельтоподібні зразки 1561, 1766, 1809, що характеризуються високою екологічною пластичністю ($b_i = >1$), гомеостатичністю ($Hom = 116,6-262,2$) та селекційною цінністю ($Sc = 6,4-7,4$).

Висновки за розділом 6:

1. Проведено розрахунок параметрів адаптивності створених зразків пшениці, що дозволив диференціювати їх за нормою реакції на зміну умов вирощування та адаптивним потенціалом. Розрахунки екологічної пластичності показали, що високопластичними є зразки пшениці м'якої озимої 1681 ($b_i = 1,04$), 1687 ($b_i = 1,04$), 1688 ($b_i = 1,06$), 1692 ($b_i = 1,10$), 3872 ($b_i = 1,12$), 4075 ($b_i = 1,12$), 6274 ($b_i = 1,10$), 675 ($b_i = 1,08$), спельтоподібні форми 1561 ($b_i = 1,13$), 1766 ($b_i = 1,12$), 1809 ($b_i = 1,10$), 1626 ($b_i = 1,07$), 1710 ($b_i = 1,07$), 1694 ($b_i = 1,03$), зразки пшениці спельта озимої 1817 ($b_i = 1,37$), 66 ($b_i = 1,27$), 1786 ($b_i = 1,17$), 40 ($b_i = 1,15$), 47 ($b_i = 1,11$), 1559 ($b_i = 1,12$), 1725 ($b_i = 1,13$), 1755 ($b_i = 1,07$), 230 ($b_i = 1,20$), 241 ($b_i = 1,09$), 247 ($b_i = 1,04$).

2. Розрахунки екологічної стабільності показали, що найстабільнішим є зразки пшениці м'якої озимої 1689 ($S^2_{di} = 0,035$), пшениці спельта озимої 15 ($S^2_{di} = 0,013$), 95 і 1695 ($S^2_{di} = 0,014$), 1691 ($S^2_{di} = 0,011$), 1694 ($S^2_{di} = 0,016$), 13 і 1721 ($S^2_{di} = 0,017$), 201 ($S^2_{di} = 0,027$), 208 ($S^2_{di} = 0,025$), спельтоподібний зразок 1628 ($S^2_{di} = 0,016$).

3. Оптимальною сукупністю параметрів адаптивності характеризуються зразки пшениці м'якої озимої 6750, 6274, 4075, 1685, 1692, пшениці спельта озимої 95, 155, 1691, 1695, 1725, 1755, 1817, спельтоподібні форми 1682, 1684, що поєднували високу гомеостатичність ($H_{om} = 153,5-342,2$) з високим коефіцієнтом селекційної цінності ($Sc = 6,4-7,4$).

4. Отримані матеріали пшениці м'якої озимої 1692, 3872, 4075, 6274, 6750, пшениці спельта озимої 66, 124, 1786, 1817, 230, 241, 247, спельтоподібні форми 1561, 1766, 1809, що характеризуються високою екологічною пластичністю ($b_i = >1$), гомеостатичністю ($H_{om} = 116,6-262,2$) та селекційною цінністю ($Sc = 6,4-7,4$) доцільно використовувати вихідним матеріалом у селекції на адаптивність.

За матеріалами розділу опубліковано дві наукові праці [407, 408]

РОЗДІЛ 7

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ СТВОРЕНИХ ФОРМ ПШЕНИЦІ

Цінність зерна залежить від його якості – низки показників, що визначають біологічну цінність і технологічні властивості. Показниками якості зерна визначають діапазон його використання. Нині якість зерна слід розглядати з погляду харчової цінності, що залежить від вмісту та якості білка і клейковини, біологічної цінності білка, тощо [409, 410]. Технологічні властивості зерна пшениці мають вирішальне значення під час переробки у борошно та крупи. Саме тому дослідження залежностей їх зміни є актуальним і важливим завданням [411, 412].

Технологічні властивості зерна пшениці залежать від біологічних особливостей сорту, ґрунтово-кліматичних умов регіону, агротехнології вирощування, методів збирання й переробки зерна [413]. Суттєвий вплив на формування технологічних властивостей зерна мають генетичні особливості сорту, що визначають потенційну здатність рослин продукувати зерно із високими якісними характеристиками [414, 415]. В той же час вміст поживних речовин у зернівках одного і того ж сорту може варіювати у широкому діапазоні залежно від погодних умов періоду вегетації [18].

Умовно показники якості зерна поділяють на три групи: фізичні, біохімічні, технологічні. Біохімічні показники характеризують харчову цінність зерна, фізичні – визначають крупність, вирівняність, колір і запах, технологічні – отримання високого, пористого і м'якого хліба з однорідною структурою м'якуша, приємним на смак і колір, специфічним ароматом тощо [416, 417]. До показників якості належать: вміст «сирої» клейковини та її якість, вміст білка, сила борошна, показник седиментації, твердість і вологість зерна та показники, що визначають хлібопекарські властивості борошна.

У науковій літературі викладено результати досліджень технологічних властивостей зерна різних видів пшениці. Проте, даних про аналіз показників

міжвидових гібридів пшениці не знайдено. Нами проведено аналіз технологічних властивостей зерна у форм пшениці, що створені за міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. та *Triticum aestivum* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell. Метою досліджень було виділення генотипів, що характеризуються відмінними технологічними властивостями та встановлення їх придатності до використання в хлібопекарській промисловості.

Найважливішим показником якості зерна пшениці є хлібопекарські властивості виготовленого з нього борошна. Провідна роль у визначенні хлібопекарської якості борошна належить білкам, вміст яких у зерні залежить від сорту та умов вирощування культури і становить у середньому 9,0–15,0 % [417–419]. Близько 80–85 % загального вмісту білка в зерні — це білки клейковини, що впливають на якість тіста, його в'язкість, розтяжність, еластичність і пружність [420].

У процесі досліджень встановлено, що вміст білка у створених форм пшениці м'якої варіював у межах 13,2–16,1 %, клейковини – 24,5–32,4 % (табл. 7.1). Істотне збільшення цих показників відносно середнього групового показника зафіксовано у зразків 42, 242, 268, 302 і 370.

Створені форми пшениці спельта характеризувались найвищим вмістом білка та клейковини. Вміст білка в середньому за 2021–2023 рр. становив 14,1–25,8 %, клейковини – 30,1–54,7 % (табл. 7.2). Шість зразків достовірно перевищували стандарт за цими показниками, зокрема, 13 (вміст білка – 25,8 %, клейковини – 54,7 %), 40 (вміст білка – 18,6 %, клейковини – 38,2%), 86 (вміст білка – 19,6 %, клейковини – 45,2 %), 155 (вміст білка – 18,1 %, клейковини – 38,1 %), 1786 (вміст білка – 19,4 %, клейковини – 40,6 %), 1817 (вміст білка – 21,5 %, клейковини – 44,5 %).

У форм пшениці, створених гібридизацією *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell. вміст білка та клейковини наближався до показників пшениці м'якої і варіював у межах 14,8–16,2 % та 30,8–35,1 % відповідно (табл. 7.3).

Таблиця 7.1

**Технологічні властивості створених зразків пшениці м'якої озимої,
2021–2023 рр.**

Селекційний матеріал	Вміст, %			Седиментація за методом Зелені, мм	Сила борошна, о. а.	Твердість зерна, о. п.	Вологість зерна, %
	білка	клейковини	крохмалю				
Подільська (St)	14,5	29,8	55,9	45,2	297	46,0	13,3
42	17,1	35,1	54,2	60,1	370	52,6	12,9
138	14,5	30,9	56,3	46,5	283	27,6	13,9
161	13,8	28,3	57,0	39,0	271	21,3	13,6
169	13,6	28,3	56,8	33,4	247	21,8	14,0
242	14,9	31,2	55,1	57,2	304	49,6	13,9
268	16,0	32,5	54,8	56,4	330	50,2	13,7
302	16,1	32,4	54,7	60,3	331	43,7	13,5
313	14,5	27,9	55,6	42,6	291	43,3	14,0
330	13,8	28,1	56,5	39,5	293	44,6	13,7
340	13,2	24,5	57,5	33,7	238	17,2	13,8
370	15,3	32,3	54,6	49,9	304	44,6	14,0
3872	13,6	29,7	56,5	38,1	316	71,2	12,1
4075	13,2	27,1	56,6	40,1	294	66,5	12,2
6274	13,5	27,1	56,4	41,2	284	71,5	12,1
6750	14,2	31,3	56,4	40,2	299	64,7	12,1
<i>НІР₀₁</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,2</i>	<i>2,7</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>

Виділено зразки 234 та 241, що достовірно перевищували стандарт за досліджуваними показниками.

Таблиця 7.2

**Технологічні властивості створених зразків пшениці спельта озимої,
2021–2023 рр.**

Селекційний матеріал	Вміст, %			Седиментація за методом Зелені, мм	Сила борошна, о. а.	Твердість зерна, о. п.	Вологість зерна, %
	білка	клейковини	крохмалю				
Зоря України (St)	17,9	37,5	53,9	57,1	322	51,2	13,6
13	25,8	54,7	51,7	65,2	340	66,5	13,9
15	16,0	31,3	54,4	48,2	281	48,4	13,9
17	16,5	32,9	54,7	53,5	317	38,4	13,5
19	16,0	31,6	54,5	48,8	288	51,5	14,4
27	16,1	34,4	54,1	64,8	374	62,1	13,6
40	18,6	38,2	52,9	68,2	439	45,8	13,8
86	19,6	45,2	53,3	61,6	291	59,8	13,8
124	17,4	37,1	55,1	59,8	380	55,1	13,5
155	18,1	38,1	54,2	60,1	370	52,6	13,7
158	14,1	30,1	56,3	44,6	301	37,3	12,9
163	15,8	30,4	55,1	47,5	236	29,9	13,8
1725	16,0	35,8	55,5	51,1	254	48,7	13,5
1786	19,4	40,6	52,4	62,2	287	62,1	13,2
1817	21,5	44,5	50,1	63,1	345	58,7	13,4
<i>HIP₀₁</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,2</i>	<i>0,2</i>	<i>2,7</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>

Харчова цінність зерна пшениці визначається особливостями біохімічного складу: вмістом вуглеводів, білків, ліпідів, мінеральних елементів і вітамінів. До двох третин маси зернівки пшениці становлять вуглеводи, представлені переважно крохмалем, основна функція якого в рослинах – поживна або запасна [421].

Таблиця 7.3

Технологічні властивості форм пшениці, створених гібридизацією *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell, 2021–2023 рр.

Селекційний матеріал	Вміст, %			Седиментація за методом Зелені, мм	Сила борошна, о.а.	Твердість зерна, о. п.	Вологість зерна, %
	білка	клейковини	крохмалю				
Зоря України (St)	15,5	32,3	54,1	56,3	307	55,9	14,0
227	14,8	30,8	56,8	51,4	290	52,1	14,0
230	15,4	31,4	54,7	55,8	290	56,7	14,2
234	16,2	32,5	53,2	57,8	310	58,1	14,0
241	15,8	35,1	52,7	58,1	325	58,7	13,9
243	15,5	32,8	53,4	57,1	308	55,1	13,8
245	15,3	32,2	53,2	56,8	298	54,2	14,2
247	15,3	31,1	55,0	56,8	327	56,6	13,9
<i>HIP₀₁</i>	0,1	0,1	0,2	0,2	2,7	0,2	0,1

В ендоспермі пшениці крохмаль присутній у вигляді внутрішньоклітинних гранул різних розмірів і форм, залежно від виду зернової культури. Розміри і поєднання різних фракцій крохмальних зерен та їх зв'язок з білками визначають технологічні властивості – бубнявіння, тривалість варіння, розварюваність [421, 422].

Найвищим вміст крохмалю був у зразків пшениці м'якої озимої (54,6–57,0 %), найнижчим – у форм пшениці спельта озимої (51,7–56,3 %). Форми, створені гібридизацією *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell за вмістом крохмалю (52,7–56,8 %) займали проміжне положення між формами пшениці спельта озимої і пшениці м'якої озимої (табл. 7.1–7.3).

Індекс Зелені (число седиментації) об'єктивно характеризує якість та кількість клейковини зерна (зі зростанням показника відбувається більше набухання клейковини і поліпшуються хлібопекарські властивості борошна).

Встановлено, що найвищу седиментацію мали зразки пшениці спельта озимої (в середньому 44,6–68,2 мм), вісім з яких достовірно перевищували стандарт. Найвищий індекс Зелені був у зразків пшениці спельти 40 (68,2 мм), 13 (65,2 мм), 27 (64,8 мм), 1817 (63,1 мм) і 1786 (62,2 мм). Форми пшениці, створені гібридизацією *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell характеризувались нижчими показниками седиментації – в середньому 51,4–56,8 мм. З цієї групи п'ять зразків – істотно перевищували стандарт. У зразків пшениці м'якої озимої цей показник варіював у межах 33,4–60,3 мм.

Сила борошна є основним чинником, що визначає його хлібопекарські властивості. Під терміном «сила борошна» розуміють його здатність утворювати тісто, що має окремі структурно-механічні властивості (пружність, еластичність, пластичність, в'язкість) під час дозрівання, вистоювання, у процесі випікання і, залежно від цього, здатне забезпечити виготовлення хліба високої якості [170]. Сила борошна зумовлена станом білково-протеїнажного комплексу: кількістю і якісним складом білків і клейковинного комплексу, активністю протеолітичних ферментів, наявністю активаторів та інгібіторів протеолізу тощо. Проте головним показником сили борошна є кількість і фізичні властивості клейковини [423].

Дослідженнями встановлено, що сила борошна варіювала в межах 238–370 о. а – у зразків пшениці м'якої озимої, 236–439 о. а. – у зразків пшениці спельта озимої, 298–327 о. а. – у форм пшениці, створених гібридизацією *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell. Кращими за цим показником були зразки пшениці спельта озимої 40 (439 о. а.) 1817 (345 о. а.), 124 (380 о. а.) та 155 (370 о. а.) та зразок пшениці м'якої озимої 42 (370 о. а.).

Згідно класифікації пшениці за силою борошна зразки, що мають значення показника ≥ 500 о.а. вважаються відмінним поліпшувачем, 400–500 о.а. – добрим поліпшувачем, 280–400 о.а. – задовільним поліпшувачем, 260–280 о.а. – цінною пшеницею, 240–260 о.а. – добрим філером, 180–240 о.а. – задовільним філером, ≤ 180 о.а. – слабкою пшеницею.

Отже, зразок пшениці спельта 40 ідентифікується, як добрий поліпшувач. До задовільних поліпшувачів відносяться зразки пшениці м'якої озимої 42, 138, 242, 268, 302, 313, 330, 370, 3872, 4075, 6274, 6750; зразки пшениці спельта 13, 16, 17, 19, 27, 86, 124, 155, 158, 1786 та 1817; інтрогресивні форми 227, 230, 234, 241, 243, 245, 247. Цінною пшеницею є зразок пшениці м'якої 161. До добрих філерів належать зразки пшениці м'якої озимої 161 та пшениці спельта озимої 1725, а до задовільних філерів віднесено зразки пшениці м'якої озимої 238 і пшениці спельта озимої 163.

Ознака твердозерність/м'якозерність має важливе технологічне значення у хлібопекарському та кондитерському виробництвах. Борошно твердозерних пшениць в основному використовується для виготовлення різних сортів хліба, а м'якозерних пшениць – у кондитерській галузі для виробництва бісквітних виробів, печива, крекерів, тістечок, тортів, вафель тощо. Часто м'якозерні пшениці називають бісквітними [424]. Дослідженнями встановлено, що високий вміст білка в зерні позитивно корелює із твердістю і зумовлює її збільшення [425, 426].

Форми пшениці поділяють за твердістю зерна на три категорії: ≥ 60 одиниць приладу – твердозерний тип, 54–60 о. п. – середньотвердозерний тип, ≤ 54 о. п. – м'якозерний тип. У створених матеріалів твердість зерна варіювала в широкому діапазоні – від 29,9–66,5 од. п. у зразків пшениці спельта озимої до 17,2–71,5 од. п. у зразків пшениці м'якої озимої. Враховуючи вищезазначену класифікацію до твердозерних віднесено зразки пшениці м'якої озимої 4075, 5274 і 6750, зразки пшениці спельта озимої 13, 27, 1786; до середньотвердозерного типу належать зразки пшениці спельта 86, 124, 1817 і

інтрогресивні форми 230, 234, 241, 243, 245, 247. Інші апробовані генотипи ідентифіковано м'якозерними.

Зазвичай хлібопекарські властивості борошна визначають за якістю хліба пробного випікання, органолептичними показниками, об'ємом і пористістю. У створених форм пшениці об'єм хліба був найвищим у зразків пшениці м'якої озимої 4075 (960 см³), 3872 (940 см³), 6750 (940 см³), 6274 (910 см³), найнижчим – у зразків пшениці спельта озимої 13 (850 см³), 40 і 155 (860 см³) (табл. 7.4).

Таблиця 7.4

Якість та кулінарна оцінка хліба створених форм пшениці, 2023 р.

Генотип	Об'єм хліба зі 100 г борошна, см ³	Пористість, %	Колір		Еластичність	Аромат	Смак	Консистенція	Загальна оцінка, бал
			скоринки	м'якуша					
Зразки пшениці м'якої озимої									
3872	940	74,8	7	7	9	7	9	9	8,0
4075	960	76,8	8	8	9	8	9	9	8,6
6274	910	74,1	8	8	9	7	9	9	8,3
6750	940	75,5	8	7	9	7	9	9	8,2
Зразки пшениці спельта озимої									
13	850	73,2	7	7	8	7	9	9	7,8
40	860	73,8	7	7	8	8	9	9	8,0
124	880	74,1	7	7	8	7	9	9	7,8
155	860	73,5	7	7	8	8	9	9	8,0
Зразки створені гібридизацією <i>Triticum spelta</i> L. × <i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccum</i> (Schränk ex Schübl.) Thell									
234	880	74,5	7	7	9	7	9	9	8,0
241	900	74,8	7	7	9	7	9	9	8,0

Згідно ДСТУ 46.004–99 [427] пористість м'якуша з борошна пшеничного вищого гатунку повинна бути не нижче 70 %. Пористість м'якуша хліба в досліджуваних зразків відповідала нормі, оскільки варіювала в межах 73,0–74,1 %. Найоптимальнішу сукупність якісних і кулінарних показників фіксували з борошна зразків пшениці м'якої озимої 4075 (загальна кулінарна оцінка 8,6 балів) і 6274 (загальна кулінарна оцінка 8,3 бали), дещо нижчу – у форм пшениці спельта озимої (7,8–8,0 бали) та інтрогресивних ліній (8,0 балів) [428, 429].

У зразків пшениці м'якої озимої поверхня скоринки хліба була гладенька, без пухирців, тріщин і підривів, м'якуш дуже м'який, смак сильно виражений з рівномірним розміщенням пор. Колір скоринки – золотистий (7–8 балів) (рис. 7.1).



1)

2)

3)

Рис. 7.1. Зовнішній вигляд хліба з борошна створених зразків пшениці за результатами лабораторної випічки: 1) пшениця м'яка (зразок 3872); 2) лінія 241; 3) пшениця спельта (зразок 124)

Колір м'якуша і скоринки – світлий з світло-жовтим відтінком (7–8 балів), сильно виражений аромат (7–8 балів), досить ніжна консистенція м'якуша (9 балів).

Незважаючи на найвищі технологічні властивості зерна форм пшениці спельта озимої, з отриманого борошна фіксували дещо нижчу розпушеність тіста і пористість м'якуша, в результаті чого хліб був меншим за об'ємом (рис. 7.2). Причиною цього є низька якість клейковини та газотримувальна здатність борошна спельти, проте це не знижувало його кулінарних і смакових властивостей. Хліб мав чітко виражений аромат (7–8 балів) і смак (9 балів). Загальна кулінарна оцінка зразків пшениці спельта озимої 13 і 124 склала 7,8 балів, у зразків 40 і 124 – 8,0 балів.

Хліб із борошна зразків, створених гібридизацією *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell. за смаковими і кулінарними властивостями наближався до хліба зі спельти, проте мав більший об'ємний вихід (880–900 см³) та вищу пористість (74,5 %). Загальна кулінарна оцінка – 8,0 балів.



Рис. 7.2. Вигляд хліба з борошна створених зразків пшениці у розрізі за результатами лабораторної випічки: 1) сорт Подолянка; 2) пшениця спельта (зразок 40); 3) пшениця спельта (зразок 124); 4) пшениця спельта (зразок 155); 5) пшениця м'яка (зразок 3872); 6) пшениця м'яка (зразок 4075); 7) пшениця м'яка (зразок 6750)

Отже, технологічні та хлібопекарські властивості борошна пшениці змінюються залежно від селекційно-генетичних особливостей створених зразків.

Найвищі технологічні властивості зерна фіксували у зразків пшениці спельта озимої, найнижчі – у зразків пшениці м'якої озимої, а форми створені гібридизацією *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell. займали проміжне положення. Сукупність якісних характеристик хліба була найкращою з борошна зразків пшениці м'якої озимої. Кулінарна оцінка хліба всіх досліджуваних форм – висока (7,8–8,6 балів).

Висновки за розділом 7:

1. Доведено, що за інтрогресивної гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. і *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell можна отримати форми з високими технологічними властивостями зерна.

2. Найвищими технологічними властивостями характеризувались створені зразки пшениці спельта озимої, що мали вміст у зерні білка 14,1–25,8 %, клейковини – 30,1–54,7 %, силу борошна – 236–439 о. а., седиментацію – 44,6–68,2 мм, твердість зерна – 29,9–66,5 од. п.

3. Створені зразки пшениці м'якої озимої поступалися зразкам спельти за технологічними властивостями. За апробації виділено генотипи, що істотно перевищують стандарт за вмістом білка і клейковини в зерні та силою борошна (зразки 42, 242, 268, 302, 370), твердістю зерна (зразки 42, 242, 268, 3872, 4075, 6274, 6750), показником седиментації (зразки 42, 138, 242, 268, 302, 370).

4. Форми пшениці, створені за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell за технологічними властивостями зерна займали проміжне положення між вихідними формами. Виділено зразок 241, що достовірно перевищує стандарт за вмістом білка (15,8 %) і клейковини (35,1 %), силою борошна (325 о.а.) та твердістю зерна (58,7 од.п.).

5. Об'єм хліба у створених форм пшениці був найвищим у зразків пшениці м'якої озимої 4075 (960 см³), 3872 і 9750 (940 см³). Оптимальну

сукупність якісних і кулінарних показників фіксували з борошна зразків пшениці м'якої озимої 4075 (загальна кулінарна оцінка 8,6 балів) і 6274 (загальна кулінарна оцінка 8,3 бали), дещо нижчу – у форм пшениці спельта озимої (7,8–8,0 бали) та ліній створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell (8,0 балів).

За матеріалами розділу опубліковано дві наукові праці [427, 428]

РОЗДІЛ 8

РОЗШИРЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ВНУТРІШНЬОВИДОВОЮ ТА ВІДДАЛЕНОЮ ГІБРИДИЗАЦІЄЮ

Тритикале – штучно створений біологічний вид, який не проходив тривалого процесу еволюції і не має природнього центру походження. Тому необхідною умовою для успішної селекційної роботи є постійне отримання нового вихідного матеріалу із залученням широкого різноманіття наявних форм і віддалених видів, зокрема, пшениці та жита з найкращими характеристиками за господарсько-цінними ознаками і властивостями [137, 430, 431].

Нині зусиллями селекціонерів і генетиків створено значне різноманіття форм тритикале. У генетичних банках світу зареєстровано понад 16 тис. зразків. Генофонд культури у Національному центрі генетичних ресурсів рослин України нараховує понад чотири тисячі зразків з 42 країн світу, з яких октаплоїдні форми складають 6 %, тетраплоїдні – біля 4 і переважну більшість (до 90 %) – гексаплоїдні форми тритикале [250, 432].

Синтез нових матеріалів можливий за використання різних методів [130, 228, 433], що базуються на отримання віддалених гібридів між пшеницею і житом. Оскільки генетична варіабельність батьківських форм широка, кількість теоретично можливих комбінацій може бути значною. Основними методами синтезу нових форм тритикале є:

- синтез первинних окта- і гексаплоїдних форм тритикале гібридизацією пшениці та жита і подвоєння кількості хромосом за дії поліплоїдизувальних речовин; це основний метод збагачення генофонду тритикале зародковою плазмою пшениці та жита;
- синтез вторинних гексаплоїдних тритикале, що передбачає запилення гібридів F_1 різного походження пилом гексаплоїдних тритикале, що дозволяє подолати стерильність гібридів F_1 і сприяє стабілізації мейозу;

цей метод технічно простіший за попередній, оскільки внутрішньовидова гібридизація вдається легше, ніж віддалена. Він дозволяє в широких масштабах створювати нові форми культури залученням до селекційного процесу високопродуктивних місцевих, селекційних та зарубіжних зразків і сортів пшениці, жита і тритикале [434, 435].

Теоретичним обґрунтуванням систем міжродової гібридизації пшениці й жита та практичною реалізацією різних методів синтезу первинних і вторинних форм тритикале різного рівня плоїдності займалися селекціонери багатьох країн світу. Нині селекціонери переважно займаються внутрішньовидовою гібридизацією. Це дозволяє створювати високопродуктивні сорти, проте призводить до звуження генофонду.

Розширення генетичного різноманіття та створення форм тритикале із широкою генетичною основою можливе лише за міжвидової та міжродової гібридизації і використання в селекційному процесі видового потенціалу триби *Triticinae*. В зв'язку з цим синтез первинних тритикале гібридизацією різних видів пшениці з житом та залучення до селекційного процесу вторинних тритикале споріднених таксонів є актуальним завданням.

Метою досліджень було розширення генетичного різноманіття зразків тритикале озимого за внутрішньовидової і віддаленої гібридизації та отримання нових цінних форм для залучення їх до селекційного процесу створення високопродуктивних сортів культури.

8.1 Створення вихідного матеріалу за гібридизації гексаплоїдних видів пшениці з диплоїдним житом

Встановлено, що міжродова гібридизація пшениці з житом супроводжується низкою ускладнень, зокрема, несхрещуваністю внаслідок прояву прогамної несумісності, що призводить до загибелі гібридних зародків на

різних етапах їх формування [148, 436, 437]. Тому нині синтез первинних форм тритикале практично не проводять.

Вирішальне значення для успішної гібридизації має генотип вихідних форм пшениці і жита. Вчені [438, 439] вказують, що за комплементарної взаємодії генів *Eml/eml* (Embryo lethality) жита та *Eml-1A/eml-1A* пшениці м'якої відбувається блокування розвитку гібридних зародків. Крім того успіх гібридизації залежить від погодних умов під час запилення, техніки кастрації і гібридизації, часу запилення, кількості та якості пилку тощо [433, 440].

Вчені припускають наявність декількох генів пшениці і жита, що відповідають за міжродову сумісність [441, 442]. Найбільший вплив на схрещуваність пшениці з житом мають гени *Kr₁/kr₁*, *Kr₂/kr₂*, *Kr₃/kr₃* (Kr – від німецького «Kreuzbarkeit» – схрещуваність), що локалізовані у хромосомах п'ятої гомеологічної групи. Детально проаналізовано гени пшениці м'якої *Kr₁* і *Kr₂* (хромосоми 5A і 5B), що у домінантному гомозиготному стані суттєво пригнічують міжродову сумісність [443, 444]. Ген *Kr₃/kr₃* істотно не впливає на міжродову сумісність пшениці [442, 445].

У науковій літературі описано також, що оптимальний рівень зав'язування насіння (до 50 %) за міжродової гібридизації забезпечують сорти пшениці м'якої, що мають генотип *kr₁kr₁kr₂kr₂*. Сорти, що містять один домінантний алель *Kr* забезпечують зав'язування гібридного насіння на рівні 10–50 %. При цьому сорти, що містять домінантний алель *Kr₂* легше схрещуються з житом, ніж сорти з генотипом *Kr₁Kr₁*, оскільки останній має сильніший вплив на міжродову сумісність. За гібридизації сортів пшениці з двома домінантними генами *Kr₁Kr₁Kr₂Kr₂* у гомозиготному стані з житом спостерігається майже повна несумісність з часткою зав'язування насіння до 10 % [441–443].

Даних про генетичний контроль сумісності видів *Triticum spelta* L., *Triticum compactum* Host. і *Triticum petropavlovskyi* Udacz. з житом в науковій літературі не знайдено. Оскільки ці види мають ідентичну пшениці м'якій геномну формулу та хромосомний склад окремих субгеномів, то можна припускати наявність у їх геномі Kr-генів різного алельного стану.

Успіх віддаленої гібридизації залежить від вдалого добору материнської і батьківської форм, що мають низький рівень прогамної і постгамної несумісності. Обидва види несумісності спостерігаються під час (прогамна) або після (постгамна) запилення і призводять до утворення деформованого, нежиттєздатного, несхожого насіння.

Прогамну несумісність вихідних форм визначають за відношенням кількості сформованих гібридних насінин до кількості запилених квіток. Цей показник характеризується високою варіабельністю і залежить не тільки від генетичного контролю, а й від погодних умов і техніки запилення. Постгамну несумісність вихідних форм визначають за схожістю гібридних зерен (відношення кількості схожих насінин до загальної кількості сформованих насінин, подане у відсотках). Цей показник варіює менше і залежить від генотипів батьків [433, 446].

Впродовж 2015–2017 рр. проведено гібридизацію різних видів пшениці з житом і проаналізовано рівень прогамної та постгамної несумісності. Вихідним матеріалом для гібридизації використовували п'ять видів гексаплоїдних пшениць озимого типу розвитку, зокрема, *Triticum spelta* L. (сорт Зоря України, Європа), *Triticum sphaerococcum* Perciv. (сорт Шарада), *Triticum aestivum* L. (сорт Подолянка, Артеміда, Фрея, Артаплот), *Triticum petropavlovskyi* Udacz., *Triticum compactum* Host.; зразки жита озимого 193, 169 і 330 селекції Уманського НУС та лінії 308, 309, створені на Носівській селекційно-дослідній станції; зразки гексаплоїдного тритикале власної селекції та сорти Розівська 6, Ладне, Хлібодар Харківський, Бета, Алкід, Сувенір, Раритет; зразки октаплоїдного тритикале UA0602463 та UA0601654, що було надано Національним центром генетичних ресурсів рослин України; дикі форми елімуса піщаного (*Elimus arenarius* L.).

Гібридизацію проводили за кастрації (видалення пиляків) материнських квіток і примусовим запиленням їх пилом батьківської форми. Після досягання насіння материнські суцвіття зрізали, підраховували кількість кастрованих квіток і сформованого насіння та визначали частку зав'язування і

рівень прогамної несумісності. Гібридні зернівки висівали безпосередньо в ґрунт та визначали польову схожість насіння.

У результаті проведених досліджень встановлено, що вид *Triticum spelta* L. має низький рівень зав'язування гібридного насіння (8,8–21,2 %) (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

**Прогамна і постгамна несумісність за гібридизації різних видів
гексаплоїдної пшениці з житом, 2015 р.**

Материнська форма (пшениця)		Батьківська форма (жито)			
		Зразок 193		Зразок 169	
Вид	Сорт	Рівень зав'язування насіння, %	Схожість, %	Рівень зав'язування насіння, %	Схожість, %
<i>Triticum spelta</i> L.	Зоря України	8,8	0,0	9,5	0,0
	Європа	15,2	9,7	18,2	0,0
<i>Triticum sphaerococcum</i> Perciv.	Шарада	18,7	0,0	21,2	0,0
<i>Triticum aestivum</i> L.	Фрея	31,1	3,6	35,2	3,4
	Артаплот	20,8	2,7	21,1	0,0

При цьому сорт пшениці спельта Зоря України мав низький рівень зав'язування насіння за міжродової гібридизації (8,8 %), що вказує на високий рівень прогамної несумісності. Крім того, отримане насіння виявилось несхожим, що вказує на постгамну несумісність. Сорт Зоря України створено доборою із дикоростучої популяції спельти з Передгірських районів Карпат. Його генотип не модифіковано чужорідним генетичним матеріалом. Тому, ймовірно, вид *Triticum spelta* L. містить домінантні гени несумісності з житом Kr_1/kr_1 і Kr_2/kr_2 .

Сорт Європа забезпечував вищий рівень зав'язування насіння (15,2–18,2 %). Він створений гібридизацією пшениці спельта із пшеницею м'якою [44].

Ймовірно він успадкував від пшениці м'якої рецесивні алелі гена *Kr₂/kr₂*, що дозволило отримати насіння, 9,7 % якого було схожим.

Сорт пшениці шарозерної Шарада за гібридизації з житом забезпечував вищу частку зав'язування насіння (18,7–21,2 %), проте внаслідок постгамної несумісності воно було несхожим.

Сорти пшениці м'якої Артаплот і Фрея мали вищий рівень сумісності з житом (зав'язування насіння у межах 20,8–35,2 %) що дає змогу припустити наявність у геномі генів *kr* у рецесивному гомозиготному стані. Сорт Артаплот має постгамну несумісність зі зразком жита 169, оскільки насіння отримане в результаті гібридизації було несхожим.

Варто відзначити, що зразок жита 169 легше схрещувався з пшеницею, за його участю фіксували вищу частку зав'язування насіння. Проте, в комбінаціях схрещування із зразком 169 відмічено високу постгамну несумісність. Внаслідок цього більшість гібридних насінин були несхожими.

У 2016 р. проводили гібридизацію п'яти видів гексаплоїдної пшениці з лініями жита озимого 308 і 309, що характеризуються низькостебловістю (висота рослин 72–74 см), довгим колосом (10–12 см), а лінія 309 – еректоїдним розміщенням листової пластинки.

Встановлено, що вид *Triticum petropavlovskyi* Udacz. за схрещування з диплоїдним житом має високий рівень прогамної і постгамної несумісності з житом, внаслідок чого зафіксовано низький рівень зав'язування насіння (4,5–5,1 %), схожість якого була низькою (табл. 8.2). Аналогічну тенденцію зафіксовано у сорту спельти Зоря України. Види *Triticum compactum* Host. та *Triticum sphaerococcum* Perciv. за гібридизації із житом зав'язували насіння на рівні 10,7–19,2 %. При цьому у виду *Triticum sphaerococcum* Perciv. спостерігали високу постгамну несумісність. За гібридизації виду *Triticum compactum* Host. із житом схожість гібридного насіння була на рівні 3,4–10,5 %.

У 2017 р. запилювачами використовували лінію жита озимого 308 та зразок 330, що створений за гібридизації материнського компонента гібриду фірми Дзюнгер із самозапиленою лінією 149.

Таблиця 8.2

**Програмна і постгамна несумісність за гібридизації різних видів
гексаплоїдної пшениці з житом, 2016 р.**

Материнська форма (пшениця)		Батьківська форма (жито)			
		Лінія 308		Лінія 309	
		Рівень зав'язування насіння, %	Схожість насіння, %	Рівень зав'язування насіння, %	Схожість насіння, %
Вид	Сорт				
<i>Triticum spelta</i> L.	Зоря України	6,5	0,0	4,2	0,0
	Європа	12,8	3,8	13,8	3,3
<i>Triticum sphaerococcum</i> Perciv.	Шарада	15,6	0,0	19,2	0,0
<i>Triticum aestivum</i> L.	Артеміда	32,5	2,0	32,7	2,0
	Подільянка	25,8	4,2	27,2	4,1
<i>Triticum petropavlovskyi</i> Udacz.		5,1	0,0	4,5	0,0
<i>Triticum compactum</i> Host.		11,2	10,5	10,7	3,4

Результати досліджень свідчать про наявність у геномі виду *Triticum petropavlovskyi* Udacz. та в сорту спельти Зоря України домінантних генів несумісності у гомозиготному стані, оскільки зав'язування насіння за схрещування з житом було низьким (табл. 8.3). Ці результати підтверджуються даними попередніх років (табл. 8.1, 8.2). Для видів *Triticum compactum* Host., *Triticum sphaerococcum* Perciv. та сорту спельти Європа встановлено рівень зав'язування насіння в межах 10,7–20,2 %.

Упродовж трьох років досліджень зразки жита озимого відрізнялися за комбінаційною здатністю й часткою зав'язаного насіння. Проте, суттєвих відмінностей за кількістю рослин, отриманих з насіння, сформованого в комбінаціях схрещування гексаплоїдних видів пшениці з різними зразками жита озимого не виявлено.

Таблиця 8.3

**Прогамна і постгамна несумісність за гібридизації різних видів
гексаплоїдної пшениці з житом, 2017 р.**

Материнська форма (пшениця)		Батьківська форма (жито)			
		Лінія 308		Зразок 330	
		Рівень зав'язування насіння, %	Схожість насіння, %	Рівень зав'язування насіння, %	Схожість насіння, %
Вид	Сорт				
<i>Triticum spelta</i> L.	Зоря України	5,8	0,0	5,2	0,0
	Європа	10,7	3,5	11,1	0,0
<i>Triticum sphaerococcum</i> Perciv.	Шарада	18,2	0,0	20,2	0,0
<i>Triticum petropavlovskyi</i> Udacz.		4,8	0,0	5,1	0,0
<i>Triticum compactum</i> Host.		12,2	7,5	12,8	4,5

Життєздатне насіння отримано лише у комбінаціях з видом *Triticum compactum* Host., *Triticum spelta* L. (сорт Європа) та *Triticum aestivum* L. Однак, виділити і розмножити гібридні рослини, отримані за участю видів *Triticum compactum* Host. та *Triticum spelta* L. не вдалося, оскільки гібридне покоління не зав'язувало насіння навіть після гібридизації з фертильною формою тритикале озимого.

Отже вид *Triticum spelta* L. має високий рівень прогамної і постгамної несумісності та містить домінантні алелі генів несумісності з житом, оскільки сорт Зоря України, у родоводі якого відсутні інші види пшениці за гібридизації з житом формував незначну кількість насіння (до 10 %), яке було несхожим. Сорт спельти Європа, що створено гібридизацією сортів спельти Зоря України та пшениці м'якої Копилівчанка, забезпечував вищу частку зав'язування насіння (понад 10 %).

Вид *Triticum petropavlovskyi* Udacz. має домінантні гени міжродової несумісності, що ускладнює його гібридизацію з житом озимим, а гібридне насіння не проростає в польових умовах. За схрещування видів *Triticum compactum* Host та *Triticum sphaerococcum* Perciv. із житом зафіксовано вищу частку зав'язування насіння. Проте отриманий насіннєвий матеріал розмножити не вдалося, оскільки насіння від комбінації схрещування *Triticum compactum* Host × *Secale cereale* L. – було несхожим, а гібридні рослини *Triticum sphaerococcum* Perciv. × *Secale cereale* L. – були стерильними.

8.2 Відновлення фертильності пшенично-житніх гібридів F₁ та їх стабілізація

За відсутності гомології між хромосомами субгеномів R і D батьківських видів та низки порушень кон'югації і мейозу пшенично-житні гібриди F₁ вирізняються високою стерильністю пилку. Тому подальша селекційна робота з ними передбачає відновлення фертильності, стабілізацію мейозу та добір константних форм. Нині відомо кілька способів подолання стерильності пшенично-житніх гібридів F₁. Найефективнішим є метод мітотичної поліплоїдизації, що полягає у подвоєнні кількості хромосом у гібридів F₁ за дії колхіцину. Проте в практичній селекції використовують й інші методи, зокрема, зворотні схрещування гібриду з однією з батьківських форм або запилення квіток гібриду пилком третього константного виду з оптимальною фертильністю. Ці методи ефективні за високої комбінаційної здатності вихідних форм, а беккросування пшенично-житніх гібридів F₁ з батьківськими формами неможливе за синтезу первинних тритикале в зв'язку з генетичними системами несумісності [433, 435].

Для відновлення фертильності у гібридів F₁ на практиці найчастіше використовують метод мейотичної поліплоїдизації, що полягає у запиленні квіток гібриду пилком гексаплоїдного тритикале з оптимальною фертильністю. Цей метод дозволяє подолати стерильність гібридів першого покоління, досягти

відносної стабілізації мейозу в гібридів і розширити генетичне різноманіття гексаплоїдних тритикале [278, 435, 447].

У проведених дослідженнях насіння, отримане за гібридизації гексаплоїдних видів пшениці з житом, висівали на ділянки для проведення подальшої селекційної роботи. Для відновлення фертильності пилку у пшенично-житніх гібридів F_1 було проведено їх запилення пилком константних сортів і зразків гексаплоїдного тритикале різного еколого-географічного походження.

Пшенично-житні гібриди першого покоління мають геномну формулу AABB $\overline{R}$ D. Незбалансованість хромосомного складу окремих субгеномів є причиною порушень мейозу, що призводить до стерильності пилку. Під час схрещування гібридів F_1 з константними фертильними гексаплоїдними тритикале, що мають геномну формулу AABBRR, відбувається збільшення частки субгеному R жита, що обумовлює нормалізацію мейозу. Після цього проводять самозапилення впродовж кількох поколінь, що призводить до поступової елімінації у гібридів субгеному D пшениці м'якої. У результаті формоутворювального процесу та добору формуються константні вторинні гексаплоїдні тритикале [448].

У дослідженнях низка первинних форм тритикале озимого за гібридизації з константними фертильними гексаплоїдними тритикале не зав'язували насіння і, як результат, елімінували. Це були первинні форми, отримані за участю виду *Triticum spelta* L. та частково за участю виду *Triticum compactum* Host. (*Triticum compactum* Host. $\times$ лінія 309), які не вдалося розмножити і стабілізувати. Проте, пшенично-житні гібриди першого покоління, отримані за участю виду *Triticum aestivum* L. та комбінації схрещування *Triticum compactum* Host. $\times$ лінія 308 відносно легко схрещувалися з гексаплоїдними формами тритикале (табл. 8.4).

Варто зазначити, що зав'язування насіння за гібридизації пшенично-житніх гібридів з гексаплоїдними тритикале істотно вища, ніж за синтезу первинних форм тритикале.

Таблиця 8.4

Рівень зав'язування насіння та його схожість за запилення пшенично-житніх гібридів F₁ пилом гексаплоїдних тритикале, 2016–2018 рр.

Комбінація схрещування		Кількість, шт.				Рівень зав'язування насіння, %	Схожість, %
♀ F ₁ (пшениця × жито озиме)	♂ гексаплоїдне тритикале	запилені колосів	запилені квіток	сформованих насінин	отриманих рослин		
(сорт Європа × зразок 193) × Алкід	сорт Алкід ¹	2	52	8	1	12,9	12,5
(сорт Європа × лінія 308)	сорт Сувенір ¹	1	23	0	0	0,0	0,0
(сорт Європа × лінія 309)	сорт Сувенір ¹	1	23	2	0	0,0	0,0
(сорт Фрея × зразок 169)	сорт Алкід ¹	2	45	10	2	15,4	20,0
(сорт Фрея × зразок 193)	зразки 6х тритикале ²	2	45	8	2	17,8	25,0
(сорт Артаплот × зразок 193)	сорт Сувенір ¹	1	27	0	0	0,0	0,0
(сорт Артеміда × лінія 308)	зразки пилку 6х тритикале ²	1	28	4	1	14,3	25,0
(сорт Артеміда × лінія 309)	сорт Алкід ¹	1	28	3	0	0,0	0,0
(сорт Подолянка × лінія 308)	зразки пилку 6х тритикале ²	1	27	6	1	22,2	16,7
(сорт Подолянка × лінія 309)	зразки пилку 6х тритикале ²	1	26	6	2	23,1	33,3
(<i>Triticum compactum</i> Host. × лінія 308)	сорт Алкід ¹	2	65	10	2	15,4	20,0
(<i>Triticum compactum</i> Host. × лінія 309)	зразки пилку 6х тритикале ²	1	23	0	0	0,0	0,0
(<i>Triticum compactum</i> Host. × зразок 330)	зразки пилку 6х тритикале ²	1	24	5	1	20,8	20,0

Примітка. ¹ – районовані сорти тритикале озимого; ² – зразки тритикале озимого власної селекції.

У гібридів слабшає вплив генів несумісності пшениці [278], що ймовірно і призводить до підвищення рівня зав'язування насіння.

Найбільшу кількість зерен (10 шт.) сформували гібриди F_1 отримані за комбінації схрещування (Фрея $\times$ зразок 169) $\times$ Алкід та (*Triticum compactum* Host. $\times$ лінія 308) $\times$ Алкід. Загалом від гібридизації різних сортів пшениці м'якої озимої з житом вдалося отримати вісім рослин, і три рослини – створені за участю виду *Triticum compactum* Host. Гібридне насіння було деформованим, не виповненим, дрібним і мало низьку схожість. У більшості випадків насіння взагалі не формувало сходи. Фіксували інколи життєздатність лише однієї–двох насінин.

Вчені застосовують різні підходи до селекційного процесу створення вторинних форм тритикале. Зустрічаються дані про необхідність їх стабілізації самозапиленням [448], беккросування з гексаплоїдними тритикале або пшеницею [278], застосування мутагенних чинників для індукування широкого формоутворювального процесу [260], аналіз отриманого різноманіття та добір цінних генотипів [151].

Насіння отримане після запилення пшенично-житніх гібридів F_1 пилом гексаплоїдних тритикале, висівали популяцією в селекційному розсаднику, де одну частину повторно запилювали пилом гексаплоїдного тритикале, іншу – стабілізували самозапиленням. Стабілізація дозволяє досягти нормалізації мейозу та однорідності за всіма морфологічними і біологічними ознаками. Беккросування гібридів F_2 пилом гексаплоїдних тритикале дає змогу насичити отримані генотипи цінними ознаками, проте нащадки все одно необхідно стабілізувати, щоб уникнути розщеплення в наступних поколіннях.

За насичувальчих схрещувань рослин пшенично-житніх гібридів F_2 пилом гексаплоїдних тритикале зав'язування насіння та його польова схожість зросли. Вчені вказують на вищу частку зав'язування насіння за спонтанного запилення стерильних віддалених гібридів [6]. Проте, згідно з результатами проведених досліджень, краще зав'язування забезпечувало контрольоване примусове запилення. У трьох комбінаціях схрещування зафіксовано формування насіння за вільного запилення невідомою батьківською формою.

Проте, рівень зав'язування насіння за вільного запилення був нижчим на 5–10 %, ніж за контрольованого схрещування (табл. 8.5).

Таблиця 8.5

**Рівень зав'язування насіння та його схожість за повторного запилення
пшенично-житніх гібридів F₂ пилком гексаплоїдних тритикале,
2017–2019 рр.**

Комбінація схрещування		Кількість, шт.				Рівень зав'язування насіння, %	Схожість, %
♀ F ₁ (пшениця × жито) × гексаплоїдне тритикале	♀ гексаплоїдне тритикале	запиленних колосів	запиленних квіток	сформованих насінин	отриманих рослин		
(сорт Європа × зразок 193) × сорт Алкід	сорт Нота	2	68	21	8	30,8	38,1
(сорт Європа × зразок 193) × сорт Алкід	вільне запилення*	2	78	28	7	35,9	25,0
(сорт Фрея × зразок 169) × сорт Алкід	сорт Сувенір	3	94	20	2	21,3	10,0
(сорт Фрея × зразок 193) × сорт Алкід	сорт Раритет	3	102	34	12	33,3	35,3
(сорт Артеміда × лінія 308) × сорт Алкід	сорт Сувенір	1	35	6	2	17,1	33,3
(сорт Артеміда × лінія 308) × сорт Алкід	вільне запилення*	1	35	8	2	28,9	25,0
(сорт Подолянка × лінія 308) × зразки 6х тритикале	сорт Алкід	2	68	16	5	23,5	31,3
(сорт Подолянка × лінія 309) × зразки 6х тритикале	сорт Наварра	3	122	36	9	29,5	25,0
(<i>Triticum compactum</i> Host. × лінія 308) × сорт Алкід	сорт Алкід	1	32	4	0	0,0	0,0
(<i>Triticum compactum</i> Host. × лінія 308) × сорт Алкід	вільне запилення*	1	36	5	0	0,0	0,0
(<i>Triticum compactum</i> Host. × зразок 330) × зразки 6х тритикале	сорт Алкід	1	35	0	0	0,0	0,0

Примітка. * – запилювач – невідомий.

У рослин, отриманих від запилення пшенично-житніх гібридів F₂ пилком гексаплоїдних тритикале, відмічали поступове відновлення фертильності пилку,

підвищення рівня зав'язування насіння та його схожості. Проте окремі комбінації схрещування (за участю виду *Triticum compactum* Host.) мали низьку сумісність, у результаті чого не формували насіння.

За самозапилення гібридів F₂ частка зав'язування (12,8–51,4 %) і схожості (12,5–75,0 %) насіння була вищою, ніж за беккросування їх з гексаплоїдними тритикале (табл. 8.6).

Таблиця 8.6

Рівень зав'язування насіння та його схожість за самозапилення пшенично-житніх гібридів F₂, 2017–2020 рр.

Комбінація схрещування ♀ F ₁ (пшениця × жито) × гексаплоїдне тритикале	Кількість, шт.				Рівень зав'язування насіння, %	Схожість, %
	запиленіх колосів	запиленіх квіток	сформованих насінин	отриманих рослин		
(сорт Європа × зразок 193) × сорт Алکید	1	36	17	9	47,2	52,9
(сорт Європа × лінія 308) × сорт Сувенір	1	35	18	8	51,4	44,4
(сорт Європа × лінія 309) × сорт Сувенір	1	32	15	4	46,8	26,7
(сорт Фрея × зразок 169) × сорт Алکید	3	98	38	8	21,1	21,1
(сорт Фрея × зразок 193) × зразки 6х тритикале	1	35	8	3	22,8	37,5
(сорт Артаплот × зразок 193) × сорт Сувенір	2	78	10	3	12,8	30,0
(сорт Артеміда × лінія 308) × зразки 6х тритикале	2	75	14	6	18,6	42,8
(сорт Артеміда × лінія 309) × сорт Алکید	2	82	16	12	19,5	75,0
(сорт Подолянка × лінія 308) × зразки 6х тритикале	1	36	8	1	22,2	12,5
(сорт Подолянка × лінія 309) × зразки 6х тритикале	1	34	11	2	32,4	18,2
(<i>Triticum compactum</i> Host. × лінія 308) × сорт Алکید	1	32	0	0	0,0	0,0

Комбінації схрещування за участю виду *Triticum compactum* Host. не зав'язували насіння ні за беккросування, ні за самозапилення, тому їх розмножити і стабілізувати не вдалося. За гібридизації різних видів гексаплоїдної пшениці з житом і стабілізації нащадків отримано низку гібридних рослин, що суттєво варіювали за фенотипом.

Фіксували розщеплення за висотою рослин, довжиною колосу, формою куща, наявністю воскового нальоту на рослині тощо (рис. 8.1).

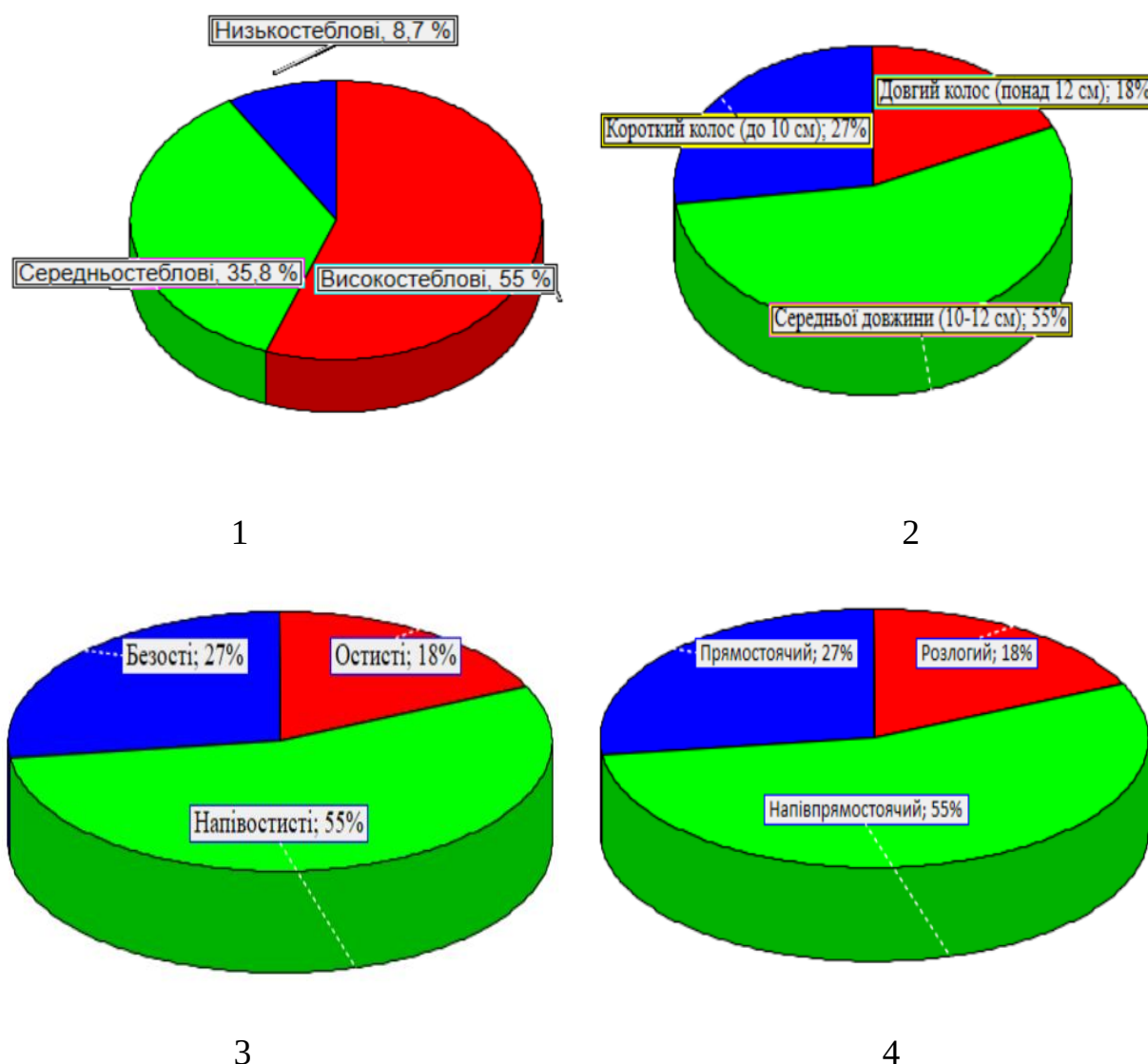


Рис. 8.1. Розподіл (у %) створених форм тритикале озимого за морфологічними показниками: 1) висота рослин; 2) довжина колосу; 3) остистість колосу; 4) форма куща

За висотою рослин більшість створених зразків (55,5 %) були високостебловими ($h = 100\text{--}120$ см), на частку середньо- й короткостеблових форм припадало відповідно 35,8 і 8,7 %. Більшість створених зразків мали остистий колос середньої довжини (10–12 см) і напівпрямостоячу форму куща. Сумарна частка форм із подовженим і вкороченим колосом сягала 45,4 % з кількісною перевагою зразків із коротким колосом (до 10 см). Виділено невелику кількість безостих форм (8,8 %), у яких взагалі відсутні остюки або наявні вкорочені остеподібні відростки.

Отже, самозапилення гібридів F_2 сприяє поліпшенню показників зав'язування та схожості насіння, відновлення фертильності пилку та стабілізації генотипів на гексаплоїдному рівні. Повторне запилення пшенично-житніх гібридів F_2 пилком гексаплоїдних тритикале призводить до часткової стабілізації хромосомного набору і, як наслідок, відновлення фертильності пилку. Проте для отримання константних генотипів, отримані нащадки необхідно стабілізувати. Доцільно проводити детальний аналіз та індивідуальний добір кращих рослин, що дозволить відібрати цінний вихідний матеріал і джерела господарсько-цінних ознак для селекційного вдосконалення гексаплоїдних тритикале.

8.3 Отримання вихідного матеріалу гібридизацією окта- та гексаплоїдних тритикале і пшениці спельта та елімусу піщаного

Значення віддаленої гібридизації для створення нового вихідного матеріалу надважливе, коли виникає гостра необхідність вийти за межі виду для запозичення необхідних ознак і властивостей. Потенційні можливості віддаленої гібридизації ще не вичерпано. Належить розкрити низку невідомих механізмів взаємодії цитоплазми і ядра різних видів за їх об'єднання в одну зародкову клітину.

Гібридизація тритикале різного рівня плоїдності з пшеницею спельта завдяки геномним перебудовам може забезпечити широкий спектр генетичної

різноманітності. В популяції гібридів можливе виділення рекомбінантних оригінальних форм тритикале [224].

Сумісність тритикале з пшеницею, зокрема, спельтою, визначається генотипами вихідних форм, що долучені до схеми схрещування, і залежить від метеорологічних умов. У гібридів гексаплоїдного тритикале з пшеницею спельта спостерігається широкий формоутворювальний процес, у результаті якого утворюються рекомбінантні форми, що можна використовувати у селекційній роботі донорами генів господарсько-цінних ознак [442, 443].

Встановлено, що зав'язування насіння за схрещування тритикале з пшеницею спельта є низькою, незалежно від октаплоїдного (2,8–3,2 %) чи гексаплоїдного (4,4–8,0 %) рівня плоідності культури (табл. 8.7).

Таблиця 8.7

Рівень зав'язування насіння за схрещування окта- й гексаплоїдних форм тритикале з пшеницею спельта та елімусом піщаним, 2016 р.

Комбінація схрещування			Кількість, шт.		Рівень зав'язування насіння, %
♀		♂	кастрованих квіток	сформованих насінин	
Октаплоїдні форми	UA0602463 ¹	Сорт Зоря України	687	22	3,2
	UA0601654 ¹	Сорт Зоря України	632	18	2,8
	UA0602463 ¹	<i>Elimus arenarius</i> L.	250	3	1,2
Гексаплоїдні форми	Сорт Розівська 6	Сорт Зоря України	350	16	4,6
	Сорт Ладне	Сорт Зоря України	324	17	5,2
	Сорт Раритет	Сорт Зоря України	287	14	4,9
	Сорт Раритет	<i>Elimus arenarius</i> L.	285	4	1,4
	Сорт Сувенір	Сорт Зоря України	315	18	5,7
	Сорт Хлібодар харківський	Сорт Зоря України	452	20	4,4
	Сорт Алкід	Сорт Зоря України	560	22	3,9
	Сорт Алкід	<i>Elimus arenarius</i> L.	290	6	2,1
	Сорт Бета	Сорт Зоря України	187	15	8,0

Примітка. ¹ – номер зразка за каталогом Національного центру генетичних ресурсів рослин України.

Відсутність гомологічної кон'югації між хромосомами генотипів *R* тритикале та *D* спельти призводить до порушень ембріонального розвитку гібридів. Внаслідок цього формується деформоване і не виповнене зерно з різною формою гібридних зернівок.

Гібриди першого покоління від схрещування гексаплоїдних тритикале із спельтою за морфологічною будовою колосу і загальним габітусом рослин однотипові (рис. 8.2).



Рис. 8.2. Колос гібриду F₁ гексаплоїдного тритикале та пшениці спельта

Характерними ознаками гібридів F₁ було формування довгого розпушеного безостого колосу, грубої колоскової луски та ускладненого обмолоту зерна, що ймовірно успадковується від пшениці спельта. Гібриди першого покоління від схрещування октаплоїдних тритикале із спельтою за морфологією рослин і колосу наближалися до пшениці, оскільки в їх генотипі кількісно переважають геноми пшениці у відношенні 3 : 1, що якісно доповнились генетичним матеріалом спельти. Їх колос – безостий або з вкороченими остюками, довгий (11–13 см) та середньощільний.

Гібридизація тритикале з елімусом піщаним забезпечувала низький рівень зав'язування насіння, що для комбінацій схрещування з октаплоїдними формами становило 1,2 %, з гексаплоїдними – 1,2–2,1 %. Гібриди отримані за участі елімуса піщаного характеризувались довгим (до 20 см) колосом зі значною кількістю колосків і квіток (рис. 8.3).



Рис. 8.3. Колос гібриду F₁ гексаплоїдного тритикале та елімуса піщаного

За фенотипом гібридні рослини були подібні до тритикале. Їх чітко вираженою відмінністю від вихідних сортів тритикале була наявність густого воскового нальоту та сизе забарвлення рослин, що, очевидно, успадковувалось від елімуса.

Отримані за участі спельти та елімуса гібриди були стерильними. Зафіксовано лише декілька випадків формування фертильних пилкових зерен. Відновлення фертильності проводили гібридизацією з гексаплоїдними формами тритикале. Зафіксовано також випадки спонтанного запилення колосів рослин без ізолятору, невідомою батьківською формою, що давало низьку озерненість колосу гібридів F₁, яка для октаплоїдних тритикале склала 2,5 %, для гексаплоїдних – 2,1–3,0 % (табл. 8.8).

Таблиця 8.8

**Рівень зав'язування насіння віддалених гібридів за вільного та штучного
запилення, 2017 р.**

Комбінація схрещування	Вільне запилення			Штучне запилення		
	кількість сформованого насіння, шт.	рівень зав'язування насіння, %	схожість, %	кількість сформованого насіння, шт.	рівень зав'язування насіння, %	схожість, %
♀ UA0602463 × ♂ сорт Зоря України	4	2,5	0,0	12	5,2	16,7
♀ UA0601654 × ♂ сорт Зоря України	0	0,0	0,0	14	8,7	14,3
♀ UA0602463 × ♂ <i>Elimus arenarius</i>	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
♀ Сорт Розівська 6 × ♂ сорт Зоря України	7	2,7	14,3	8	3,5	0,0
♀ Сорт Ладне × ♂ сорт Зоря України	0	0,0	0,0	9	6,0	11,0
♀ Сорт Раритет × ♂ сорт Зоря України	6	2,1	16,7	10	7,1	10,0
♀ Сорт Раритет × ♂ <i>Elimus arenarius</i>	0	0,0	0,0	2	1,1	0,0
♀ Сорт Сувенір × ♂ сорт Зоря України	8	3,0	25,0	12	7,5	16,7
♀ Сорт Хлібодар харківський × ♂ сорт Зоря України	6	2,1	0,0	14	8,8	7,1
♀ Сорт Алкід × ♂ сорт Зоря України	9	2,5	11,0	14	9,0	14,2
♀ Сорт Алкід × ♂ <i>Elimus arenarius</i>	0	0,0	0,0	4	1,5	25,0
♀ Сорт Бета × ♂ сорт Зоря України	8	2,7	25,0	10	8,5	10,0

За ізоляції та штучного запилення колосів рослин гібридів першого покоління, отриманих за участю пшениці спельта пилком гексаплоїдних тритикале, спостерігався вищий рівень зав'язування насіння, що для комбінацій

схрещування з октаплоїдними тритикале становив 5,2–8,7 %, з гексаплоїдними – 3,5–9,0 %.

За штучного запилення гібридів F_1 (октаплоїде тритикале $\times$ елімус піщаний) пилом материнської форми насіння не зав'язалося. За повторного схрещування гібридів (гексаплоїдне тритикале $\times$ елімус піщаний) з гексаплоїдним тритикале отримано шість насінин, проте з них схожою виявилась лише одна.

Насіння, що зав'язалося за штучного та спонтанного запилення було не виповненим і деформованим. Більшість зернин виявились не життєздатними, схожість варіювала в межах 0,0–16,7 %. Відсутність гомологічної кон'югації між хромосомами батьківських форм призводила до порушень ембріонального розвитку гібридів. Внаслідок цього формувалося деформоване насіння з різною формою гібридних зернівок і низькою життєздатністю.

Подальша робота з отриманими гібридами полягала в беккросуванні їх пилом визначених сортів тритикале, послідовному пересіві отриманого насіння, стабілізації отриманих нащадків та доборі перспективних генотипів. В отриманих популяціях спостерігали широкий формоутворювальний процес і суттєві відмінності рослин за висотою, морфологічними ознаками колосу, продуктивністю тощо. Вони характеризувалися високим рівнем стерильності пилку, що призвело до отримання незначної кількості продуктивних матеріалів.

Отже, встановлено, що за гібридизації окта- і гексаплоїдних форм тритикале з пшеницею спельта та елімусом піщаним рівень зав'язування насіння є низьким незалежно від рівня плоїдності тритикале. Контрольоване штучне запилення гібридів F_1 забезпечує вищу частку зав'язування насіння, порівняно зі спонтанним. Схожість насіння, отриманого від запилення гібридів F_1 фертильними формами тритикале, – низька незалежно від способу запилення та запилювача.

8.4 Створення нових зразків тритикале озимого за внутрішньовидової гібридизації

Внутрішньовидова гібридизація є основним способом отримання вихідного матеріалу в селекції тритикале [449, 450]. Цей метод є найефективнішим для отримання гетерогенних гібридних популяцій за створення сортів культури [451, 452]. Процес рекомбіногенезу в тритикале, порівняно з пшеницею, – триваліший хоча він проходить майже ідентично [453]. Тривалість рекомбіногенезу кожної гібридної комбінації залежить від компонентів схрещування.

Вчені вказують на відсутність залежності між тривалістю процесу рекомбінації і рівнем прояву показників продуктивності в гібридів, а також успадкуванням інших ознак [278, 448]. Високопродуктивні форми можуть вищеплюватися в поколіннях F_3 – F_4 у комбінаціях, що мали депресію в F_1 [278]. Вихід морфологічно вирівняних і константних форм зростає зі збільшенням віку популяції [448].

У проведених дослідженнях використовувалася внутрішньовидова гібридизація гексаплоїдних форм тритикале різного еколого-географічного походження поміж собою, а також гібридизація октаплоїдних форм з гексаплоїдними (рис. 8.4). У популяціях F_2 проводили індивідуально-родинний добір форм з високою озерненістю колосу. Особливу увагу на всіх етапах селекційного процесу звертали на висоту рослин та аналіз розщеплення за цим показником, оскільки зниження висоти стеблостою – основна невирішена проблема селекції тритикале.

Рослини гібридів F_2 , схрещували з донорами низькостебловості, що було виділено серед колекційних зразків тритикале озимого кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС [450, 452, 454]. Селекційна робота з поколінням F_3 полягала в аналізі розщеплення за фенотипом, індивідуальному доборі та, за необхідності, гібридизації з донорами низькостебловості та продуктивності.

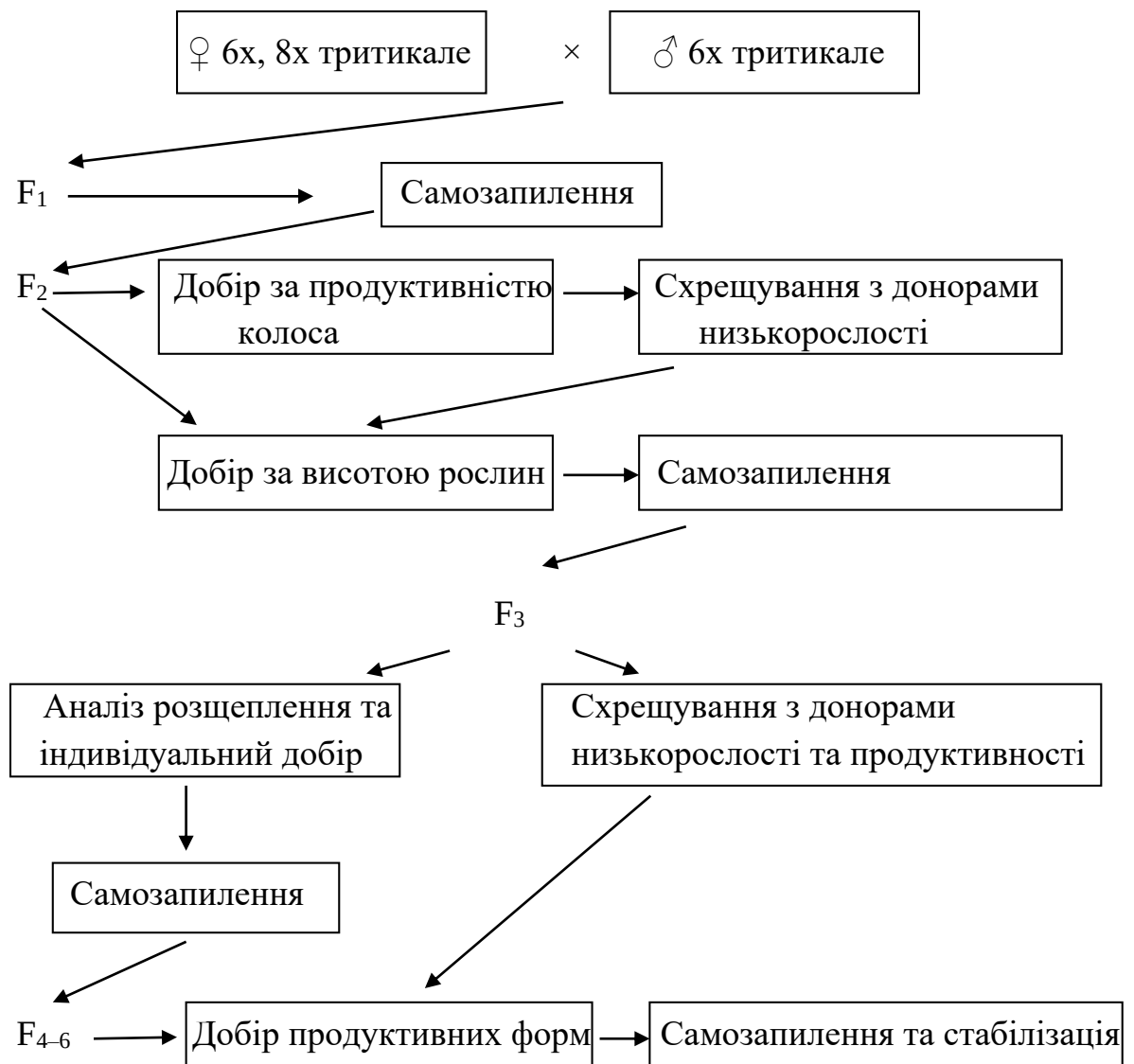


Рис. 8.4. Схема селекційного процесу за внутрішньовидової гібридизації тритикале

В наступних поколіннях проводили стабілізацію та аналіз за рівнем прояву господарсько-цінних ознак. Невід'ємною складовою всього селекційного процесу є добір, як метод накопичення цінних генотипів.

За внутрішньовидової гібридизації було отримано 23 високопродуктивні форми тритикале озимого. Серед створених матеріалів виділено два карликових зразки ($h = 58$ см), чотири – короткостеблові ($h = 60\text{--}80$ см), один – ранньостиглий (вегетаційний період 285 діб), дев'ять – з високими показниками продуктивності колосу [448, 449, 451].

8.5 Аналіз створених зразків тритикале озимого за врожайністю та показниками якості зерна

За внутрішньовидової та віддаленої гібридизації синтезовано нові зразки тритикале озимого. Інтенсивний формоутворювальний процес дозволив отримати низку нових матеріалів, що аналізували за морфобіологічними властивостями та господарсько-цінними ознаками. У процесі досліджень було виділено зразки, що за врожайністю та складовими продуктивності колосу перевищували стандарт [451, 453].

Селекційні матеріали отримані за участю пшениці спельта характеризувались істотним розмахом мінливості за висотою рослин ($V = 25\%$) (табл. 8.9). За цим показником всі зразки розділено на короткостеблові ($h = 60\text{--}80\text{ см}$), низькостеблові ($h = 81\text{--}100\text{ см}$) та середньостеблові ($h = \text{понад } 100\text{ см}$). Найвищу стійкість до вилягання зафіксовано в коротко- та низькостеблових форм. Серед зразків, отриманих за участю елімуса піщаного суттєвих відмінностей за висотою рослин не виявлено, їх віднесено до середньостеблової групи рослин ($h = 110\text{--}118\text{ см}$).

Види *Triticum spelta* L. та *Elimus arenarius* L. характеризуються довгим колосом: спельта – до 20 см, елімус – до 30 см. Гібридизація тривидових тритикале з цими видами призводила до подовження колосу в нащадків. При цьому схрещування зі спельтою зумовлювало незначне (на 0,4–1,9 см) подовження колосу, а гібридизація з елімусом сприяла отриманню форм з довжиною колосу 19,5–20,8 см, що достовірно перевищувало груповий стандарт.

Проте, матеріали, отримані за гібридизації тритикале з елімусом піщаним, характеризувались зменшенням маси зерна з колосу та зниженням урожайності відносно групового стандарту. Серед зразків, отриманих за участі пшениці спельта виділено п'ять (35, 68, 286 і 491), що достовірно перевищували груповий стандарт за показниками продуктивності, зокрема, масою зерна з колосу (2,18–2,25 г), врожайністю (6,53–6,94 т/га).

Таблиця 8.9

Господарсько-цінні показники зразків тритикале озимого створених за віддаленої гібридизації, 2018–2020 рр.

Селекційний матеріал	Висота рослин, см	Вилягання		Довжина колосу, см	Маса зерна з колосу, г	Врожайність, т/га
		%	Бал стійкості			
Груповий стандарт*	110	4	8	12,2	2,03	6,48
Зразки, отримані за участю пшениці спельта						
28	112	12	6	14,2	2,08	5,87
35	115	4	8	13,2	2,35	6,81
61	95	3	8	12,0	2,10	6,92
68	87	3	8	12,8	2,22	6,95
85	118	8	7	12,5	2,01	5,77
92	110	6	7	13,0	1,87	5,92
112	108	2	8	14,1	2,12	6,95
254	92	15	5	13,2	1,75	5,56
455	87	3	8	12,8	2,20	6,85
286	85	5	7	12,5	2,18	6,74
347	108	3	8	12,0	1,98	6,15
491	110	5	7	13,4	2,25	6,53
<i>HIP₀₅</i>	4	—	—	0,4	0,09	0,27
Зразки, отримані за участю елімуса піщаного						
5	118	10	6	20,8	1,58	5,35
8	115	8	7	22,4	1,75	5,58
10	110	12	6	19,5	1,62	5,41
13	114	13	6	20,2	1,47	5,18
<i>HIP₀₅</i>	4	—	—	0,7	0,06	0,20

Примітка. * Груповий стандарт – сорти тритикале озимого Алкід, Раритет, Сувенір.

Серед зразків, отриманих за внутрішньовидової гібридизації виділено середньостеблові (15, 58, 63, 70, 76, 90), низькостеблові (33, 56, 83), короткостеблові (102) та карликові (103) форми (табл. 8.10).

Таблиця 8.10

Господарсько-цінні показники зразків тритикале озимого створених за внутрішньовидової гібридизації, 2018–2020 рр.

Селекційний матеріал	Висота рослин, см	Вилягання		Довжина колосу, см	Маса зерна з колосу, г	Врожайність, т/га
		%	Бал стійкості			
Груповий стандарт*	110	4	8	12,2	2,03	6,48
15	105	3	8	12,7	2,12	6,65
33	98	0	9	12,8	2,01	6,41
56	95	0	9	13,5	2,05	6,48
58	107	2	8	12,5	2,38	7,25
63	118	10	6	11,5	2,22	7,01
70	110	12	6	11,8	2,10	6,58
76	115	8	7	12,0	2,08	6,41
83	98	2	8	12,1	2,12	6,60
90	102	5	7	11,7	2,06	6,45
102	75	0	9	11,5	2,08	6,42
103	58	0	9	11,0	2,01	6,35
<i>HIP₀₅</i>	4	—	—	0,4	0,07	0,26

Примітка. * Груповий стандарт – сорти тритикале озимого Алкід, Раритет, Сувенір.

Варто відмітити карликовий зразок 103 з висотою стеблостою 58 см, що формував урожайність на рівні групового стандарту – 6,35 т/га.

Найвищу стійкість до вилягання (9 балів) зафіксовано у зразків 33, 56, 102 і 103. За масою зерна з колосу істотно перевищували груповий стандарт номери 15 (2,12 г), 58 (2,38 г), 63 (2,22г) і 83 (2,12 г), а за врожайністю – лише зразки 58 (7,25 т/га) і 63 (7,01 т/га).

Високою екологічної пластичністю вирізнялися зразки: отримані за участю елімуса піщаного ($b_i = 1,63\text{--}1,75$); отримані за участю пшениці спельта 35 ($b_i = 1,37$), 61 ($b_i = 1,34$), 68 ($b_i = 1,33$), 112 ($b_i = 1,34$), 286 ($b_i = 1,37$); створені

внутрішньовидовою гібридизацією 15 ($b_i = 1,76$), 56 ($b_i = 1,23$), 58 ($b_i = 1,34$), 63 ($b_i = 1,34$) (табл. 8.11, 8.12).

Таблиця 8.11

Параметри стабільності та адаптивності зразків тритикале озимого створених за віддаленої гібридизації, 2018–2020 рр.

Селекційний матеріал	Параметри стабільності		Параметри адаптивності			
	b_i	S^2_{di}	Hom-K	Sc	V, %	As, %
Груповий стандарт*	1,17	0,020	261,1–1	7,4	2,2	97,8
Зразки, отримані за участю пшениці спельта						
28	0,78	0,009	222,1–1	6,5	1,6	98,4
35	1,37	0,026	296,1–1	7,9	2,4	97,6
61	1,34	0,025	304,2–1	8,0	2,3	97,7
68	1,34	0,025	306,8–1	8,0	2,3	97,7
85	0,82	0,009	218,6–1	6,4	1,7	98,3
92	1,18	0,021	258,2–1	7,1	2,5	97,5
112	1,34	0,025	306,8–1	8,0	2,3	97,7
254	0,93	0,022	147,0–2	6,3	2,6	97,4
455	1,34	0,061	192,3–2	7,9	3,6	96,4
286	1,37	0,055	201,0–2	7,8	3,5	96,5
347	1,00	0,066	117,9–2	7,0	4,2	95,8
491	0,93	0,017	226,2–1	7,3	2,0	98,0
Зразки, отримані за участю елімуса піщаного						
5	1,68	0,219	25,7–3	5,8	8,8	91,2
8	1,75	0,090	45,6–3	6,0	5,4	94,6
10	1,70	0,064	47,5–3	5,8	4,7	95,3
13	1,63	0,086	39,4–3	5,6	5,6	94,4

Примітка. * Груповий стандарт – сорти тритикале озимого Алкід, Раритет, Сувенір.

Таблиця 8.12

**Параметри стабільності та адаптивності зразків тритикале озимого
створених внутрішньовидовою гібридизацією, 2018–2020 рр.**

Селекційний матеріал	Параметри стабільності		Параметри адаптивності			
	b_i	S^2_{di}	Ном–К	Sc	V, %	As, %
Груповий стандарт*	1,17	0,020	261,1–1	7,4	2,2	97,8
15	1,76	0,039	227,3–1	7,7	3,0	97,0
33	0,68	0,006	221,1–1	6,8	1,2	98,8
56	1,23	0,019	215,0–1	7,2	2,1	97,9
58	1,34	0,022	282,6–1	8,1	2,1	97,9
63	1,34	0,022	264,2–1	7,9	2,1	97,9
70	0,78	0,008	238,7–1	7,1	1,3	98,7
76	0,68	0,006	221,1–1	6,8	1,2	98,8
83	0,65	0,009	176,2–2	7,0	1,4	98,6
90	0,67	0,017	126,6–2	6,9	2,0	98,0
102	0,67	0,010	163,7–2	6,8	1,6	98,4
103	0,67	0,012	148,6–2	6,8	1,7	98,3

Примітка. * Груповий стандарт – сорти тритикале озимого Алкід, Раритет, Сувенір; жирним виділено кращі варіанти.

Високостабільними ($S^2_{di} = 0,006–0,017$) ідентифіковано зразки, створені за участю спельти 85, 86, 491, за внутрішньовидової гібридизації – 33, 70, 76, 90, 102, 103,. Високий рівень гомеостазу зафіксовано у зразків 68 (Ном = 306,8), 61 (Ном = 304,2), 112 (Ном = 306,8) та 58 (Ном = 282,6), 63 (Ном = 264,2), які також характеризувалися високим коефіцієнтом селекційної цінності ($Sc = 8,0–8,1$).

Встановлено, що гібридизація тривидових тритикале з пшеницею спельта сприяє підвищенню показників якості зерна нащадків, зокрема, вмісту в зерні білка та клейковини. Дев'ять із 12 зразків, у родоводі яких присутня спельта, істотно перевищували груповий стандарт за вмістом у зерні білка (12,2–14,2 %), з них шість – характеризувалися істотним збільшенням вмісту клейковини (25,4–

30,2 %), три (зразки 68, 347, 491) – сукупністю показників якості клейковини на рівні I групи та один (зразок 286) – істотним збільшенням маси 1000 насінин (50,2 г) (табл. 8.13).

Таблиця 8.13

**Якість зерна зразків тритикале озимого створених за віддаленої
гібридизації, 2018–2020 рр.**

Селекційний матеріал	Маса 1000 насінин, г	Натура зерна, г/л	Клейковина			Вміст білка, %
			Вміст, %	ІДК	Група якості	
Груповий стандарт*	48,5	680	24,2	70	I	11,8
Зразки, отримані за участю пшениці спельта						
28	49,1	670	26,6	50	II	13,0
35	48,5	690	23,8	55	II	12,4
61	49,4	650	26,0	45	II	12,4
68	50,5	690	27,8	50	I	12,8
85	45,1	650	26,8	55	II	12,5
92	48,7	670	25,4	50	II	12,2
112	46,8	660	23,8	65	II	12,2
254	47,2	670	22,4	65	II	11,5
455	48,2	690	20,8	70	I	11,1
286	50,2	700	21,9	60	II	11,5
347	48,0	700	30,2	75	I	14,2
491	48,2	680	26,4	75	I	12,5
<i>НІР₀₅</i>	1,6	24	0,2	—	—	0,3
Зразки, отримані за участю елімуса піщаного						
5	42,2	620	22,1	60	II	11,1
8	43,1	620	23,6	60	II	11,6
10	40,8	590	22,5	65	II	11,2
13	41,2	600	22,8	60	II	11,4
<i>НІР₀₅</i>	1,6	24	0,2	—	—	0,3

Примітка. * Груповий стандарт – сорти тритикале озимого Алкід, Раритет, Сувенір.

Гібридизація тривидових тритикале із елімусом піщаним призводила до істотного зниження всіх показників якості зерна в нащадків.

Серед зразків створених за внутрішньовидової гібридизації виділено номер 58, що істотно перевищував груповий стандарт за масою 1000 насінин (50,4 г) і характеризувався високою натурною масою зерна (700 г/л) (табл. 8.14).

Таблиця 8. 14

Якість зерна зразків тритикале озимого створених за внутрішньовидової гібридизації, 2018–2020 рр.

Селекційний матеріал	Маса 1000 насінин, г	Натура зерна, г/л	Клейковина			Вміст білка, %
			%	ІДК	Група якості	
Груповий стандарт*	48,5	680	24,2	70	I	11,8
15	48,8	650	25,5	75	I	12,2
33	49,5	660	26,4	50	II	12,8
56	49,2	660	26,3	55	II	12,6
58	50,4	700	22,8	55	II	11,2
63	49,8	680	25,4	70	I	12,2
70	46,5	680	24,2	55	II	11,5
76	47,8	680	20,1	65	II	10,8
83	45,2	660	20,5	50	II	11,0
90	48,1	690	22,1	50	II	11,2
102	48,2	690	23,2	55	II	11,7
103	47,5	670	21,5	60	II	11,1
<i>НІР₀₅</i>	1,8	26	0,3	—	—	0,1

Примітка. * Груповий стандарт – сорти тритикале озимого Алкід, Раритет, Сувенір.

За вмістом білка та клейковини у зерні чотири зразки тритикале озимого істотно перевищували груповий стандарт. У зразків 15, 33, 56 і 63 вміст у зерні клейковини варіював у межах 25,4–26,4 %, білка — 12,2–12,8 %, що

перевищувало стандарт відповідно на 1,3–2,3 % і 0,4–1,0 % за $НІР_{01} = 0,1–0,3$. Зразки 15 і 63 вирізнялися сукупністю показників якості клейковини на рівні І групи.

Отже, гібридизація тривидових тритикале з пшеницею спельта дає змогу підвищити показники якості зерна у нащадків, зокрема, вміст у зерні білка та клейковини. Схрещування тритикале з елімусом піщаним призводить до подовження колосу, проте викликає істотне зниження всіх показників якості зерна. Виділено високопродуктивні зразки тритикале озимого 63, 68, 347 та 491, що за показниками продуктивності та якості зерна істотно перевищували груповий стандарт.

8.6. Теоретичні основи створення та ідентифікації рослинних матеріалів гексаплоїдних форм тритикале

Віддалена гібридизація є важливим процесом в еволюції низки видів рослин. Вона мала вирішальне значення щодо походження пшениці, тритикале, тютюну, бавовнику, соняшнику, сливи, вишні тощо. Вона супроводжується складними перебудовами геному, широким формоутворювальним процесом і розмахом мінливості нащадків [347, 456].

Зазвичай дослідження із віддаленої гібридизації передбачають проведення значних обсягів схрещувань та аналіз великої кількості рослинного матеріалу. При цьому необхідно враховувати спектр морфологічних, біологічних і господарсько-цінних показників, оскільки поряд із бажаними генами чи групами генів можуть успадковуватися та небажані, а отримання нових цінних ознак чи властивостей може супроводжуватися втратою інших [456, 457].

Сучасна селекція тритикале озимого спрямована на збереження існуючого та створення нового генетичного різноманіття та створення високопродуктивних сортів. При цьому за віддаленої гібридизації формуються нові зразки, що виходять за межі спектру мінливості батьківських форм [452, 456].

Важливо мати теоретично обґрунтовані практичні підходи до методів ідентифікації та виділення рослинного матеріалу, що забезпечують спрощення і

пришвидшення селекційного процесу. Одним із таких підходів є використання генетичних маркерів основних морфологічних і господарсько-цінних ознак.

Генетичний маркер – це ген, алелі якого мають чітко виражені відмінності на рівні фенотипу (для морфологічних маркерів), білкового продукту (для біохімічних маркерів) і ДНК (для молекулярних маркерів) [458]. Генетичні маркери, що застосовують у селекційно-генетичних дослідженнях, мають відповідати визначеним вимогам, зокрема, їх прояв не залежить від впливу умов середовища, виявляти відмінності між зразками навіть близькоспорідненого походження.

Маркерні системи на основі ДНК ефективніші за традиційні морфологічні, білкові чи ізоферментні маркери. Проте вони передбачають аналіз всього масиву отриманих зразків, що є досить трудомістким процесом. Тому в практичній селекції вагомого значення набувають системи ідентифікації рослинних матеріалів, що забезпечують спрощення селекційного процесу, зокрема, на основі морфологічних ознак. Крім того, генетичні маркери морфологічних ознак можна використовувати для контролю вирівняності та однорідності посіву. Популяція вважається однорідною, якщо всі рослини фенотипово проявляють ту чи іншу маркерну ознаку.

Використання генетичних маркерів основних морфологічних і господарсько-цінних ознак для ідентифікації та добору гібридного рослинного матеріалу за віддаленої гібридизації значно спрощує селекційний процес, оскільки забезпечує скорочення затрат часу та зменшує трудомісткість процесу добору. Тому пошук вдалих генетичних маркерів є актуальним завданням селекції тритикале озимого.

Метою проведеної роботи було теоретичне обґрунтування та вдосконалення технології селекційного добору за використання генетичних маркерів для ідентифікації рослинних матеріалів тритикале озимого.

8.6.1 Ідентифікація рослинних матеріалів тритикале за маркерною ознакою «чорне забарвлення остюків». У селекції тритикале використання ознаки «чорне забарвлення остюків» є вдалим генетичним маркером вирівняності та однорідності сорту. Зазвичай забарвлення остюків збігається із забарвленням колосу, проте спостерігаються винятки. Зразки із нетиповим забарвленням остюків легко ідентифікувати та вирізнити з-поміж інших рослин. Забарвлення остюків у пшениці та тритикале може бути біле, червоне, чорне. Розходження сортів за цією ознакою контролюються моно- або дигенно домінантними алелями генів *Bla-1/bla-1*, *Bla-2/bla-2* [459]. Рослини гомозиготні за домінантними генами мають чорні остюки [460]. Цю маркерну ознаку можна використовувати для контролю однорідності сорту та ідентифікації рослинного матеріалу за гібридизації.

Для створення нащадків та ідентифікації рослинного матеріалу за маркерною ознакою «чорне забарвлення остюків» проводять гібридизацію батьківських форм, що відрізняються за алельним станом генів *Bla-1*, *Bla-2*. При цьому материнська форма повинна мати гени у рецесивному гомозиготному стані, що контролює біле забарвлення остюків, а батьківська – домінантні гени *Bla-1*, *Bla-2*, що забезпечують чорне забарвлення остюків (рис. 8.5).

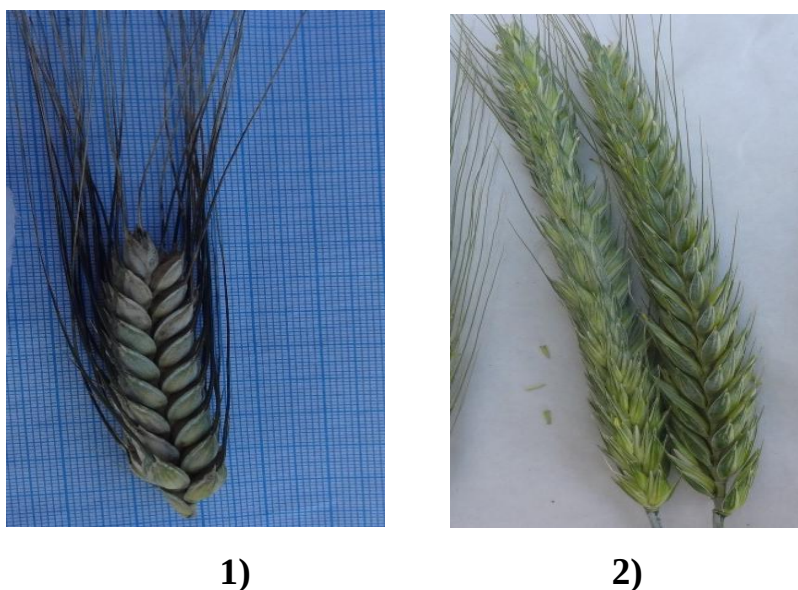


Рис. 8.5. Забарвлення остюків вихідних форм тритикале: 1) Материнська форма з чорними остюками; 2) Батьківська форма з білими остюками

За гібридизації материнської гомозиготної за рецесивними генами форми з батьківською гомозиготною за домінантними генами отримані нащадки будуть гетерозиготними за генами *Bla-1/bla-1*, *Bla-2/bla-2*, що визначає чорне забарвлення остюків (рис. 8.6).

♀ <i>bla-1bla-1bla-2bla-2</i>	×	♂ <i>Bla-1Bla-1Bla-2Bla-2</i>
(білі остюки)		(чорні остюки)
G <u><i>bla-1bla-2</i></u>		<u><i>Bla-1Bla-2</i></u>
F ₁	<i>Bla-1bla-1Bla-2bla-2</i>	
	(чорні остюки)	

Рис. 8.6. Схема отримання гібридів F₁ гексаплоїдних тритикале з чорним забарвленням остюків за гібридизації матеріалів з альтернативними ознаками забарвлення остюків

Якщо отримані нащадки мають біле або червоне забарвлення остюків, то вони вважаються такими, що утворилися в результаті запилення материнської форми пилком іншої батьківської форми або за самозапилення материнської форми.

У другому поколінні спостерігається розщеплення за забарвленням остюків у відношенні: дев'ять частин рослин із чорними остюками (з двома домінантними генами *Bla-1/bla-1*, *Bla-2/bla-2*); шість частин – з різними відтінками червоного забарвлення (з одним домінантним геном *Bla-1/bla-1* або *Bla-2/bla-2*); одна частина – з білими остюками (рецесивна гомозигота *bla-1bla-1bla-2bla-2*) (рис. 8.7). За використання маркерної ознаки «чорне забарвлення остюків» ідентифікують і відбирають нащадки, що утворилися за гібридизації заданих батьківських форм, інші – бракують. У наступних поколіннях за використання маркерної ознаки можна контролювати вирівняність і константність генотипу.

♀ Bla-1bla-1Bla-2bla-2 × ♂ Bla-1bla-1Bla-2bla-2

G Bla-1Bla-2 Bla-1bla-2 Bla-2bla-1 bla-1-bla-2 Bla-1Bla-2 Bla-1bla-2 Bla-2bla-1 bla-1-bla-2

F₂

♀ \ ♂	Bla-1Bla-2	Bla-1bla-2	Bla-2bla-1	bla-1-bla-2
Bla-1Bla-2	Bla-1Bla-1 Bla-2Bla-2 (чорні остюки)	Bla-1Bla-1 Bla-2bla-2 (чорні остюки)	Bla-1bla-1 Bla-2Bla-2 (чорні остюки)	Bla-1bla-1 Bla-2Bla-2 (чорні остюки)
Bla-1bla-2	Bla-1Bla-1 Bla-2bla-2 (чорні остюки)	Bla-1Bla-1 bla-2bla-2 (червоні остюки)	Bla-1bla-1 Bla-2bla-2 (чорні остюки)	Bla-1bla-1 bla-2bla-2 (червоні остюки)
bla-1Bla-2	Bla-1bla-1 Bla-2Bla-2 (чорні остюки)	Bla-1bla-1 Bla-2bla-2 (чорні остюки)	bla-1bla-1 Bla-2Bla-2 (червоні остюки)	bla-1bla-1 Bla-2bla-2 (червоні остюки)
bla-1-bla-2	Bla-1bla-1 Bla-2bla-2 (чорні остюки)	Bla-1bla-1 bla-2bla-2 (червоні остюки)	bla-1bla-1 Bla-2bla-2 (червоні остюки)	bla-1bla-1 bla-2bla-2 (білі остюки)

Рис. 8.7. Схема розщеплення гібридів тритикале F₂ за генами *Bla-1/bla-1*, *Bla-2/bla-2*

Спостерігаючи у посіві тритикале розщеплення за фенотипом і формування особин з білими або червоними остюками, проводять індивідуальний добір та бракування форм поки вся популяція не буде вирівняною і константною за цією ознакою.

Отже, гени, що контролюють ознаку «чорне забарвлення остюків» є вдалим генетичним маркером, що дозволяє візуально ідентифікувати гібридні нащадки утворені за гібридизації материнської форми з білими остюками та батьківської форми з чорними остюками, та вирізнити особини, що утворилися в результаті спонтанного запилення або самозапилення та контролювати вирівняність і константність популяції.

Висновки за розділом 8:

1. Доведено, що види *Triticum spelta* L. та *Triticum petropavlovskyi* Udacz. мають високий рівень прогамної і постгамної несумісності за гібридизації з житом, їх гібридизація та процес формування насіння вдається складно, а гібридне насіння не проростає у польових умовах. Схрещування видів *Triticum compactum* Host і *Triticum sphaerococcum* Perciv. з житом дає змогу отримати вищий рівень зав'язування насіння (10,5–20,2 %), проте зерно отримане за участю виду *Triticum compactum* Host. – не життєздатне, а гібридні рослини, отримані за участю виду *Triticum sphaerococcum* Perciv. – високостерильні.

2. Самозапилення гібридів F_2 сприяє поліпшенню показників зав'язування і схожості насіння, відновлення фертильності пилку та стабілізації генотипів на гексаплоїдному рівні. Повторне запилення пшенично-житніх гібридів F_2 пилком гексаплоїдних тритикале сприяє частковій стабілізації хромосомного набору і, як наслідок, відновлення фертильності пилку. Проте для отримання константних генотипів, нащадки необхідно стабілізувати.

3. Незалежно від рівня плоїдності тритикале зафіксовано низьку його сумісність з пшеницею спельта та елімусом піщаним є низькою. Контрольоване штучне самозапилення гібридів F_1 забезпечує вищу частку зав'язування насіння (1,1–9,0 %), порівняно зі спонтанним (до 3,0 %). Схожість насіння, отриманого від запилення гібридів F_1 фертильними формами тритикале – низька (до 25 %), незалежно від способу запилення та запилювача.

4. Встановлено, що гібридизація тривидових тритикале з пшеницею спельта дає змогу підвищити показники якості зерна в нащадків, зокрема, вміст у зерні білка (до 14,2 %) та клейковини I групи якості (до 27,8 %). Схрещування тритикале з елімусом піщаним призводить до подовження колосу, проте викликає істотне зниження всіх показників якості зерна.

5. Елімус піщаний доцільно використовувати донором генів довжини колосу в селекційних схемах створення нових зразків тритикале озимого.

6. За внутрішньовидової гібридизації отримано 23 високопродуктивні форми тритикале озимого. Серед створених матеріалів виділено один

карликовий зразок 103 ($h = 58$ см), чотири (87, 101, 102, 105) – короткостеблові ($h = 60\text{--}80$ см), один (70) – ранньостиглий (вегетаційний період 285 діб), дев'ять – з високими показниками продуктивності колосу (маса зерна з колосу – 2,12–2,38 г).

7. Доведено, що для ідентифікації гібридного рослинного матеріалу доцільно використовувати морфологічні ознаки, зокрема «чорне зebarвлення остюків», яка контролюється генами *Bla-1/bla-1*, *Bla-2/bla-2*.

За результатами досліджень опубліковано шість наукових праць [224, 448, 449, 451, 453, 46].

РОЗДІЛ 9

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОРЕНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ТА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

У результаті низки проведених досліджень з міжвидової та міжродової гібридизації, індивідуально-родинного добору та аналізу отриманих зразків створено сорти пшениці м'якої озимої Артаплот, Уманська царівна, Фрея Євразія та тритикале озимого Наварра і Стратег, які занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2018–2023 рр.

9.1 Агробіологічний потенціал сортів пшениці м'якої озимої Артаплот, Уманська царівна, Фрея, Євразія

Дослідження зі створення нових сортів пшениці м'якої озимої започатковано у 2010 р. д. б. н Ф. М. Парієм на дослідному полі Уманського національного університету. Сорти створено за складної ступінчатої гібридизації районуваних високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої (Копилівчанка, Крижинка, Колумбія, Миронівська 65, Глеваха, Мирхад), зразків пшениці східноєвропейського походження та власної селекції із зразком пшениці спельта (*Triticum spelta* L.) з передгірських районів Карпат з наступною гібридизацією отриманих нащадків між собою і за використання багаторазових індивідуальних доборів. За материнську форму для схрещувань використовували форми і сорти пшениці м'якої озимої, що запилювали пилком пшениці спельта. Гібриди F₁ ідентифікували за фенотиповим проявом морфологічних ознак спельти.

Генотип створених сортів поєднує генетичний матеріал, що створено в селекційних установах розташованих у віддалених еколого-географічних зонах України, зокрема, Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла НААН України, Інституту зернових культур НААН України, Інститут фізіології рослин та генетики НАН України та форми пшениці східноєвропейського походження, що дало змогу індукувати широкий формоутворювальний процес у нащадків та

розмах мінливості за низкою показників, зокрема, за висотою рослин, типом розвитку, остистістю та морфологічною будовою колосу, забарвленням рослин тощо.

За допомогою багаторазового індивідуального добору відібрано кращі зразки, що аналізували у селекційному розсаднику за проявом господарсько-цінних ознак. Паралельно відбирали типові колосся рослин пшениці для закладання розсадників випробування поколінь 1-го і 2-го року і ведення первинного насінництва. Після жорсткого вибракування сімей за показниками продуктивності та якості зерна було відібрано 18 номерів. Після апробації матеріалів виділили високопродуктивні зразки 1809, 3872, 6274 і 6750, що аналізували у конкурсному сортовипробуванні.

Зразок 1809 за період апробації (2013–2015 рр.) в умовах Уманського НУС мав врожайність на рівні 6,38 т/га (табл. 9.1). Зразок позитивно вирізнявся низьким (80 см), вирівняним стеблостоем та комплексною високою резистентністю до біотичних та абіотичних чинників довкілля. Зерно зразку 1809 за вмістом білка (14,9 %) і клейковини (36,1 %) достовірно перевищував груповий стандарт [461].

Зразок 6274 аналізували упродовж 2016–2018 рр. За цей період його врожайність становила 7,22 т/га, що істотно перевищувало середній груповий стандарт (табл. 9.1). Рослини характеризувалися вирівняним стеблостоем з висотою рослин 94 см та високою стійкістю до вилягання (9,0 балів). Відноситься до середньої групи стиглості (вегетаційний період 300 діб). За показниками якості зерна зразок істотно перевищував груповий стандарт, зокрема, мав вміст клейковини 41,0 %, білка – 15,8 %, масу 1000 зерен – 52,5 г., натуру зерна – 780 г/л. Позитивною характеристикою зразка 6274 є комплексна висока стійкість до основних хвороб та шкідників, вилягання та осипання [462].

Таблиця 9.1

Показники продуктивності зразків пшениці м'якої озимої 1809, 3872, 6750, 6274 за конкурсного випробування в умовах Уманського НУС

Показник	Зразок 1809*	Груповий стандарт**	<i>HIP</i> ₀₅	Зразок 3872*	Груповий стандарт**	<i>HIP</i> ₀₅	Зразок 6750*	Груповий стандарт**	<i>HIP</i> ₀₅	Зразок 6274*	Груповий стандарт**	<i>HIP</i> ₀₅
Урожайність, т/га	6,38	6,21	0,23	7,00	6,85	0,28	7,31	6,85	0,29	7,22	6,21	0,25
Висота рослин, см	80	86	4	98	92	4	85	92	4	94	86	4
Тривалість періоду вегетації, діб	287	290	13	280	278	13	274	278	13	300	290	14
Маса 1000 зерен, г	46,8	45,8	2,1	45,2	41,8	2,1	42,5	41,8	1,8	52,5	45,8	2,1
Натура зерна, г/л	690	680	31	780	780	35	780	780	35	780	680	31
Вміст білка, %	14,9	14,2	0,5	15,0	28,7	0,5	28,5	28,7	0,4	41,0	34,2	1,2
Вміст клейковини, %	36,1	34,2	1,2	33,5	14,0	1,1	13,9	14,0	0,8	15,8	14,2	0,5
Сила борошна, о. а.	300	285	14	280	285	13	290	285	14	320	290	15
Зимостійкість, бал	9,0	9,0	—	9,0	8,0	—	8,0	8,0	—	9,0	9,0	—
осипання	9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	9,0		8,8	9,0	
вилягання	9,0	8,6		9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	8,6	
кореневої гнилі	9,0	9,0		9,0	8,0		9,0	9,0		9,0	9,0	
борошнистої роси	8,2	8,4		8,0	8,0		8,0	8,0		8,6	8,4	
бурої іржі	8,5	8,5		8,0	9,0		9,0	8,0		9,0	8,5	
септоріозу	9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	9,0	
фузаріозу	8,7	9,0		9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	9,0	
твердої сажки	9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	8,8	
клопа-черепашки	9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	8,6	
внутрішньостеблових шкідників	9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	9,0		8,5	8,6	

Примітка. * – період апробації зразка 1809 – 2013–2015 рр., зразка 3872 – 2017–2019 рр., зразка 6274 – 2016–2018 рр., зразка 6750 – 2017–2019 рр.

** груповий стандарт – сорти пшениці м'якої озимої Копилівчанка, Фаворитка, Подолянка

Зразки 3872 та 6750 апробували упродовж 2017–2019 рр. Зразок 3872 за період конкурсного сортовипробування достовірно перевищував середній груповий стандарт за врожайністю (7,0 т/га), вмістом білка (15,0 %) та вмістом клейковини (33,5 %). За висотою рослин (98 см) зразок відносився до низькостеблової групи. Характеризувався скороченим періодом вегетації (на п'ять діб меншим середнього групового стандарту). Не поступався контролю за масою 1000 зерен (45,2 г), натурою зерна (780 г/л) та силою борошна (280 о. а.) [463].

Створений зразок 6750 істотно перевищував груповий стандарт за врожайністю (7,31 т/га) (табл. 9.1). Зразок характеризується вдалим поєднанням господарсько-цінних ознак, зокрема, короткостебловістю ($h = 85$ см), високою стійкістю до вилягання, осипання, збудників основних грибкових хвороб (8–9 балів) і зимостійкістю (9 балів). За показниками якості зерна (вміст клейковини 28,5 %, білка – 13,9 %, маса 1000 зерен – 42,5 г, сила борошна – 280 о.а.) не істотно відрізняється від показників контрольного варіанту [464].

За результатами конкурсного сортовипробування зразки 1809, 3872, 6274 та 6750 передано до Українського інститут експертизи сортів рослин для проведення Державної кваліфікаційної експертизи під назвами, відповідно, Артаплот, Фрея, Уманська царівна, Євразія. Визначення показників господарської придатності сортів пшениці м'якої озимої проводилось в обласних філіях УІЕСР, що розташовані у різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

Визначення показників господарської придатності сорту Артаплот проводили упродовж 2016–2018 рр. у зонах Полісся і Лісостепу. За цей період зафіксовано перевищення усередненої урожайності сортів, що пройшли Державну реєстрацію за попередні п'ять років у зоні Полісся на 0,53 т/га (табл. 9.2). Відмічено комплексну високу резистентність рослин сорту Артаплот до низки несприятливих чинників довкілля. Залежно від зони вирощування зафіксовано відмінності за показниками якості зерна, які були вищими для зони Лісостепу.

Таблиця 9.2

Результати польових досліджень показників господарської придатності сортів пшениці м'якої озимої¹

Показник	Уманська царівна ³			Артаплот ³			Фрея ³			Євразія ³		
	С ²	Л ²	П ²	С ²	Л ²	П ²	С ²	Л ²	П ²	С ²	Л ²	П ²
Середня врожайність сортів, що пройшли Державну реєстрацію за попередні п'ять років, т/га	5,28	6,71	5,87	5,18	6,38	5,66	5,19	6,69	5,99	5,33	6,97	6,26
Урожайність сорту за стандартної вологості (14 %), т/га	4,79	6,59	5,87	4,67	6,15	6,19	4,87	6,29	6,52	7,52	8,08	7,66
До середньої врожайності, ±	-0,49	-0,12	0,0	-0,51	-0,23	+0,53	-0,32	-0,40	+0,53	+2,19	+1,11	+1,40
Тривалість періоду вегетації, діб	268	259	273	259	266	272	273	260	283	274	269	268
Висота рослин, см	86	93	98	76,8	84	86	104	101	108	83	85	88
Маса 1000 зерен, г	40,4	44,1	40,5	36,8	43,3	46,0	45,2	46,0	42,1	39,0	41,1	44,1
Вміст білка, %	14,5	14,0	13,3	13,9	13,7	13,3	14,4	14,7	14,1	13,7	13,8	13,0
Вміст клейковини, %	28,8	28,1	26,7	27,9	28,2	26,7	29,2	30,3	27,7	28,1	27,4	25,1
Сила борошна, о.а.	253	244	182	260	260	260	214	237	131	282	269	239
Об'єм хліба зі 100 г борошна, мл	840	970	900	1020	1010	990	970	940	860	780	973	920
Стікість до, бал	вилягання	9,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	6,0	6,0	9,0	8,0
	осипання	8,0	9,0	9,0	9,0	8,7	8,5	9,0	8,0	9,0	9,0	9,0
	посухи	7,0	7,0	7,0	8,0	8,4	8,3	5,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	борошнистої роси	8,0	7,0	7,0	8,0	9,0	9,0	7,0	8,0	8,0	9,0	8,0
	бурої іржі	9,0	9,0	8,0	8,0	8,9	8,5	7,0	7,0	8,0	9,0	8,0
	фузаріозу колоса	9,0	8,0	6,0	8,0	9,0	8,8	9,0	8,0	6,0	9,0	9,0
	шведської мухи	8,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,7	7,0	9,0	9,0	8,0	9,0
	клопа-черепашки	8,0	8,0	9,0	9,0	8,7	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0
Зимостійкість, бал	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0
Морозостійкість за проморожування (за даними інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва)	6,7			6,5			6,5			1,0		

Примітка. ¹ – за даними Українського Інституту експертизи сортів рослин; ² С – Степ, Л – Лісостеп, П – Полісся; ³ – дослідження сорту Артаплот проведено впродовж 2016–2018 рр., сорту Уманська царівна – 2018–2020 рр., сорту Фрея – 2019–2021 рр., сорту Євразія – 2021–2023 рр.

Сорт Уманська царівна проходив кваліфікаційну експертизу впродовж 2018–2020 рр. у зонах Степу, Лісостепу та Полісся. За цей період урожайність сорту Уманська царівна у зоні Степу становила 4,79 т/га, Лісостепу – 6,59, Полісся – 5,87 т/га (табл. 9.2). Сорт характеризувався вмістом у зерні білка на рівні 13,3–14,5 %, клейковини – 26,7–28,8 %. Мав високі хлібопекарські властивості, зокрема, силу борошна в межах 182–253 о. а. та об'єм хліба зі 100 г борошна на рівні 840–970 мл. Сорт характеризувався високою стійкістю до осипання, бурої іржі, шведської мухи і клопа-черепашки у всіх регіонах тестування.

Сорт Фрея тестували упродовж 2019–2021 рр. у трьох ґрунтово-кліматичних зонах України (Степ, Лісостеп, Полісся). За період апробації урожайність сорту Фрея варіювала за зонами проведення досліджень від 4,87 т/га у зоні Степу до 6,52 т/га – на Поліссі (табл. 9.2). Проте суттєве збільшення врожайності (+0,39 т/га) відносно усередненої врожайності за останні п'ять років зафіксовано лише у зоні Полісся.

У всіх зонах проведення досліджень сорт мав підвищені показники вмісту в зерні білка та клейковини відносно середніх для зони показників. Так, у Лісостепу в зерні сорту Фрея містилося 14,7 % білка та 30,3 % клейковини, в той час, як усереднене для зони значення – 14,0 % білка, 29,0 % клейковини. В усіх регіонах проведення кваліфікаційної експертизи сорт мав високу стійкість (7–9 балів) до осипання, збудників бурої іржі, фузаріозу колосу, шведської мухи та клопа-черепашки і характеризувався високою зимостійкістю (9 балів) та морозостійкістю – вище середнього (6,5 балів).

Визначення показників господарської придатності сорту Євразія проводили упродовж 2021–2023 рр. За цей період середня врожайність сорту Євразія у зоні Степу становила – 7,52 т/га, Лісостепу – 8,08, Полісся – 7,66 т/га, що перевищувало усереднену врожайність сортів за п'ять попередніх років на 1,11–2,19 т/га (табл. 9.2). Сорт середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду залежно від зони вирощування варіювала в межах 268–274 доби. Характеризується короткостебловістю ($h = 83–88$ см) та комплексною

високою резистентністю до несприятливих біотичних та абіотичних чинників довкілля.

За результатами Державної кваліфікаційної експертизи сорти пшениці м'якої озимої Артаплот (2018 р.), Уманська царівна (2020 р.), Фрея (2021 р.) та Євразія (2023 р.) занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні і рекомендовано до вирощування в різних зонах України, зокрема, сорт Євразія – у зонах Лісостепу та Полісся, сорти Артаплот, Фрея, Уманська царівна – на Поліссі [465–473].

Сорт Артаплот за тривалістю вегетаційного періоду (266–272 діб) відноситься до середньостиглої групи рослин. Різновидність – *Erythrospermum*. Тип розвитку – озимий. Характеризується низькостебловістю ($h = 86$ см), що забезпечує високу стійкість до вилягання. За наявності прямостоячого куща рослини компактно розміщуються в просторі. Рослини зеленого забарвлення з сильним восковим нальотом. Колос остистий, білого забарвлення, за формою – призматичний, середньої довжини (14,0 см) та щільності (20 шт. колосків/10 см колосового стрижня). Зернівка світло-коричневого кольору, яйцеподібної форми, за розміром – крупна. Має задовільний рівень зимо- і посухостійкості, стійкий до осипання та проростання зерна в колосі, толерантний до борошнистої роси, бурої іржі, фузаріозу колосу.

Сорт Уманська царівна за тривалістю вегетаційного періоду (273 доби) відноситься до середньоранньої групи, за висотою рослин – до низькорослої групи (98 см). Різновидність – *Graecum*. Тип розвитку – озимий. Має напіврозлогу форму куща із помірним восковим нальотом на рослинах. Колос – пірамідальний, нещільний, остистий, солом'яно-жовтого забарвлення. Зернівка – яйцеподібна, довга, крупна, білого забарвлення. Має високу стійкість до осипання, борошнистої роси, шведської мухи, клопа-черепашки. Зимо- і моростійкість – вище середнього.

Сорт Фрея належить до середньоранньої групи рослин. Різновидність *Erythrospermum*. Тип розвитку – озимий. Вирізняється вирівняним стеблостоем і рівномірним досяганням. Кущ – напівпрямий, вегетативні органи рослини із

слабким восковим нальотом. Соломина – помірно виповнена. Колос – пірамідальний, нещільний, середньої довжини, остистий, білого кольору. Зернівка – яйцеподібна, крупна, червоного забарвлення. Має задовільний рівень зимо- та посухостійкості, толерантний до хвороб, стійкий проти осипання та проростання зерна в колосі.

Сорт Євразія вирізняється вирівняним стеблостом і рівномірним досяганням. Різновидність *Albidum*. Тип розвитку – озимий. Належить до середньоранньої групи рослин. Кущ напівпрямостоячий, рослини за висотою – середні з восковим нальотом. Колос – пірамідальний, середньої довжини (11,2 см) та щільності (22,0 шт. колосків/10 см колосового стрижня), у фазу повної стиглості — білого кольору, безостий, неопушений. Зернівка – яйцеподібна, крупна, білого кольору. Має комплексну стійкість до несприятливих чинників довкілля.

9.2 Агробіологічна характеристика сортів тритикале озимого Наварра і Стратег

Сорти тритикале озимого Наварра і Стратег створено методом віддаленої гібридизації тривидових форм тритикале та пшениці спельта, з наступними індивідуальними відборами у F_{2-4} і повторними поліпшуючими доборами за показниками продуктивності та якості зерна в F_{5-6} . За створення нових сортів ставилося на вирішення важливе завдання – підвищення вмісту білка та клейковини у зерні завдяки інтрогресії у генотип гексаплоїдних тритикале генетичного матеріалу пшениці спельта. Окрім того, до системи гібридизації залучено ярі сорти тритикале, що дозволяє спостерігати значне формоутворення, зокрема, високу частку та ступінь трансгресій щодо продуктивності, кущистості, маси зерна з рослин та маси 1000 насінин.

Під час гібридизації за материнську форму для схрещувань використовували сорти тритикале озимого Розівська 6 та Алкід, який запилювали пилом пшениці спельта. Гібриди першого покоління

характеризувалися стерильністю пилку. З метою підвищення фертильності проводили їх схрещування з фертильними формами гексаплоїдних тритикале.

За допомогою індивідуального добору було відібрано кращі форми тритикале озимого, що аналізували у селекційному розсаднику за низкою господарсько-цінних показників. Після апробації матеріалів відібрали лише чотири лінії, що підлягали детальному аналізу за рівнем прояву агрономічних та апробаційних ознак. Таким чином було відселектовано безосту лінію 455 (б/о) та зразок 491 (ост), що аналізували у конкурсному випробуванні впродовж 2013–2015 рр. в умовах Уманського національного університету і передали у 2015 р. до Українського інституту експертизи сортів рослин для проведення формальної і кваліфікаційної експертизи під назвами відповідно Наварра і Стратег [474, 475].

Тестування створених сортів проводили упродовж 2016–2018 рр. в 17 філіях Українського інституту експертизи сортів рослин, що розташовані в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

Результати польових досліджень показників господарської придатності свідчать, що середня врожайність сорту Наварра в зоні Лісостепу становила 5,43 т/га, у Поліссі – 4,48 т/га (табл. 9.3). Сорт Стратег характеризувався вищою врожайністю, яка у зоні Лісостепу склала – 5,84 т/га, на Поліссі – 4,53 т/га.

За тривалістю вегетаційного періоду (276–283 доби) та залежно від зони досліджень між створеними сортами суттєвих відмінностей не зафіксовано. Проте сорт Стратег суттєво перевищував сорт Наварра за висотою рослин, що для сорту Стратег залежно від регіону досліджень варіювала в межах 113–131 см, у сорту Наварра висота рослин становила 105–113 см. Формування високого стеблостою негативно вплинуло на стійкість рослин до вилягання, яка для сорту Стратег у зоні Полісся становила 6,5 балів, у Лісостепу – 7,5 балів.

За показниками якості зерна створені сорти суттєво не відрізнялися, проте зафіксовано їх варіювання залежно від зони тестування.

**Результати польових досліджень показників господарської придатності
сортів тритикале озимого, 2016–2018 рр.***

Показник		Сорт			
		Наварра		Стратег	
		Л**	П**	Л**	П**
Середня врожайність сортів, що пройшли Державну реєстрацію за попередні п'ять років, т/га		5,59	4,46	5,59	4,46
Урожайність сорту за стандартної вологості (14 %), т/га		5,43	4,48	5,84	4,53
До середньої врожайності, ±		-0,16	+0,02	+0,25	+0,07
Тривалість періоду вегетації, діб		283	277	283	276
Висота рослин, см		105	113	113	131
Маса 1000 зерен, г		47,0	46,0	49,0	49,0
Вміст білка, %		13,9	12,9	13,8	13,2
Стікість до, бал	вилягання	8,0	8,0	7,5	6,5
	осипання	7,0	7,0	8,0	8,0
	посухи	8,0	8,0	8,0	8,0
	борошнистої роси	8,0	8,0	9,0	9,0
Зимостійкість, бал		9,0	8,9	8,0	8,0
Череззерниця, %		9,4	8,9	4,8	10,2

*Примітка. * – за даними Українського Інституту експертизи сортів рослин; ** Л – Лісостеп, П – Полісся.*

У зоні Лісостепу зафіксовано масу 1000 насінин на рівні 47,0–49,0 г, вміст білка – 13,8–13,9 %, що перевищувало аналогічні показники у зоні Полісся, відповідно, на 1,5–2,0 г і 0,6–0,9 %.

У регіонах проведення досліджень зафіксовано високий рівень стійкості до несприятливих біотичних та абіотичних чинників довкілля, зокрема, осипання (7,0–8,0 балів), посухи (8,0 балів), борошнистої роси (8,0–9,0 балів), вилягання

(6,5–8,0 балів). Рівень череззерниці для обох сортів був невисоким і не перевищував 10,2 %.

За результатами кваліфікаційної експертизи сорти тритикале озимого Наварра і Стратег занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні в 2018 році і рекомендовано до вирощування в зоні Полісся [465, 476, 477].

Сорт Наварра за сукупністю фенотипових і апробаційних ознак відносить до різновидності *Erythrospermum*, за рівнем плоїдності – до гексаплоїдних форм ($2n = 6x = 42$). Тип розвитку – озимий. Тривалість вегетаційного періоду – 275–280 діб, група стиглості – середньорання. Характерною особливістю сорту є вирівняний стійкий до вилягання стеблостій. Формує колос із низьким рівнем череззерниці, що рівномірно досягає. Форма куща – напівпрямостояча. Рослини за висотою – середні з помірним восковим нальотом. Колос – остистий, сіро-димчастого забарвлення, пірамідальної форми, середньої довжини (11,4 см), нещільний (16,0 шт. колосків/10 см колосового стрижня). Зернівка – зморшкувата, середньої величини, яйцеподібної форми, світло-коричневого забарвлення.

Сорт Стратег – відносить до різновидності *Lutescens*. Рівень плоїдності – гексаплоїд ($2n = 6x = 42$). Тип розвитку – озимий. Характерною фенотиповою особливістю сорту є безостий колос, генотиповою особливістю є наявність пшенично-житньої транслокації *1RS/1AL*. Тривалість вегетаційного періоду – 275–280 діб, група стиглості – середньорання. Форма куща – напівпрямостояча, рослини високі з помірним восковим нальотом. Форма колосу – напівбулавовидна. Колос – білого забарвлення, безостий, довгий (13,8 см), нещільний (16,0 шт. колосків/10 см колосового стрижня). Зернівка – яйцеподібної форми, світло-коричневого забарвлення із легко зморшкуватим ендоспермом, крупна.

9.3 Економічна ефективність вирощування створених сортів

Першочергове значення за будь-якої технології вирощування культури належить економічним критеріям. Важливими питаннями під час створення сорту є його господарсько-цінні характеристики і конкурентоспроможність за врожайністю та прибутковістю. Першочергове значення за будь-якої технології вирощування культури належить економічним критеріям. Важливими питаннями під час створення сорту є його господарсько-цінні характеристики і конкурентоспроможність за врожайністю та прибутковістю.

Основним критерієм, що характеризує господарську придатність будь-якого сорту є врожайність, від якої залежить рівень інших показників економічної ефективності його вирощування, зокрема, валовий збір, реалізаційна ціна, чистий прибуток від реалізації зерна, собівартість виробленої продукції і рівень рентабельності.

У табл. 9.4 наведено розрахунки економічної ефективності вирощування створених сортів пшениці м'якої озимої і тритикале озимого, занесених до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні, за сортовипробування в умовах дослідного поля Уманського НУС. В основу розрахунків економічної ефективності обрані ціни на сільськогосподарську та промислову продукцію, що склалися на біржовому ринку України в 2023 році, зокрема, реалізаційна ціна товарного зерна пшениці м'якої озимої – 5500,00 грн/т, тритикале озимого – 4800,00 грн/т. Виробничі витрати розраховували згідно типових технологічних карт вирощування досліджуваних культур для зони Лісостепу.

З урахуванням розрахованих згідно типових технологічних карт, витрат на вирощування культур: пшениця м'яка озима – 22830 грн/га; тритикале озиме – 20500 грн/га і реалізаційної ціни 1 т продукції рівень рентабельності для створених сортів склав: Артаплот – 50 %, Уманська царівна – 62 %, Фрея – 61 %, Євразія – 60 %, Стратег – 25 %, Наварра – 39 %.

Таблиця 9.4

Економічна ефективність вирощування створених сортів, 2024 р.

Показник	Пшениця м’яка озима					Тритикале озиме		
	Сорт							
	Стандарт *	Артаплот	Уманська царівна	Фрея	Євразія	Стандарт **	Стратег	Наварра
Урожайність, т/га	6,21	6,25	6,71	6,69	6,65	5,17	5,33	5,97
Приріст (±) до стандарту, т/га	–	+0,04	+0,50	+0,48	+0,44	–	+0,17	+0,80
Ціна реалізації, грн/т	5500,00	5500,00	5500,00	5500,00	5500,00	4800,00	4800,00	4800,00
Вартість валової продукції, грн/га	34155,00	34375,00	36905,00	36795,00	36575,00	24816,00	25584	28656
Матеріально- грошові затрати, грн/га	22830,00	22830,00	22830,00	22830,00	22830,00	20500,00	20500	20500
Собівартість зерна, грн/т	3676,00	3652,00	3402,00	3412,00	3433,00	3965,00	3846,00	3433,00
Умовно-чистий прибуток, грн/га	11325,00	11545,00	14075,00	13965,00	13745,00	4316,00	5084,00	8065,00
Рентабельність, %	49	50	62	61	60	21	25	39

Примітка. * груповий стандарт – сорти пшениці м'якої озимої Копилівчанка, Фаворитка, Подолянка; ** груповий стандарт – сорти тритикале озимого Алкід, Раритет.

Проведені розрахунки підтверджують високу економічну ефективність впровадження у сільськогосподарське виробництво отриманих сортів. Очікуваний умовно-чистий прибуток за вирощування створених сортів пшениці

м'якої озимої складає 11545,00–14075,00 грн/га, тритикале озимого – 5084,00–8065,00 грн/га.

Висновки за розділом 9:

1. За міжвидової (пшениця м'яка × спельта) та міжродової (тритикале × спельта) гібридизації створено сорти пшениці м'якої озимої Артаплот, Уманська царівна, Фрея, Євразія та тритикале озимого Наварра і Стратег, які занесені до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2018–2023 рр. і рекомендовано до вирощування в зонах Лісостепу і Полісся.

2. Встановлено високу економічну ефективність вирощування створених сортів пшениці м'якої озимої та тритикале озимого, оскільки рівень рентабельності для сортів пшениці варіює у межах 50–62 %, тритикале озимого – 25–39 %, а умовно чистий прибуток за вирощування пшениці м'якої озимої складає 11545,00–14075,00 грн/га, тритикале озимого – 5084,00–8065,00 грн/га.

За матеріалами розділу опубліковано шість наукових праць, отримано чотири авторських свідоцтва про право власності на сорти рослин та чотири патенти на сорти [464–467, 469–480].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми щодо обґрунтування, розробки та впровадження нових селекційних технологій і методичних підходів створення вихідного матеріалу та добору генетичних джерел у селекції на якість зерна пшениці м'якої озимої, пшениці спельта озимої і тритикале озимого для отримання сортів з високими показниками врожайності та якості зерна.

1. Визначено, що міжвидова гібридизація *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. і міжродова гібридизація *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. є ефективним способом розширення генетичного різноманіття та підвищення показників якості зерна. Розроблено та теоретично обґрунтовано нові технології селекційного процесу створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої, пшениці спельта озимої і тритикале озимого, що дозволяють отримувати константні високопродуктивні генотипи з високими показниками якості зерна.

2. Проаналізовано сумісність видів, характер успадкування та рівень гетерозису за основними господарсько-цінними ознаками. Встановлено, що за міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. висота рослин успадковується за типом проміжного успадкування, довжина колосу – за типом від'ємного домінування або проміжного успадкування, а кількість колосків, кількість зерен і маса зерна з колосу – за типом проміжного успадкування або позитивного домінування.

3. Встановлено, що форма колосу у гібридів F₂ (*Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L.) успадковується за типом домінантного епістазу. Спельтоїдний тип колосу є домінантним до типової форми колосу пшениці м'якої, а скверхедний тип – рецесивним. У нащадках F₂ розщеплення на безості й остисті форми відбувається за схемою 3 : 1 з кількісною перевагою безостих форм, що підтверджує домінування безостості над остистістю. Червоне забарвлення

колосу в гібридів F_2 домінує над білим незалежно від генотипів пшениці м'якої, включених у комбінацію схрещування.

4. Удосконалено класифікацію зразків пшениці за формою колосу, згідно з якою все різноманіття матеріалу, отримане за гібридизації *Triticum aestivum* L. $\times$ *Triticum spelta* L. розділено на шість морфотипів: спельти, спельтоїди, форми з типовим колосом пшениці м'якої, скверхеди, субкомпактоїди і компактоїди для використання в селекційній практиці з метою систематизації генетичного різноманіття, отриманого за різних систем гібридизації.

5. Встановлено, що гібридизація низькостеблових сортів пшениці м'якої озимої (сорти Харус, Крижинка, Панна, Селянка, Фарандоль, Фаворитка) із високостебловою пшеницею спельта (сорт Зоря України) дозволяє відібрати серед нащадків F_{2-3} трансгресивні низькостеблові генотипи пшениці спельта, що характеризуються високою врожайністю (понад 5,5 т/га) та якістю зерна (скловидність – понад 80 %, вміст білка – 20–22 %, клейковини – 45–50 %). Зниження висоти стеблостою пшениці спельта дозволяє підвищити її врожайність, що підтверджується негативною кореляцією середньої сили між цими показниками ($r = -0,60 \pm 0,02$). Виділено константи високопродуктивні низькостеблові зразки пшениці спельта 1817 (урожайність – 5,79 т/га) і 1559 (5,75 т/га), що вдало поєднують високу врожайність і якість зерна (маса 1000 зерен – 64,4 г, вміст білка – 21,0 %, клейковини – 43,7 %).

6. Показано можливість селекційно-генетичного поліпшення ознаки «якість обмолоту» пшениці спельта, що контролюється геном *Q/q*, за гібридизації видів *Triticum aestivum* L. $\times$ *Triticum spelta* L. Створено зразок 123, що характеризується поліпшеним обмолотом (90 %), високою врожайністю (6,16 т/га) та якістю зерна (сила борошна – 328 о. а., твердість зерна – 65,9 о. п., вміст білка – 14,9 %, клейковини – 30,2 %).

7. Обґрунтовано параметри моделі сорту пшениці спельта озимої для умов Правобережного Лісостепу України, що забезпечує врожайність на рівні 5,5–6,0 т/га: висота рослин – 80–100 см, кількість продуктивних стебел – 3,7–

4,2 шт., вегетаційний період – 300–305 діб, маса зерна з колосу – не менше 2,3–2,5 г, кількість зерен у колосі – не менше 45–50 шт., щільність колосу – 16,0 шт. колосків/10 см колосового стрижня, якість обмолоту – 80–85 %; вміст у зерні білка та клейковини – 18–21 % і 39–45 %, відповідно.

8. Встановлено, що у гібридів F_1 (*Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell) спельтоїдна форма, фіолетове забарвлення і безостість колосу домінують над формою колосу типу «емер», білим забарвленням і остистістю.

9. Встановлено, що у гібридів F_1 (*Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum compactum* Host.) морфологічні ознаки рослин (висота рослин, довжина колосу та його щільність і маса зерна з колосу) успадковуються за типом проміжного успадкування. У потомстві F_2 ознаки опушення і плівчастість колосу мають домінантний моногенний характер успадкування. Форма колосу успадковується моногенно за типом неповного домінування.

10. Проаналізовано частоту та ступінь позитивних трансгресій у створених інтрогресивних форм і встановлено, що у гібридів F_{2-3} (*Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell) найвищу частку позитивних трансгресій зафіксовано за масою зерна з колосу (1,9–3,2 %) і довжиною колосу (1,2–2,5 %), а у гібридів F_{3-4} (*Triticum spelta* L. $\times$ *Triticum compactum* Host.) – за кількістю колосків (28,1–28,5 %) і зерен (23,4–51,0 %) у колосі та масою зерна з колосу (20,3–32,1 %).

11. У результаті гібридизації пшениці спельта з видами *Triticum compactum* Host. і *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell сформовано колекцію вихідного матеріалу з широкою генетичною основою та виділено низку форм з високим рівнем прояву господарсько-цінних показників, зокрема, зразок 230 з урожайністю 5,35 т/га і масою 1000 зерен 44,8 г та зразок 227 з вмістом білка – 20,4 %, клейковини – 44,0 %.

12. Проведено розрахунок параметрів адаптивності створених зразків пшениці, що дозволив диференціювати їх за нормою реакції на зміну умов вирощування та адаптивним потенціалом. Виділено матеріали пшениці м'якої

озимої – зразки 1692, 3872, 4075, 6274, 6750, пшениці спельта озимої – зразки 66, 124, 1786, 1817, 230, 241, 247, спельтоподібні форми – зразки 1561, 1766, 1809, що характеризуються високою екологічною пластичністю ($b_i = >1$), гомеостатичністю ($Hom = 116,6-262,2$) та селекційною цінністю ($Sc = 6,4-7,4$). Їх доцільно використовувати вихідним матеріалом у селекції на адаптивність.

13. Встановлено, що зразки пшениці спельта озимої за технологічними властивостями перевищують зразки пшениці м'якої озимої, а форми, створені за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell за технологічними властивостями зерна знаходяться на проміжному рівні між вихідними формами. Виділено генотипи, що істотно перевищують стандарт за вмістом у зерні білка (на 0,8–2,6 %), клейковини (на 2–5 %) та силою борошна (на 8–70 о. а.) – зразки 42, 242, 268, 302, 370, твердістю зерна (на 4,2–25,2 о. п.) – зразки 42, 242, 268, 3872, 4075, 6274, 6750, показником седиментації (на 4,7–15,1 мм) – зразки 42, 138, 242, 268, 302, 370.

14. Доведено, що види *Triticum spelta* L. (сорт Зоря України) та *Triticum petropavlovskyi* Udacz. мають високий рівень прогамної і постгамної несумісності, їх гібридизація та процес формування насіння вдається складно, а гібридне насіння не життєздатне. Схрещування видів *Triticum compactum* Host. і *Triticum sphaerococcum* Perciv. із житом дає змогу отримати вищий рівень зав'язування насіння, проте зерно отримане за участі виду *Triticum compactum* Host. – не життєздатне, а гібридні рослини, отримані за участю виду *Triticum sphaerococcum* Perciv. – високостерильні.

15. Встановлено, що самозапилення пшенично-житніх гібридів F_2 сприяє поліпшенню показників зав'язування і схожості насіння, відновленню фертильності пилку та стабілізації генотипів на гексаплоїдному рівні. Повторне їх запилення пилком гексаплоїдних тритикале (сорт Алкід, Раритет, Ладне, Наварра, Бета) сприяє відновленню фертильності пилку, проте для отримання константних генотипів, нащадки потребують стабілізації.

16. Доведено, що сумісність тритикале (сорт Алкід, Розівська 6, Раритет, Ладне, Бета, Сувенір) з пшеницею спельта (сорт Зоря України) та

елімуsom піщаним – низька незалежно від октаплоїдного (2,8–3,2 %) чи гексаплоїдного (4,4–8,0 %) рівня плоїдності культури. Контрольоване штучне запилення гібридів F₁ забезпечує вищу частку зав'язування насіння (1,1–9,0 %), порівняно зі спонтанним (до 3,0 %), проте схожість насіння, отриманого від запилення гібридів F₁ фертильними формами тритикале, незалежно від способу запилення та запилювача, – низька (до 25 %).

17. Встановлено, що гібридизація тривидових тритикале (сорт Алкід, Розівська 6, Раритет, Ладне, Бета, Сувенір) з пшеницею спельта (сорт Зоря України) підвищує показники якості зерна у нащадків, зокрема, вміст білка на 0,5–2,5 % і клейковини на 1,0–6,0 %. Схрещування тритикале з елімуsom піщаним забезпечує подовження колосу на 7,3–8,5 см, проте знижує якість зерна в нащадків (до 22,1–23,6 % клейковини, 11,1–11,6 % білка).

18. Теоретично обґрунтовано можливість ідентифікації гібридного рослинного матеріалу тритикале озимого за використання маркерних ознак, зокрема, «чорне забарвлення остюків», що контролюються генами *Bla-1/bla-1*, *Bla-2/bla-2*.

19. За міжвидової (*Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L.) і міжродової (*Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L.) гібридизації створено сорти пшениці м'якої озимої Артаплот, Уманська царівна, Фрея, Євразія та тритикале озимого Наварра і Стратег, які занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні (2018–2023 рр.) і рекомендовано до вирощування в зонах Лісостепу і Полісся. Встановлено високу економічну ефективність вирощування створених сортів пшениці м'якої озимої і тритикале озимого та рівня рентабельності 39–62 % та умовно чистого прибутку для сортів пшениці м'якої озимої – 11545,00–14075,00 грн/га, тритикале озимого – 5084,00–8065,00 грн/га.

20. За міжвидової гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. створено і виділено зразки з високими показниками продуктивності, що доцільно використовувати у селекційному процесі донорами генів окремих господарсько-цінних ознак: зразки пшениці м'якої озимої 3872 (вміст білка – 15,8 %,

урожайність – 7,12 т/га), 6274 (врожайність – 7,12 т/га), 6750 (врожайність – 7,28 т/га), 1710 (маса 1000 зерен 59,1 г); зразок пшениці спельта 155, що вирізняється високою врожайністю (5,36 т/га) і вільним обмолотом зерна (92 %) та зразки 40 і 86, що містять у зерні білка – 30,1 і 26,2 %, клейковини – 63,2 і 54,0 % відповідно.

21. За технологічними властивостями вирізнялися зразки пшениці м'якої озимої 4075, 3872 і 6750 з об'ємом хліба 940–960 см³. Оптимальну сукупність якісних і кулінарних показників фіксували з борошна зразків пшениці м'якої озимої 4075 (загальна кулінарна оцінка 8,6 балів) і 6274 (загальна кулінарна оцінка 8,3 бали), дещо нижчу – у форм пшениці спельта озимої (7,8–8,0 бали) та ліній, створених за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell (8,0 балів).

22. За внутрішньовидової гібридизації отримано 23 високопродуктивні форми тритикале озимого, зокрема, карликовий зразок 103 (висота рослин = 58 см), короткостеблові зразки 87, 101, 102, 105 – (висота рослин = 60–80 см), ранньостиглий зразок 70 (вегетаційний період 285 діб), та зразки 28, 35, 61, 68, 112, 455 з високими показниками продуктивності колосу (маса зерна з колосу – 2,12–2,38 г).

23. Створено колекцію рекомбінантних форм, що включають понад 500 зразків пшениці м'якої озимої, 200 номерів пшениці спельта озимої та 300 зразків тритикале озимого.

РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ ТА ВИРОБНИЦТВУ

Для використання у прикладних і теоретичних селекційних та навчальних програмах рекомендуються:

– вдосконалені технології селекційного процесу створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої, пшениці спельта озимої і тритикале озимого з визначеними господарсько-цінними ознаками для отримання високопродуктивних сортів з відмінними показниками якості зерна;

– розроблену загальну технологічну схему селекційного покращення пшениці спельта озимої, використання якої дозволяє отримувати константні високопродуктивні генотипи з високими показниками якості зерна та вирішити актуальні нерозв'язані проблеми селекції культури, зокрема, зниження висоти рослин і створення форм із оптимальною струкурою колосу;

– запропоновану класифікацію зразків пшениці за формою колосу, згідно з якою все отримане різноманіття матеріалу розділено на шість морфотипів (спельти, спельтоїди, форми з типовим колосом пшениці м'якої, скверхеди, субкомпактоїди, компактоїди);

– спосіб ідентифікації рослинного матеріалу тритикале озимого за морфологічною маркерною ознакою «чорне забарвлення остюків», що спрощує ідентифікацію рослин і дозволяє контролювати вирівняність і однорідність популяції;

– створений вихідний матеріал – донор генів господарсько-цінних ознак пшениці м'якої озимої (високопродуктивні зразки 255, 340, 1809, 3872, 4075, 6750, отримані за гібридизації з пшеницею спельта), пшениці спельта озимої (низькорослі генотипи 1559, 1755, 1786, 1817, форми з поліпшеним обмолотом зерна 123, 1695, 1725, зразки з підвищеним вмістом в зерні білка і клейковини 13, 40, 66, 86, 179, 202, 1559), тритикале озимого (низькостеблові і карликові генотипи 33, 56, 83, 103, форми з високою врожайністю 35, 61, 68, 112, 286, 347, 455, 491, зразки з підвищеним вмістом в зерні білка і клейковини 28, 455, 491)

для залучення в селекційний процес отримання нових високопродуктивних сортів озимих зернових культур;

Для використання в сільськогосподарському виробництві рекомендуються створені та занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, сорти:

- пшениці м'якої озимої Артаплот, Уманська царівна, Фрея, Євразія;
- тритикале озимого Наварра і Стратег.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Matsuoka Y. Evolution of Polyploid *Triticum* Wheats under Cultivation: The Role of Domestication, Natural Hybridization and Allopolyploid Speciation in their Diversification. *Plant and Cell Physiology*. 2011. Vol. 52. Iss. 5. P. 750–764.
2. Huang S., Sirikhachornkit A., Faris J.D. et al. Phylogenetic analysis of the acetyl-CoA carboxylase and 3-phosphoglycerate kinase loci in wheat and other grasses. *Plant Mol.Biol.* 2002. Vol. 48. №. 5–6. P. 805–820.
3. Biradar S. S., Yashavanthakumar K. J., Navathe S., Reddy U. G., Baviskar V. S., Gopalareddy K., Lamani K., Desai S. A. Chapter – Dicocum Wheat: Current Status and Future Perspectives. *New Horizons in Wheat and Barley Research*. 2021. doi: 10.1007/978-981-16-4449-8_21.
4. Charmet G. Wheat domestication: Lessons for the future. 2011. № 334. P. 212–220. doi: 10.1016/j. crvi.2010.12.013.
5. Шелепов В. В., Маласай В. М., Пензев А. Ф. Морфологія, біологія, господарська цінність пшениці: монографія. Миронівка, 2004. 524 с.
6. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солоня В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць: монографія. Миронівка, 2012. 326 с.
7. Богуславський Р. Л., Голик О. В. Рід *Aegilops* L. як генетичний ресурс селекції: монографія. Харків, 2004. 236 с.
8. Dvorak J, Luo MC. Caligari PDS, Brandham PE. Evolution of free-threshing and hulled forms of *Triticum aestivum*: old problems and new tools. *Wheat Taxonomy: The Legacy of John Percival*. London Academic Press, 2001. P. 127–136.
9. Dvorak J. Di., Terlizzi P., Zhang H. B., Resta P. The evolution of polyploid wheats: identification of the A genome donor species. *Genome*. 1993. Vol. 36. P. 21–31.
10. Zohary D., Hopf M. Domestication of plants in the old world. Oxford: Claredon Press, 1988. 249 p.

11. Nesbitt M. Wheat evolution: integrating archaeological and biological evidence. Wheat taxonomy: the legacy of John Percival. *The Linnean: special issue*. 2001. № 3. P. 37–59.
12. Levy A. A., Feldman M. Evolution and origin of bread wheat. *Plant Cell*. 2022. № 34(7). P. 2549–2567.
13. Жебрак А. Р. Синтез новых видов пшениц. М., 1944. 53 с.
14. Cavanagh C. R., Chao S., Wang S., Huang B. E. et al. Genome-wide comparative diversity uncovers multiple targets of selection for improvement in hexaploid wheat landraces and cultivars. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2003. № 110. P. 8057–8062.
15. Goncharov N. P. Genus *Triticum* L. taxonomy: the present and the future. *Plant Syst. Evol.* 2011. № 295. P. 1–11. doi: 10.1007/s00606-011-0480-9.
16. Dvorak J. Triticeae genome structure and evolution. *Genetics and Genomics of the Triticeae, Plant Genetics and Genomics: Crops and Models*. Springer, Berlin, Germany, 2009. P. 685–711.
17. Feldman M, Levy A. A. Genome evolution due to allopolyploidization in wheat. *Genetics*. 2012. № 192. P. 763–774.
18. Bencze S., Makádi M., Aranyos T. J., Földi M., Hertelendy P. Mikó P., Bosi S., Negri L., Drexler D. Re-Introduction of Ancient Wheat Cultivars into Organic Agriculture – Emmer and Einkorn Cultivation Experiences under Marginal Conditions. *Sustainability*. 2020. № 12. 1584. doi: 10.3390/su12041584.
19. Danilova T. V., Friebe B., Gill B. S. Development of a wheat single gene FISH map for analyzing homoeologous relationship and chromosomal rearrangements within the *Triticeae*. *Theoretical and Applied Genetics*. 2014. № 127. P. 715–730. <https://doi.org/10.1007/s00122-013-2253-z>.
20. Giles R. J., Brown T. A. GluDy allele variations in *Aegilops tauschii* and *Triticum aestivum*: implications for the origins of hexaploid wheats. *Theor Appl Genet*. 2006. № 112. P. 1563–1572.
21. Kerber E. R. Wheat: reconstitution of the tetraploid component (AABB) of hexaploids. *Science*. 1964. № 143. P. 253–255.

22. Власенко В. А. Селекція пшениці. *Спеціальна селекція і насінництво польових культур*. Біла Церква: Білоцерківська книжкова фабрика, 2010. С. 3–33.
23. Hong-Qing Ling, Bin Ma, Xiaoli Shi, Hui Liu, Lingli Dong, Hua Sun et al. Genome sequence of the progenitor of wheat A subgenome *Triticum urartu*. *Nature*. 2018. Vol. 557. P. 424–428.
24. Kihara H. Factors affecting the evolution of common wheat. *Ind. J. Genet. Pl. Breed.* 1966. № 26. P. 14–28.
25. Suemoto H. The origin of the cytoplasm of tetraploid wheats. *Proc. III Int. Wheat Genet. Symp.*, Camberra, 1968. P. 141–152.
26. Бабенко Л. М., Рожков Р. В., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Водка М. В., Косаківська І. В. *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl.: походження, біологічна характеристика й перспективи використання в селекції та сільському господарстві. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2017. Вип. 2 (41). С. 92–102.
27. Kerber E. R., Rowland G. G. Origin of the free threshing character in hexaploid wheat. *Can J Genet Cytol.* 1974. № 16. P. 145–154 .
28. Mandini L., Grausgruber H., Porceddu E., Pagnotta M. A. Assessement of genetic diversity in European emmer wheat populations. *Proceedings of 11 th International Wheat Genetics Symposium*. Australia, University Publishing Service of Sydney, 2008. V. 1. P. 264–266.
29. Твердохліб О.В., Богуславський Р.Л. Видове різноманіття пшениці, напрямки і перспективи його використання. *Зб. наук. праць Уманськ. нац. ун-ту садівництва*. 2012. Вип. 80. С. 37–47.
30. Tsunewaki K. Cytoplasmic variation in *Triticum* and *Aegilops*. *Proc. 7th Intern. Wheat Genet. Symp.* Kyoto, 1988. P. 53–62.
31. Andrews A. C. The genetic origin of spelt and related wheats. *Der Züchter*. 1964. № 34. P. 17–22.
32. Dvorak J. Genome analysis in the *Triticum*-*Aegilops* alliance. In AE Slinkard, ed, *Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium*.

University Extension Press, University of Saskatoon, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 1998. P. 8–11.

33. McFadden E. S., Sears E. R. The origin of *Triticum spelta* and its free-threshing hexaploid relatives. *J. Hered.* 1946. № 37. P. 81–89.

34. Kihara H. Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops* VII. Kurze Übersicht über die Ergebnisse der Jahre 1934–36. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. 1937. № 41. P. 1–61.

35. Kuckuck H., Schiemann E. Über das Vorkommen von Speltz und Emmer (*Triticum spelta* L. und *Tr. dicoccum* Schübl.) im Iran. Z. Pflanzenzücht. 1957. № 38. P. 383–396.

36. Dvorak J. Triticeae genome structure and evolution. *Genetics and Genomics of the Triticeae, Plant Genetics and Genomics. Crops and Models*. Berlin: Springer. 2009. P. 685–711.

37. Ogihara Y., Tsunewaki K. Diversity and evolution of chloroplast DNA in *Triticum* and *Aegilops* as revealed by restriction fragment analysis. *Theor. Appl. Genet.* 1988. Vol. 76. P. 321–332.

38. Feldman M., Sears E. R. The wild gene resources of wheat. *Sci Am.* 1981. № 244. P. 102–112.

39. Guo W., Xin M., Wang Z., Yao Y., Hu Z., Song W., Yu K., Chen Y., Wang X., Guan P. Origin and adaptation to high altitude of Tibetan semi-wild wheat. *Nat Commun.* 2020. № 11. P. 5085.

40. Новак Ж. М., Полянецька І. О., Любич В. В. Порівняльна характеристика тетраплоїдних видів пшениці в Правобережному Лісостепу. Збірник наукових праць УНУС. 2022. Вип. 100. С. 215–224.

41. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J. Gene Symbols for Wheat. 11th Intern. Wheat Symposium. Brisbane, 2008. 92 p.

42. Gulyás G., Rakszegi M., Bognár Z., Láng L., Bedő Z. Evaluation of Genetic Diversity of Spelt Breeding Materials Based on AFLP and Quality Analyses. *Cereal Research Communications*. 2012. Vol. 40. № 2. P. 185–193.

43. Новак Ж. М., Жекова І. О. Формотворчий процес у гібридів спельти та м'якої пшениці. Матеріали III Міжнародної конференції молодих науковців «Біологія: від молекули до біосфери». Харків, 2008. С. 67–72.
44. Полянецька І. О. Селекційно-генетичне покращення *Triticum spelta* L. та використання її в селекції *Triticum aestivum* L.: автореф. дис. к. с.-г. н. Київ, 2012. 20 с.
45. Нінієва А. К. Успадкування ознак продуктивності колоса гібридами спельти ярої (*T. spelta* L.) з пшеницею м'якою ярою. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 4. С. 36–41.
46. Парій Ф. М., Заболотна І. Р. Спельта: сучасний стан і перспективи селекції. *Вісник Сумського НАУ*. 2013. Вип. 11(36). С. 169–173.
47. Бабенко Л. М., Господаренко Г. М., Рожков Р. В., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Бабенко А. В., Косаківська І. В. *Triticum spelta*: походження, біологічна характеристика, перспективи використання в селекції та сільському господарстві. *Regul. Mech. Biosyst.* 2018. № 9(2). С. 250–257.
48. Alvarez J. B., Guzmán C. Spanish Ancient Wheat: A genetic resource for wheat quality breeding. *Advances in Crop Science and Technology*. 2013. № 1(1). С. 1–7.
49. Caballero L., Martin L. M., Alvarez J. B. Agrobiodiversity of hulled wheats in Asturias (North of Spain). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2007. № 54(2). С. 267–277.
50. Fans J. D., Simons K. J., Zhang Z., Gill B. S. The wheat super domestication gene *Q*. *Frontiers of Wheat Bioscience*. 2006. № 100. P. 129–148.
51. Nesbitt M. Wheat evolution: Integrating archaeological and biological evidence. *Wheat taxonomy: The legacy of John Percival*. 2001. Special Issue. P. 37–59.
52. Poltoretskyi S., Hospodarenko H., Liubych V., Poltoretska N., Demydas H. Toward the theory of origin and distribution history of *Triticum spelta* L. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8. P. 263–268.

53. Blatter R. H. E., Jacomet S., Schlumbaum A. About the origin of European spelt (*Triticum spelta* L.): allelic differentiation of the HMW glutenin B1-1 and A1-2 subunit genes. *Theor. Appl. Genet.* 2004. № 108. P. 360–367.
54. Würschum T., Leiser W. L., Weissmann S., Maurer H. P. Genetic architecture of male fertility restoration of *Triticum timopheevii* cytoplasm and fine-mapping of the major restorer locus *Rf3* on chromosome 1B. *Theor Appl Genet.* 2017. № 130. P. 1253–1266
55. Luo M. C., Yang Z. L., Dvorak J. The Q locus of Iranian and European spelt wheat. *Theoretical and Applied Genetics.* 2000. № 100. P. 602–606.
56. Elia M., Moralejo M., Rodriguez-Quijano M., Molina-Cano J. L. Spanish spelt: A separate gene pool within the spelt germplasm. *Plant Breed.* 2004. № 123. P. 297–299.
57. Guzman C., Caballero L., Martin L. M., Alvarez J. B. Waxy genes from spelt wheat: New alleles for modern wheat breeding and new phylogenetic inferences about the origin of this species. *Ann. Bot. Lond.* 2012. № 110. P. 1161–1171.
58. Frakolaki G., Giannou V., Topakas E., Tzia C. Chemical characterization and breadmaking potential of spelt versus wheat flour. *Journal of Cereal Science.* 2018. Vol. 18. P. 50–56.
59. Suchowilska E., Wiwart M., Krska R., Kandler W. Do *Triticum aestivum* L. and *Triticum spelta* L. Hybrids Constitute a Promising Source Material for Quality Breeding of New Wheat Varieties? *Agronomy.* 2020. № 10(1). P. 43. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010043>.
60. Парій Ф. М., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Оцінка господарсько цінних властивостей нового сорту пшениці спельти озимої Зоря України. *Насінництво.* 2013. № 5. С. 5–6.
61. Нінієва А. К., Козуб Н. О., Созінов І. О. та ін. Характеристика зразків *Triticum spelta* L. за показниками якості зерна та електрофоретичними спектрами запасних білків. *Вісн. Укр. т-ва генетиків і селекціонерів.* 2013. Т. 11. № 1. С. 96–105.

62. Твердохліб О. В., Голік О. В., Нінієва А. К., Богуславський Р. Л. Спельта і полба в органічному землеробстві. *Посіб. укр. хлібороба*. 2013. С. 154–155.
63. Нінієва А. К. Перезимівля колекційних зразків та гібридів озимої спельти. Матер. V Міжнародної конференції молодих науковців «*Біологія: від молекули до біосфери*» (22–25 листопада). Харків: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2010. С. 162–163.
64. Діордієва І. П., Бабій М. М. Створення вихідного матеріалу пшениці спельта з оптимальною структурою колосу. XIII Міжнародна науково-практична конференція «Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання). Умань, 2024. С. 120–122.
65. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Діордієва І. П. Стійкість до хвороб зразків пшениці м'якої озимої, створених гібридизацією географічно віддалених форм. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 124–133.
66. Діордієва І. П. Лінії пшениці спельта Уманського НУС. *Генетичні ресурси рослин*. 2018. Вип. 23. С. 25–34.
67. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О., Заболотна І. Р., Діордієва І. П. Гібридна пшениця: проблеми, можливості, переваги перспективи. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2014. Вип. № 86. С. 210–214.
68. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. К.: ТОВ «Алефа», 2023. 587 с.
69. Diordiieva I. Breeding results on productivity and grain quality of winter wheat. Proc. Of int. science conf. “*Theoretical foundations of modern science and practice*”. Melbourne, Australia 06-07 April 2020. P. 34–38.
70. Wiwart, M.; Suchowilska, E.; Packa, D.; Bieńkowska, T.; Rutkowska-Łoś, A. Registration of ‘Wirtas’, a new spring spelt cultivar in Poland. *J. Plant Regist.* 2016. № 10. P. 271–275.
71. Arzani A., Ashraf M. Cultivated ancient wheats (*Triticum* spp.): A potential source of health-beneficial good products. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2017. № 16. С. 477–488.

72. Zanetti S., Winzeler M., Keller M., Keller B., Messmer M. Genetic analysis of pre-harvest sprouting resistance in wheat $\times$ spelt cross. *Crop. Sci.* 2000. № 40. P. 1406–1417.
73. Packa D., Załuski D., Graban Ł., Lajszner W. An Evaluation of Spelt Crosses for Breeding New Varieties of Spring Spelt. *Agronomy.* 2019. № 9(4). P. 167–175.
74. Würschum T, Leiser W. L., Kazman E, Longin C. F. H. Genetic control of protein content and sedimentation volume in European winter wheat cultivars. *Theor Appl Genet.* 2016. № 129. P. 1685–1696
75. Rapp M., Beck H., Gütlér H., Heilig W., Starck N., Römer P., Cuendet C., Uhlig F., Kurz H., Würschum T., Longin C. F. H. Spelt: agronomy, quality, flavor of its breads from 30 varieties tested across multiple environments. *Crop Sci.* 2017. № 57. P. 739–747.
76. Okoń S., Paczos-Grzęda E., Kraska P., Kwiecińska-Poppe E., Pałys E. Assessment of genetic similarity of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) cultivars based on RAPD markers. *Biuletyn IHAR.* 2009. № 252. P. 35–41.
77. Кияк Г. С. Історія культури пшениці в західних районах України. Озима пшениця. К.: Урожай, 1964. С. 3–8.
78. Рожков Р. В. Формотворчий процес у гібридів інконгруентних схрещувань ісфаганської полби з сортами м'якої пшениці. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.* 2010. Вип. 12. С. 31–36.
79. Feldman M., Kislev M. E. Domestication of emmer wheat and evolution of free-threshing tetraploid wheat Israel J. *Plant Sci.* 2007. Vol. 55. P. 207–221.
80. Сирохман І. В., Лозова Т. М. *Якість і безпечність зерноборошняних продуктів.* К. : Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
81. Васильєв С. В. Характеристика полби як перспективної зернової культури та основні проблеми її післязбирального оброблення. *Зернові продукти і комбікорми.* 2017. Т. 17. № 1. С. 16–22.

82. Лифенко С. П., Нарган Т. П., Наконечний М. Ю. Интрогресії в геном пшениці м'якої від різних донорів – проблемний, але перспективний напрям селекції. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 39–50.
83. Cativelli L., Desiderio F., Rubiales D., Vale G., Piarulli L., Blanco A., Mazzucotelli E. Fine mapping of new loci for resistance to leaf rust and powdery mildew derived from *Triticum turgidum* ssp. *Dicoccum*. Proceedings 13th International Wheat Genetics Symposium. Vienna: BOKU, 2017. P. 279
84. Konvalina P., Stehno Z., Capouchova I., Moudry J., Juza M. Stehno Z., Capouchová I., Moudry J. Emmer wheat using and growing in the Czech Republic. *Lucrari Stiintifice, seria Agronomie*. 2010. V. 53, № 2. P. 15–19.
85. McFadden E. S. A successful transfer of emmer characters to vulgare wheat. *J. Amer. Soc. Agron.* 1930. V. 22. P. 1020–1034.
86. Zommita S., Soliman A., Zencirci N. History and evaluation of emmer wheat. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*. 2022. Vol. 1. P. 2208–2719. DOI:10.53555/eijaer.v1i1.1.
87. Uauy C., Brevis J. C., Dubcovsky J. The high grain protein content gene Gpc-B1 accelerates senescence and has pleiotropic effects on protein content in wheat. *Journal of Experimental Botany*. 2006. V. 57. P. 2785–2794.
88. Cantrell R. G., Joppa L. R. Genetic analysis of quantitative traits in wild emmer (*Triticum turgidum* L. var. *dicoccoides*). *Crop Science*. 1991. V.3 1. P. 645–649.
89. Tabbita F., Pearce S., Barneix A. Breeding for increased grain protein and micronutrient content in wheat: Ten years of the GPC-B1 gene. *Journal of Cereal Science*. 2017. V. 73. P. 183–191.
90. Tabbita F., Lewis S., Vouilloz J. et al. Effects of the Gpc-B1 locus on high grain protein content introgressed into Argentinean wheat germplasm. *Plant Breeding*. 2013. V. 132. P. 48–52.
91. Pearce S., Tabbita F., Cantu D. et al. Regulation of Zn and Fe transporters by the GPC1 gene during early wheat monocarpic senescence. *BMC Plant Biology*. 2014. V. 14. P. 1–23.

92. Asplund L., Bergkvist G., Leino M. W. et al. Swedish spring wheat varieties with the rare high grain protein allele of NAMB1 differ in leaf senescence and grain mineral content. *PLoS one*. 2013. V. 8. P. 1–11.
93. Kumar J., Jaiswal V., Kumar A. et al. Introgression of a major gene for high grain protein content in some Indian bread wheat cultivars. *Field Crops Research*. 2011. V. 123. P. 226–233.
94. Vishwakarma M. K., Mishra V. K., Gupta P. K. et al. Introgression of the high grain protein gene Gpc-B1 in an elite wheat variety of Indo-Gangetic Plains through marker assisted backcross breeding. *Current Plant Biology*. 2014. V. 1. P. 60–67.
95. Chen Q., Kang H. Y., Fan X., Wang Y., Sha L. N. Evolutionary History of *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch. Inferred from the Sequences of the 3-Phosphoglycerate Kinase Gene. *PLOS ONE*. 2014. №. 9(1). <https://doi.org/10.1371/annotation/51159241-2192-46c3-a4f1-a09f590e1f08>.
96. Chen Q., Sun Y. Z., Dong Y. S. Cytogenetic studies on interspecific hybrids of Xingjiang wheat. *Acta Agron Sin*. 1985. № 11. P. 23–28
97. Efremova T. T., Maystrenko O. I., Laikova L. I., Arbuzova V. S., Popova O. M. Comparative genetic analysis of hexaploid wheats *Triticum petropavlovskyi* Udasz. et Migusch. and *Triticum aestivum* L. *Russ J Genet*. 2000. № 36. P. 1142–1148.
98. Yang R. W., Zhou Y. H., Zheng Y. L., Hu C. Genetic differences and the relationship of gliadin between *Triticum polonicum* and *Triticum petropavlovskyi*. *J Triticeae Crops*. 2000. № 20. P. 1–5.
99. Chen Q. F. Discussion on origin of Chinese endemic wheat. *Guizhou Agri Sci*. 1999. № 27. P. 20–25.
100. Хао Фу, Гончаров Н. П. Эндемичные пшеницы Китая как ресурсы селекции. *Генетичні ресурси рослин*. 2019. № 25. С. 11–25.
101. Криштопа Н. І., Богуславський Р. Л., Любич В. В. Селекційна цінність видів пшениці (м'яка, спельта, шарозерна, петропавловського) за

хлібопекарськими властивостями зерна. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. Вип. 94. С. 221–231.

102. Wang H. Y., Wang X. E., Chen P. D., Liu D. J. Assessment of genetic diversity of Yunnan, Tibetan, and Xinjiang wheat using SSR markers. *J Genet Genomics*. 2007. № 34. P. 623–633.

103. Bochev B. New botanical variants of *Triticum sphaerococcum* Perc. and *Triticum spelta* L. developed by hybridization of species from the genus *Aegilops* L. with *Triticum aestivum* L. *Kulturpflanze*. 1981. № 29. P. 361–367.

104. Popov P., Bojadzieva D. Interspecific hybridization of *Triticum aestivum* L. with *T. sphaerococcum* Perc. A symposium on wide hybridization of plants. Sofia: Bulg. Acad. Sci., 1965. P. 73–84.

105. Konov V., Stankov I. Study of some physical, chemical and technological properties of interspecific hybrids involving *Triticum sphaerococcum* Perc. *Rasteniiev'dni Nauki*. 1978. № 15(9-10). P. 14–18.

106. Stankova P., Stankov I., Tutekova A. Photosynthesizing area and photosynthetic productivity in *Triticum sphaerococcum* Perc. 2n equals 42 and *Triticum durum* ssp *sphaerococcum* 2n equals 28. *Fiziologiya na Rastenyata*. 1989. № 15(1). P. 15–21.

107. Georgiev S., Bonchev G., Angelova Z., Kitanova M. Genetic Analysis of Sphaerococcum Mutant Forms of Hexaploid Wheats and Triticale MT47. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2008. Vol. 22. Iss. 4. P. 957–958.

108. Bonchev G., Stoilov L., Angelova Z., Georgiev S. Genomic diversity of Ac-like transposable elements in *sphaerococcum* mutant forms of common wheat (*Triticum aestivum* L.) and triticale (x *Triticosecale* Witt.). *Journal of Applied Genetics*. 2012. Vol. 53. P. 9–17.

109. Goncharov N. P. Comparative-Genetic Analysis – a Base for Wheat Taxonomy Revision. *Czech J. Genet. Plant Breed*. 2005. № 41. P. 52–55.

110. Konopatskaia I., Vavilova V., Blinov A., Goncharov N. Spike morphology genes in wheat species (*Triticum* L.). *Proceedings of the latvian academy of sciences. Section B*. 2016. Vol. 70 (2016). № 6 (705). P. 345–355.

111. Johnson E. B., Nalam V. J., Zemetra R. S., Riera-Lizarazu O. Mapping the compactum locus in wheat (*Triticum aestivum* L.) and its relationship to other spike morphology genes of the *Triticeae*. *Euphytica*. 2008. № 163 (2). P. 193–201.
112. Rao M. V. P. Mapping of the compactum gene C on chromosome 2D of wheat. *Wheat. Inf. Serv.* 1972. № 35. P. 9.
113. Dewey D. R. Synthetic Agropyron-Elymus hybrids: III. *Elymus canadensis* x *Agropyron caninum*, *A. trachycaulum*, and *A. Striatum*. *Amer. J. Bot.* 1968. № 55. P. 1133–1139
114. Bödvarsdóttir S. K. Ananthawat-Jónsson. Isolation, characterization, and analysis of *Leymus* -specific DNA sequences. *Genome*. 2003. № 46. P. 673–682.
115. Dewey D. R. The genomic system of classification as a guide to intergeneric hybridization with the perennial *Triticeae*. Gene manipulation in plant improvement. New York, N. Y., 1984. P. 209–279.
116. Wang R. R.-C., Jensen K. B. Absence of the J genome in *Leymus* species (*Poaceae*: *Triticeae*): evidence from DNA hybridization and meiotic pairing. *Genome*. 1994. № 37. P. 231–235
117. Mujeeb-Kazi A., Bernard M., Bekele G. T., Mirand J. L. Incorporation of alien genetic information from *Elymus giganteus* into *Triticum aestivum*. Proceedings of the 6th International Wheat Genetics Symposium. Kyoto University, Kyoto, Japan, 1983. P. 223–231.
118. Plourde A., Comeau A., St-Pierre C. A. Barley yellow dwarf virus resistance in *Triticum aestivum* x *Leymus angustus* hybrids. *Plant Breed.* 1992. № 108. P. 97–103.
119. Qi L. L., Wang S. L., Chen P. D., Liu D. J., Friebe B., Gill B. S. Molecular cytogenetic analysis of *Leymus racemosus* chromosomes added to wheat. *Theor. Appl. Genet.* 1997. № 95. P. 1084–1091.
120. Ellneskog-Staam P., Merker A. Genome composition, stability and fertility of hexaploid allopolyploids between *Triticum turgidum* var. *Carthlicum* and *Leymus racemosus*. *Hereditas*. 2001. № 134. P. 79–84.

121. Ahokas H. Some artificial intergeneric hybrids in Triticale. *Ann. Bot. Fennici*. 1970. № 7. P. 182–192.
122. Gupta P. Priyadarshan Triticale: Present Status and Future Prospects. *Advances in Genetics*. 1982. Vol. 21. P. 255–345.
123. Щипак Г. В. Селекція і насінництво тритикале озимого. *Спеціальна селекція і насінництво польових культур*. Харків: ІР імені В. Я. Юр'єва, 2010. С. 70–107.
124. Сечняк Л. К., Сулима Ю. Г. Тритикале: монографія. М.: Колос, 1984. 317 с.
125. Briggles L. W. Triticale – A review. *Crop Sci*. 1969. № 2. P. 197–202.
126. Chojnacki G., Brykczynski J., Tymieniecka E. Preliminary information on sprouting in triticale. *Cereal Research Communications*. Vol. 4. №. 2. P. 111–114.
127. Saghir M. G. Taxonomy and phylogeny in Triticeae: a historical review and current status. *Adv Plants Agric Res*. 2016. № 3(5). P. 139–143.
128. Ammar K., Mergoum M., Rajaram S. The history and evolution of triticale. *Triticale Improvement and Production*. Rome: FAO, 2004. P. 152–185.
129. Guedes-Pinto H., Rangel-Figueiredo T., Carnide O. Aneuploidy in high yielding 6x-triticales. *Cereal Resource Communication*. 1984. Vol. 12. № 3/4. P. 229–235.
130. Щипак Г. В. Теоретичні основи селекції гексаплоїдних тритикале на адаптивність, урожайність та якість. Автореф. дис... д. с.-г. н.: 06.01.05. Харків: Інститут рослинництва, 2021. 60 с.
131. Larter E. N., Gustafson J. P. Triticale. *Hybridization of Crop Plants*. 1980. P. 681–694.
132. Muntzing A. Studies on the properties and the ways of production of rye-wheat amphidiploids. *Heredity*. 1939. № 25. P. 387–430.
133. Kiss A. Neue Richtung in der triticale – Zuchtung. *Pflanzenzuchtg*. 1966. № 55. P. 309–329.
134. Mac Key J. Species relationship in Triticum. Proceedings of 2-nd International Wheat Genetics Symposium. Hereditas Suppl., 1966. P. 237–275.

135. Щипак Г. В. *Тритикале і пшениця: селекція на адаптивність, урожайність, якість*. К.: Атопол, 2019. 480 с.
136. Shchipak G. V., Svyatchenko S. I., Shchipak V. G., Nychporuk O. O., Woś H., Brzezicki W., Boguslavskyi R.L. Breeding Hexaploid Triticale (x *Triticosecale* Wittmack) with High Bread Making Quality. *Modern Concepts & Developments in Agronomy*. 2018. V. 3. Iss. 1. P. 276–283.
137. Білітюк А. П., Гірко В. С., Каленська С. М., Андрушків М. І. *Тритикале в Україні: монографія*. К.: Арістей, 2004. 388 с.
138. Krolow K. D. Aneuploidie und Fertilitat bei amphidiploiden Weizen-Roggen-Bastarden (*Triticale*). Aneuploidie, Fertilitats — und Halmlagenuntersuchungen an hexaploiden Triticale-Stammen. *Z. Pflanzenzucht*. 1966. Vol. 55. No. 2. P. 105–138.
139. Пикало С. В., Дубровна О. В., Бавол А. В. Цитологічний аналіз стійких до осмотичного стресу калюсних культур тритикале та регенерантів із них. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47. № 5. С. 431–439.
140. Гірко В. С., Гірко О. В. Тритикале. Здобутки селекції, насінництво, сортові технології вирощування та шляхи господарського використання. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 1. С. 111–127.
141. Кирильчук А. М. Оцінка генофонду тритикале озимого для створення сортів поліського екотипу. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 26–33.
142. Sanchez-Monge E. Hexaploid triticale. Proceedings of International Wheat Genetics Symposium. Winnipeg, Manitoba, Canada, 1959. P. 181–194.
143. Щипак Г. В. Селекція сортів озимої твердої пшениці і тритикале з підвищеними адаптивними і урожайними властивостями. *Селекція польових культур*. Зб. наук. праць до 100-річчя створення Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Х., 2008. С. 42–88.
144. Mackowiak W., B. Lapinski On the use of bread wheat and rye variation in Malyszyn triticale breeding. *Genetics and Breeding of Triticale*. 1985. № 2. P. 353–362.

145. Weissman S., Weissman E. A. Hybrid triticales — prospects for research and breeding. Proceedings of the 5th International triticales symposium. Poland, 2002. P. 187–191.
146. Lukaszewski A. J., Gustafson J. P. Cytogenetics of triticales. *Plant Breed.* 1987. Vol. 5. P. 41–93.
147. Москалець В. В., Москалець Т. З. Деякі історичні аспекти виведення та етапи селекційної роботи з тритикале. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2012. Вип. 4(60). С. 136–153.
148. Гребенюк І. В. Методи збагачення генофонду тритикале. *Вісник ЛНУ ім. Т. Шевченка*. 2010. № 15 (202). С. 100–117.
149. Gupta P. K., Priyadarsha P. M. Analysis of meiosis in triticales ($\times$ *Triticosecale* Wittmack) $\times$ rye (*Secale cereale* L.) F₁ hybrids at three ploidy levels. *Theoretical and Applied Genetics*. 1987. Vol. 73. P. 893–898.
150. Hohmann U. Stabilization of tetraploid triticales with chromosomes from *Triticum aestivum* (ABD)(ABD)RR (2n = 28). *Theor Appl Genet.* 1993. № 86(2–3). P. 356–364. doi: 10.1007/BF00222102.
151. Діордієва І. П. Створення та оцінка чотиривидових форм тритикале. Дис. к. с.-г. н.: 06.01.05. Умань: УНУС, 2015. 215 с.
152. Щипак Г. В., Рябчун В. К., Шатохін В. І. Результати та перспективи селекції тритикале. *Селекція і насінництво*. 2000. № 84. С. 17–25.
153. Aljarrah M., Lohr S., Oatway L., Capettini F. Breeding Triticales for Grain and Forage Yield and Quality Challenges and Future Prospects: Itinerary & Abstracts. 10th International Triticales Symposium. Lethbridge, 2019. P. 17.
154. Randhawa H. S., Bona L., Graf R. J. Triticales Breeding—Progress and Prospect. *Triticale*. P.15–32. DOI:10.1007/978-3-319-22551-7_2.
155. Wolski T. Winter triticales breeding. Proceedings of 2-nd International Triticales Symposium. Passo Fundo, Brazil, 1991. P. 41–48.
156. Діордієва І. П., Парій Ф. М. Чотиривидові тритикале. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 15. С. 41–53.

157. Діордієва І. П., Парій Ф. М. Оцінка низькостеблових форм чотиривидових тритикале за основними господарсько-цінними ознаками. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2014. №1. С. 74–78.
158. Рибалка О., Поліщук С., Моргун Б. Нові напрями в селекції зернових культур на якість зерна. *Bulletin of Agricultural Science*. 2018. Том 96. № 11. С. 120–123.
159. Литвиненко М. А., Голуб Є. А. Підвищення генетичного потенціалу продуктивності і показники якості зерна в селекції озимої м'якої пшениці. *Зб. наук. праць Уманського ДАУ*. 2008. С. 389–399.
160. Рибалка О. І., Литвиненко М. А. Новітні генетичні аспекти поліпшення якості пшениці. *Вісн. аграр. науки*. 2009. № 4. С. 35–39.
161. Похилько С. Ю., Трояновська А. В., Степаненко А. І., Урбанович О. Ю. та ін. Дослідження генотипів пшениці м'якої з перенесеним геном GPC-B1 від *Triticum Turgidum* ssp. *Dicoccoides*. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2016. Том 18. С. 132–137.
162. Петрова І. В., Чеботар С. В., Рибалка О. І. ПЛР-аналіз алельного Wx-генів у сортів пшениці. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2006. Т. 3. С. 127–132.
163. Жемела Г. П., Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Антоновський О. В. Вплив сортових особливостей на якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. С. 33–39.
164. Pasha I., Anjum F., Morris C. Grain hardness: a major determinant of wheat quality. *Food Sci. Tech. Int.* 2010. № 16(6). P. 511–522.
165. Сидоренко А. В., Снігир В. П., Міненко О. В. Екологічний фактор і якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 2. С. 45–47.
166. Khalil I. H., Carver B. F., Krenzer E. G. Genetic trends in winter wheat grain quality with dual-purpose and grainonly management systems. *Crop Sci.* 2002. Vol. 42. P. 1112–1116.

167. Williams R. M., O'Brien L. O., Eagles H. A. The influences of genotype environment, and genotype $\times$ environment interaction on wheat quality. *Aust. J. Agric. Res.* 2008. Vol. 59. P. 95–111.
168. Ikeda T. M., Nagamine T., Fukuoka H., Yano H. Identification of new low-molecular-weight glutenin subunit genes in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2002. 104. № 4. P. 680–687.
169. Кір'ян В. М. Оцінка вихідного матеріалу пшениці озимої м'якої за ознаками якості зерна. *ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2. С. 35–40.
170. Колючий В. Т., Блохін М. І. Якість зерна пшениці. *Селекція насінництва і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України*. К.: Аграрна наука, 2007. С. 258–311.
171. Якимчук Р. А. Аналіз гліадинкодувальних локусів у мутантних рослин озимої пшениці, індукованих техногенним забрудненням природного середовища. *Физиология растений и генетика*. 2017. Т. 49. № 5. С. 405–413.
172. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення: монографія. К.: Логос, 2011. 496 с.
173. Shu-jun G., Ling-qin X., Jing-hua W. et al. Studies on relations between the low molecular weight glutenin subunits and agronomic and quality traits in common wheat. *J. Agr. Univ. Hebei*. 2002. № 3. P. 6–9.
174. Payne P., Corfield K., Holt L., Blackman J. Correlations between the inheritance of certain high-molecular-weight glutenin subunits and bread-making quality in progenies of six crosses of bread wheat. *J. Sci. Food. Agric.* 1981. V. 32. P. 51–60.
175. Zhao Yan, Li Si-shen, Hong-ming et al. Correlation analysis of quality traits and yield traits using recombinant inbred lines (RIL) population in wheat. *Acta Bot. Boreali-Occident Sin.* 2004. № 7. P. 1227–1232.
176. Sveg M., Gregova E., Miclovicova E. Changes in expression of HMW glutenins of wheat induced by nitrosoethylurea. *Plant Breed.* 1999. № 3. P. 272–279.

177. Рибалка О. І. QUO VADIS*, селекція пшениці на якість зерна? Зб. наук. праць СГІ–НЦНС. 2012. Вип. 19 (59). С. 6–25.
178. Попереля Ф.О. Три основні генетичні системи якості зерна озимої м'якої пшениці. *Реалізація потенційних можливостей сортів і гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України: зб. наук. праць СГІ*. Одеса, 1996. С. 117–132.
179. Ma Zh., Cai R. The Significance of Wide Hybridization for Wheat Genetic Improvement. *Triticeae Genomics and Genetics*. 2024. Vol. 15. № 2. P. 100–110.
180. Починок В. М., Радченко О. М. Сучасний стан досліджень запасних білків пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2011. Т. 43. № 3. С. 255–266.
181. Коломієць Л. А., Кириленко В. В. Основні етапи та результати селекції озимої пшениці в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла. *Наук.-техн. бюл. Мирон. інту пшен. імені В. М. Ремесла*. 2007. Вип. 6–7. С. 24–35.
182. Колючий В. Т. Селекція пшениці озимої на якість зерна в Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 160–171.
183. Рябчун В. К. Система генетичних ресурсів рослин України. *Генетичні ресурси рослин*. 2004. № 1. С. 8–15.
184. Cakmak I., Torun A., Millet E., Feldman M., Fahima T., Korol A., Nevo E., Braun H. I., Özkan H. *Triticum dicoccoides*: an important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. *Soil Sci. Plant Nutr.* 2004. V. 50(7). P. 1047–1054. DOI 10.1080/00380768.2004.10408573.
185. Chenggen C., Yigao F., Peudi Ch. The transference of the traits large kernel and high seed protein content from T. dicoccoides into common wheat. *J. Nanj. Agricult. Univ.* 2001. № 2. P. 16–19.
186. Frese L. Plant genetic resources — source of the breeding progress. *Beitr. Zuchtungsforsch.* 2002. № 1. P. 4–13.
187. Xinxiong L., Xiaoling Ch. Progress of conservation and research of crop germplasm resources in China. *Sci. Arg. Sin.* 2003. № 10. P. 1125–1132.

188. Bordes J., Brandlard G., Oury F.X. et al. Agronomic characteristics, grain quality and flour rheology of 372 bread wheats in a worldwide core collection composition. *J. of Cereal Sci.* 2008. № 3. P. 569–579.
189. Brancourt-Hulmel M., Doussinault G., Lecomte C. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. *Crop Sci.* 2003. Vol. 43. P. 37–45
190. Laghetti G., Perrino P., Cifarelli S. Collecting plant genetic resources in Italy. *Plant Genet. Res. Newslett.* 2003. № 136. P. 23–30.
191. Dale P. J. Public-good plant breeding. What should be done next? *J. Commer. Technol.* 2004. № 3. P. 199–208.
192. Donini P., Law J. R., Koebner R. M. D. et al. Temporal trends in the diversity of UK wheat. *Theor. Appl. Genet.* 2000. № 6. P. 912–917.
193. Nagy I. J., Takacs I., Tamas L., Bedo Z. Molecular cloning and characterization of low-molecular-weight glutenin sequences from an old Hungarian wheat variety, Bankuti 1201. *Cereal Res. Communic.* 2003. № 1–2. P. 25–31.
194. Рибалка О. І., Червоніс М. В., Литвиненко М. А. Генетична гетерогенність сортів пшениці одеської селекції за алельним складом Gli/Glu-локусів. *Вісн. аграрної науки.* 2008. № 2. С. 54–59.
195. Рачовска Г., Мънгова М. Обогащаване на генетичните ресурси за продуктивност и качество при зимната обикновена пшеница чрез експериментален мутагенез. *Растиниевъд. науки.* 2001. № 7. С. 302–305.
196. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф. *Мутационная селекция пшеницы.* Киев: Наук. думка, 1995. 627 с.
197. Моргун В. В. Спонтанна та індукована мутаційна мінливість і її використання в селекції рослин. *Генетика і селекция в Україні на межі тисячоліть.* 2001. Т. 2. С. 144–174.
198. Кіщенко О., Степаненко А., Борисюк М. Індукований мутагенез пшениці: від радіоактивного опромінення до специфічного редагування генів. *Фізіологія рослин і генетика.* 2021. Т. 53. № 1. С. 29–54.

199. Shouwei Ch., Yuhong Ch., Guangyong Q. et al. Research on the distant hybrids of wheat obtained via low-energy ion-beam implantation. *Plasma Sci. and Technol.* 2003. № 3. P. 1821–1824.
200. Laugerotte J., Baumann U., Sourdille P. Genetic control of compatibility in crosses between wheat and its wild or cultivated relatives. *Plant Biotechnol J.* 2022. № 20(5). P. 812–832.
201. Hong-bo L., Yun-ying L., Wei-qi L. The development of wheat high-molecular-weight glutenin subunits (HMW-GS) and their genes. *Acta Bot. BorealiOccident. Sin.* 2002. № 4. P. 1025–1029.
202. Nakka S., Jugulam M., Peterson D., Asif M. Herbicide resistance: Development of wheat production systems and current status of resistant weeds in wheat cropping systems. *The Crop Journal.* 2019. Vol. 7. Iss. 6. P. 750–760.
203. Shewry P. R., Jones H. D. Transgenic wheat: where do you stand after the first 12 years?. *Ann. Appl. Biol.* 2005. № 4. P. 1–14.
204. Chugh A., Mahalakshmi A., Khurana P. A novel approach for *Agrobacterium*-mediated germ line transformation of Indian bread wheat (*Triticum aestivum*) and Pasta wheat (*Triticum durum*). *Journal of Phytology.* 2012 Vol. 4. №. 2. P. 22–29.
205. Рибалка О. І. Генетичне поліпшення якості пшениці: автореф. дис. д. б. н. Одеса, 2009. 44 с.
206. Орлюк А. П. Генетика пшениці з основами селекції: монографія. Херсон: Айлант, 2012. 436 с.
207. Литвиненко М. А., Топал М. М. Генетичні фактори позитивного впливу на якість зерна у ліній пшениці м'якої озимої з житньою транслокацією 1AL/1RS. *Вісник аграрної науки.* 2014. № 5. С. 36–42.
208. Чеботар С. В., Благодарова М. В., Козуб Н. О., Созінов І. О. ПЛР-аналіз поліморфізму локусів, що впливають на якість зерна пшениці м'якої. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС.* 2015. Вип. 25(65). С. 35–49.
209. Рибалка О. І. Технологічна спеціалізація сортів пшениці за якістю кінцевого продукту. *Якість пшениці та її поліпшення.* Одеса, 2011. С. 363–424.

210. Рибалка О. І., Литвиненко М. А. Створення сортів пшениці спеціального використання. *Вісн. аграр. науки*. 2009. № 6. С. 36–41.
211. Рибалка О. І., Моргун В. В., Моргун Б. В., Поліщук С. С. Генетичні основи нового напрямку селекції оригінальних за якістю зерна класів пшениці (*Triticum aestivum* L.) і тритикале (*Triticosecale* Wittmack). *Фізіологія рослин і генетика*. 2019. Т. 51. № 3. С. 207–240.
212. Рибалка О. І. Спеціалізація селекції сортів зернових культур — нагальна потреба часу. *Посібник укр. хлібороба*. 2012. Т. 2. С. 159–167.
213. Nakamura T., Vrinten P., Saito M., Konda M. Rapid classification of partial waxy wheats using PCR-based markers. *Genome*. 2002. Vol. 45. № 6. P. 1150–1156.
214. Waniska R., Graybosch R., Adams J. Effect of partial waxy wheat on processing and quality of wheat flour tortillas. *Cereal Chemistry*. 2002. Vol. 79. P. 210–214.
215. Рибалка О. І. Сучасні проблеми в селекції пшениці на якість зерна та інші ознаки і як вони вирішуються в СГІ. *Хранение и переработка зерна*. 2002. № 11. С. 15–20.
216. Каталог нових сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту. Одеса, 2006. 142 с.
217. *Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України* / за ред. В.Т.Колючого, В.А.Власенка, Г.Ю. Борсука. К.: Аграрна наука, 2007. 794 с.
218. Литвиненко М. А. Дослідження з селекційного удосконалення зернових культур в наукових установах УААН за останні 75 років. *Зб. наук. праць СГІ*. Одеса, 2007. Вип. 10 (50). С. 9–15.
219. Баган А. В. Добір вихідного матеріалу за ознаками врожайності та якості зерна для селекції пшениці озимої в умовах лівобережного Лісостепу України: автореф. дис... к. с.-г. н. Дніпропетровськ, 2009. 20 с.

220. Богуславський Р. Л., Голік О. В. Видове різноманіття пшениці та споріднених видів як джерело вихідного матеріалу для селекції на адаптивність. *Селекція і насінництво*. 2006. С. 50–60.

221. Рабінович С. В., Власенко В. А., Коломієць Л. А. Історія селекції, родоводи і склад високомолекулярних глютенінів миронівських пшениць, створених у 1929–2004 рр., та їхні нащадки в різних країнах світу. *Наук.-техн. бюл. Мирон. ін-ту пшен. ім. В. М. Ремесла*. 2004. Вип. 4. С. 58–126.

222. Литвиненко М. А, Топал М. М. Ефекти пшенично–житніх транслокацій 1AL/1RS і 1BL/1RS на якість зерна у сортів пшениці м'якої озимої. *Scientific Journal «Sciencerise»*. 2015. №3/1(8). С. 82–87.

223. Villareal R. L., Rajaram S., Mujeeb-Kazi A., del Toro E. The effect of chromosome 1RS·1BL translocation on the yield potential of certain spring wheat (*Triticum turgidum* L.). *Plant Breeding*. 1991. Vol. 106, Issue 1. P. 77–81. doi: 10.1111/j.1439-0523.1991.tb00482.x.

224. Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Полторецький С. П., Коцюба С. П. *Селекційне вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта*: монографія. Умань: ВПЦ «Візаві», 2019. 214 с.

225. Гірко В. С., Гірко О. В. Тритикале. Здобутки селекції, насінництво, сортові технології вирощування та шляхи господарського використання. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 1. С. 111–127.

226. Пат. № 449091 Україна. Спосіб створення сортів озимого тритикале з підвищеними технологічними показниками якості зерна. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Панченко І.А., Чернобаб Р.А.; заявник і патентовласник Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. № у 2009 01832; заявл. 02.03.2009 р.; опубл. 26.10.2009 р. Бюл. № 20/2009.

227. Bona L., Acs E., Purgel S. et al. Recent achievements in selection for duality and technological traits: Itinerary & Abstracts. 10h International Triticale Symposium. Lethbridge, 2019. P. 16.

228. Кириченко В. В., Щипак Г. В., Кобизєва Л. Н., Святченко С. І. Сучасна селекція високоврожайних сортів тритикале з поліпшеною якістю зерна. *Вісник аграрної науки*. 2022. №3 (828). С. 52–61.

229. Рябчун В. К., Капустіна Т. Б., Мельник В. С. Методи створення вихідного матеріалу тритикале ярого, адаптованого до несприятливих умов вирощування. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 102. С. 41–50.

230. Щипак Г. В. Селекція сортів озимої твердої пшениці і тритикале з підвищеними адаптивними і урожайними властивостями. *Селекція польових культур*. 2008. С. 42–88.

231. Kavanagh V. B., Hall J. C., Hall L. M. Potential hybridization of genetically engineered triticale with wild and weedy relatives in Canada. *Crop Sci*. 2010. № 50(4). P. 128–1140. doi: 10.2135/cropsci2009.11.0644.

232. Yakymchuk R., Shchipak G., Shchipak V., Matviets V., Matviets N., Woś H. (2022). Breeding triticale with high productivity and improved grain quality. *Science and Innovation*. 2022. № 18(6). P. 113–126. <https://doi.org/10.15407/scine18.06.113>.

233. Riabchun V. K., Melnyk V. S., Illichov Yu. H., Kharchenko Yu. V., Chernobay S. V., Kapustina T. B., Shchechenko O. Ye. Adaptability and stability of new spring triticale varieties and lines. *Селекція і насінництво*. 2022. Вип. 121. С. 51–62.

234. Feledyn-Szewczyk B., Nakielska M., Jończyk K., Berbec A.K., Kosiński J. Assessment of the suitability of 10 winter triticale cultivars (x *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) for organic agriculture: Polish case study. *Agronomy*. 2020. № 10. P. 1144. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081144>.

235. Kronberga A., Legzdina L. Tritikāles un kailgraudu miežu izmantošanas iespējas lopbarībā. Starptautiskās zinātniskās konferences raksti «*Dažādu ražošanas tehnoloģiju ietekme uz dzīvnieku veselību un dzīvnieku izcelsmes pārtikas kvalitātes rādītājiem*». Sigulda, 2008. L. 54–63.

236. Пикало С. В., Волощук С. І. Отримання соматоклональних варіантів тритикале з підвищеною солестійкістю і їх оцінка. *Миронівський вісник*. 2015. Вип. 1. С. 119–130.
237. Porotnikov I. V., Antonova O. Y., Mitrofanova O. P. Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russia. Molecular markers in the genetic analysis of crossability of bread wheat with rye. *Vaviliv journal of genetics and plant breeding*. 2020. № 24(6). P. 557–567.
238. Tikhenko N., Rutten T., Senula A., Rubtsova M., Keller J., A. Börner The changes in the reproductive barrier between hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.): different states lead to different fates. *Planta*. 2017. № 246(3). P. 377–388. doi: 10.1007/s00425-017-2694-8.
239. Tikhenko N. D., Tsvetkova N. V., Voïlokov A. V. Genetic control of embryo lethality in crosses between common wheat and rye. *Genetika*. 2005. № 41(8). P. 1075–1083.
240. Diordiieva I., Kochmarskyi V., Riabovol Ia., Riabovo L., Serzhyk O. Enrichment of the winter triticales gene pool under intergeneric hybridization. *Agronomy Research*. 2021. №19 (1). P. 1406–1422.
241. Laugerotte J., Baumann U., Sourdille P. Genetic control of compatibility in crosses between wheat and its wild or cultivated relatives. *Plant Biotechnology Journal*. 2022. P. 1–21.
242. Randhawa H. S., Bona L., Graf R. J. Triticales breeding – progress and prospect. *Triticales*. Cham, Switzerland: Springer, 2015. P. 15–32. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22551-7_2.
243. Nakajima G. Cytogenetical studies of triple hybrid from F₁ *Triticum turgidum* × *Secale cereale* and *Triticum vulgare*. *Jpn. J. Genetics*. 1951. № 26. P. 105–118.
244. Pfeiffer W. H. Triticales breeding at CIMMYT. Wheat breeding at CIMMYT: commemorating 50 years of research in Mexico for global wheat improvement. Mexico, 1994. P. 87–95.

245. Fu S., Tang Z., Ren Z. Inter- and intra-genomic transfer of small chromosomal segments in wheat-rye allopolyploids. *Journal of Plant Research*. 2010. № 123(1). P. 97–103. <https://doi.org/10.1007/s10265-009-0264-2>.
246. Arseniuk E. Recent developments in triticales breeding research and production – an Overview. *Journal of Crop Breeding and Genetics* 2019. № 5(2). P. 68–73.
247. Рябовол Я. С. Теоретичне обґрунтування систем гібридизації і створення вихідного матеріалу в селекції зернових культур. Автореф. дис. д. с.-г. н.: 06.01.05. Умань: УНУС, 2020. 56 с.
248. Щипак Г. В., Петрова А. П., Шевченко Е. Н., Щипак В. Г. Результаты селекции озимой тритикале на урожайность, зимостойкость и качество зерна. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2010. Вип. 9. С. 179–189.
249. Novak A., **Diordiieva I.**, Gorobets V. Analysis of the winter triticales samples created by intergeneric hybridization. Proc. of II International Scientific and Theoretical Conference «*Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives*» (1 October, Vilnius, Republic of Lithuania). Vilnius, 2021. P. 89–92.
250. Рябчун В. К., Капустіна Т. Б., Мельник В. С., Щеченко О. Є., Клименко І. В. Ознакова колекція тритикале ярого за ознаками відмінності. *Генетичні ресурси рослин*. 2014. № 14. С. 34–41.
251. Щипак Г. В., Матвієць В. Г., Рябчун Н. І., Щипак В. Г. Результати селекції гексаплоїдних тритикале на зимостійкість. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 13. № 1. С. 43–54
252. Тарасюк С. І. *Triticosecale* Wittmack ex. a. samus: значення, стан у часі на прикладі євразійського простору. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 17. С. 169–190.
253. Pena R. J. Quality improvement of wheat and triticales. Wheat breeding at CIMMYT: commemorating 50 years of research in for global wheat improvement. Mexico, 1994. P. 100–111.

254. Mergoum M., Gymez-Macpherson H. Triticale improvement and production. Rome: Food and Agricultural organization of the United States. 2004. 179 p.
255. Ammar K., Mergoum M., Rajaram S. The history and evolution of triticale. *Triticale improvement and production*. FAO, Rome, 2004. P. 1–9.
256. Москалець В. В., Москалець Т. З., Москалець В. І. Деякі історичні аспекти виведення та етапи селекційної роботи з тритикале. *Вісн. Нац. ун-ту водного господарства та природокористування*. 2012. № 4. С. 136–153.
257. Волощук О. П., Волощук І. С., Глива В. В., Ковальчук О. І. Сортові ресурси як чинник збільшення обсягів виробництва високоякісного насіння тритикале озимого. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 4. С. 53–58.
258. Hsam S. L. K., Larter E. N. Influence of source of wheat cytoplasm on the synthesis and plant characteristics of hexaploid triticale. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*. 1974. № 16. P. 333–340.
259. Apolionarska B., The influence of rye cytoplasm on meiotic stability of tetraploid secalotriticum. *J. Appl. Genet.* 2003. Vol. 44. № 2. P. 129–137.
260. Pandini F., de Carvalho F. I. F., Barbosa Neto J. F. Plant height reduction in populations of triticale (*x tritico-secale* Wittmack) by induced mutations and artificial crosses. *Braz. J. Genet.* 1997. № 20 (3).
261. Li H., Guo X., Wang Ch., Ji W. Spontaneous and divergent hexaploid triticales derived from common wheat $\times$ rye by complete elimination of D-genome chromosomes. *PLoS One*. 2015. № 10(3). e0120421. doi: 10.1371/journal.pone.0120421. eCollection 2015.
262. Sears E. R. Transfer of alien genetic material to wheat. *Wheat science today and tomorrow*. Cambridge University Press, 1981. P. 75–89.
263. Kalinka A., Achrem M. Reorganization of wheat and rye genomes in octoploid triticale ($\times$ *Tritico-secale*). *Planta*. 2018. № 247. P. 807–829.
264. Волощук С. І., Заліський О. О., Філонченко П. О., Волощук Г. Д. Удосконалення методів масового отримання рекомбінантних дигаплоїдних ліній тритикале. *НТБ МІП ім. В.М. Ремесла*. 2012. Вип. 11–12. С. 320–334.

265. Пикало С. В., Волощук С. І. Вивчення стійкості до засолення генотипів тритикале озимого з використанням культури ізольованих мікроспор. *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46. № 3. С. 267–273.
266. Пикало С. В., Волощук С. І., Волощук Г. Д. Регенерація рослин тритикале озимого в культурі різних типів експлантів. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія : Біологія*. 2015. Вип. 1. С. 71–79.
267. Пикало С. В., Зінченко М. О., Волощук С. І., Дубровна О. В. Селекція *in vitro* тритикале озимого на стійкість до водного дефіциту. *Biotechnologia acta*. 2015. V. 8. № 2. С. 69-77.
268. Волощук С. І. Створення вихідного селекційного матеріалу тритикале на основі біотехнологій *in vitro*. *Вісник СНАУ*. 2012. Вип. 9 (24). С. 165–170.
269. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Діордієва І. П. Створення вихідного матеріалу за використання ембріокультури та віддаленої гібридизації в селекції пшениці м'якої озимої. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2023. Вип. 1 (3). С. 116–122.
270. Maheshwari P., Laurie J. D Triticale Isolated Microspore Culture for Doubled Haploid Production. *Methods Mol Biol*. 2021. № 2287. P. 295–312. doi: 10.1007/978-1-0716-1315-3_16.
271. Dorsey E. Induced poluyploides in wheat and rye. *J. Heredity*. 1936. № 27. P. 155.
272. O'mara J. G. The cytogenetics of triticales. *The botanical review*. 1953. P. 587–605.
273. Mergoum M., Sapkota S., ElFatih A., ElDoliefy A. et al. Triticale (x *Triticosecale* Wittmack) Breeding. *Plant Breeding Strategies. Cereals*. 2019. P. 405–452.
274. Mergoum M., Singh P. K., Pena R. J. et al. Triticale: a «new» crop with old challenges. *Cereals*. New York :Springer, 2009. P. 267–287
275. Sapkota S., Zhang Q., Chittem K. et al. Evaluation of triticales accessions for resistance to wheat bacterial leaf streak caused by

Xanthomonas translucens pv. *undulosa*. *Plant Pathol.* 2018. № 67. P. 595–602. <https://doi.org/10.1111/ppa.12768>.

276. Levchenko O. S., Kostenko O. I., Holyk L. M., Shpakovych I. V. The results of using in the breeding process of collection samples of winter triticales in terms of grain quality. *Agriculture and crop production: theory and practice*. 2021. № 21(2). P. 84–92. <https://doi.org/10.54651/agri.2021.02.11>.

277. Дем'яненко Л. М., Лисікова В. Н., Києнко З. П. Стан розвитку вітчизняної селекції тритикале. *Пропозиція*. 2012. № 8. С. 35–37.

278. Giacomini R. M., Assis R., Brammer S. P., Nascimento J. A., Da-Silva P. R. Backcrossing to increase meiotic stability in triticales. *Genetics and Molecular Research*. 2015. № 14(3). P. 11271–11280. <https://doi.org/10.4238/2015.September.22.21>.

279. Apolinarska B. Secalotriticum 4X — Production, Chromosome Constitutions and Fertility. *Cereal Research Communications*. 2001. № 29(1). P. 61–68.

280. Aliyeva A. J., Farkas A., Aminov N. Kh., Kruppa K., Molnár-Láng M., Türkösi E. Molecular Cytogenetic Analysis and Meiotic Pairing Behavior of Progenies Originating from a Hexaploid Triticale ($\times$ *Triticosecale*, Wittmack) and Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cross. *Cytogenet Genome Res.* 2020. № 160(1). P. 47–56. doi: 10.1159/000506385.

281. Wos' H., Brzezinski W. Triticales for Food — The Quality Driver. *Triticales*. Cham: Springer International Publishing, 2015. P. 213–232. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22551-7_11.

282. Власенко С. П., Власенко В. А. Розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу в селекції зернових культур. *Наук.-техн. бюлетень Миронів. ін-ту пшениці ім. В.М. Ремесла*. 2002. Вип. 2. С. 12–17.

283. Soltis D. E., Albert V. A., Leebens-Mack J., Bell C. D. et al. Polyploidy and angiosperm diversification. *Am J Bot.* 2009. № 96. P. 336–348.

284. Badaeva E. D., Badaev N. S., Bolsheva N. L., Zelenin A. V. Chromosome alternations in the karyotype of triticales in comparison with the parental forms. 1.

Heterochromatic regions of R genome chromosomes. *Theor Appl Genet.* 1986. № 72. P. 518–523.

285. Oleszczuk S., Rabiza-Swider J., Zimny J., Lukaszewski A. J. Aneuploidy among androgenic progeny of hexaploid triticales ($\times$ *Triticosecale* Wittmack). *Plant Cell Reports.* 2011. № 30. P. 575–586.

286. Machczyńska J., Zimny J., Bednarek P. T. Tissue culture-induced genetic and epigenetic variation in triticales ($\times$ *Triticosecalespp.* Wittmack ex A. Camus 1927) regenerants. *Plant Molecular Biology.* 2015. № 89. P. 279–292.

287. Levchenko O. S., Kostenko O. I., Holyk L. M., Shpakovych I. V. The results of using in the breeding process of collection samples of winter triticales in terms of grain quality. *Agriculture and crop production: theory and practice.* 2021. № 21(2). P. 84–92. <https://doi.org/10.54651/agri.2021.02.11>.

288. Lyusikov O. M., Gordei I. A., Cytogenetic stabilization of secalotriticum ($\times$ *Triticosecale* derzhavinii secalotriticum Rozenst., et Mittelst., ^S/RRAABB, 2n = 42) genome. *Cytology and Genetics.* 2015. Vol. 49. № 2. P. 118–124.

289. Kwiatek M. T., Nawracała J. Chromosome manipulations for progress of triticales ($\times$ *Triticosecale*) breeding. *Plant Breeding.* 2018. № 137. P. 823–831.

290. Sestili F., Margiotta B., Vaccino P., Moscaritolo S., Giorgi D., Lucretti S., Palombieri S., Masci S., Lafiandra D. A Cross between Bread Wheat and a 2D(2R) Disomic Substitution Triticale Line Leads to the Formation of a Novel Disomic Addition Line and Provides Information of the Role of Rye Secalins on Breadmaking Characteristics. *Int J Mol Sci.* 2020. №10 (21(22)). P. 8450.

291. Dou Q. W., Tanaka H., Nakata N., Tsujimoto H. Molecular-cytogenetic analyses of hexaploid lines spontaneously appearing in octoploid Triticales. *Theoretical and Applied Genetics.* 2006. № 114. P. 41–47.

292. Sreeja P. S., Reddy V. R. K. Identification of rye chromosome substitutions in Triticales and its relation with kernel characters and seed setting through Giemsa C-banding technique. *Asian Pacific Journal of Reproduction.* 2013. Vol. 2. Iss. 4. P. 289–296.

293. Sandha G. S., Grewal K. D., Satija C. K. Study of R/D chromosome substitutions and their effect in triticale. *Crop Imprpov.* 1984. №11. P. 119–122
294. Silkova O. G., Adonina I. G., Krivosheina E. A., Shchapova A. I., Shumny V. K. Chromosome pairing in meiosis of partially fer-tile wheat/rye hybrids. *Plant Reproduction.* 2013. № 26. P. 33–41.
295. Щипак Г. В., Матвієць В. Г., Щипак В. Г., Ничипорук О. О., Вось Х., Бжезинський В. Створення гексаплоїдних тритикале різних сортотипів із високими хлібопекарськими якостями. *Физиология растений и генетика.* 2018. Т. 50. № 2. С. 134–148.
296. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. За ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
297. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність. Український інститут експертизи сортів рослин. 2021. 331 с.
298. Морфологічні ознаки сільськогосподарських культур для визначення відмінності, однорідності та стабільності сортів рослин. *Охорона прав на сорти рослин: Офіційний бюлетень.* 2006. № 1. ч. 3. 280 с.
299. Griffing B. Analysis of quatitative gene-acrion by constant parent regression and related techniques. *Genetics.* V. 35. P. 303–321.
300. Beyl G. M., Atkins R. E. In heritage of quantitative characters in grain sorgum. *Jowa. J. Sci.* V. 77. № 3. P. 345–358.
301. Даскалев Х., Иорданом А., Огнянова А. Гетерозис при домастите. *Българська академия на науките.* 1967. 179 с.
302. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Український інститут експертизи сортів рослин; ред. Ткачик С. О.; укл. Лівандовський А. А., Хоменко Т. М. та ін. Вінниця, 2016. 82 с.
303. Орлюк А. П., Гончар О. М., Усик Л. О. Генетичні маркери пшениці. К: Алефа, 2006. 144 с.

304. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О. та ін. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб. Київ: Колообіг, 2010. 392 с.
305. Dahat D., Rajput H., Chavan B., et al., Studies on transgressive segregation in wheat (*Triticum aestivum* Linn.), *Trends Biosci.*, 2017, vol. 10, no. 1, pp. 104–107.
306. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. Київ, 2007. 7 с.
307. ДСТУ ISO 21415–1:2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Ч. 1. Визначення сирої клейковини ручним способом. Київ, 2011. 12 с.
308. ДСТУ ISO 520:2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен. Київ. 2015. 10 с.
309. ДСТУ ГОСТ 10840:2019 Зерно. Метод визначення натури (ГОСТ 10840-2017, IDT). Київ. 2019, 10 с.
310. ДСТУ 7517:2014 Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови. Національний стандарт України. Київ: Мінагрополітики України, 2015. 15 с.
311. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. К.: Логос, 2002. 365 с.
-
312. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. V. 6. № 1. P. 34–40.
313. Finlay K. W., Wilkinson G. N. The Analysis of Adaptation in a Plant-Breeding Programme. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1963. № 14. P. 742–754. <http://dx.doi.org/10.1071/AR9630742>.
314. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2016. 163 с.
-

315. Методика проведення фітопатологічних досліджень за штучного зараження рослин. Лещук Н. В. та ін. Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2016. 74 с.

316. Guzman C., Mondal S., Govindan V., Autrique J. E., Posadas-Romano G., Cervantes F. Use of rapid tests to predict quality traits of CIMMYT bread wheat genotypes grown under different environments. *LWT Food Sci. Technol.* 2016. № 69. P. 327–333.

317. Cisar G., Cooper D. Hybrid wheat. In: Curtis BC, Rajaram S, Gomez Macpherson H (eds.) Bread wheat: improvement and production. Food and Agriculture Organization. Rome, 2002. P. 157–174.

318. Peleg Z., Fahima T., Korol A.B., Abbo S., Saranga Y. Genetic analysis of wheat domestication and evolution under domestication. *Journal of Experimental Botany.* 2011. № 62. P. 5051-5061

319. Dvorak J., Deal K. R., Luo M. C., You F. M., von Borstel K., Dehghani H. The origin of spelt and free-threshing hexaploid wheat. *Journal of Heredity.* 2012. №. 103. P. 426–441.

320. An X., Qiaoyun L., Yueming Y., Yinghua X., Hsam S. L., Zeller F. J. Genetic diversity of European spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L. em. Thell.) revealed by glutenin subunit variations at the Glu-1 and Glu-3 loci. *Euphytica.* 2005. V. 146. P. 193–201.

321. Нінієва А. К., Козуб Н. О., Созінов І. О., Рибалка О. І., Леонов О. Ю., Твердохліб О. В., Богуславський Р. Л. Характеристика зразків *Triticum spelta* L. за показниками якості зерна та електрофоретичними спектрами запасних білків. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів.* 2013. Т. 11, № 1. С. 96–105.

322. Діордієва І. П., Сержук О. П., Бабій М. М. Селекційна цінність вихідного матеріалу, створеного за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі» присвяченої 100-річчю кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології ім. І.П. Чучмія Уманського

НУС, 04 листопада 2022 року. Умань, 2022. С. 15.

323. Dokukina K. I., Bohuslavskiy R. L. Trait inheritance in bread spring wheat hybrids with synthetics with ABD genomic structure. *Генетичні ресурси рослин*. 2020. № 26. С. 11–19.

324. Faris J. D. Wheat Domestication: Key to Agricultural Revolutions Past and Future. *Genomics of Plant Genetic Resources. 1. Managing, sequencing and mining genetic resources*. 2014. P. 439–464. doi: 10.1007/978-94-007-7572-5_14.

325. Січкач С. М., Дубровна О. В. Успадкування ознак забарвлення колоса, зерна та його морфометричні параметри у гібридів F_1 – F_2 *Triticum spelta* L. × *Triticum aestivum* L. *Цитологія і генетика*. 2017. Том 51, № 5. С. 22–29.

326. de Faris J., Fellers J.P., Brooks S.A., Gill B. S. Bacterial artificial chromosome contig spanning the major domestication locus Q in wheat and identification of a candidate gene. *Genetics*. 2003. V. 164. P. 311–321.

327. Gil-Humanes J., Pistón F., Martín A., Barro F. Comparative genomic analysis and expression of the APETALA2-like genes from barley, wheat, and barley-wheat amphiploids. *BMC Plant Biology*. 2009. V. 9. P. 66.

328. De Faris J., Simons K. J., Zhang Z., Gill B.S. The wheat super domestication gene Q. *II Wheat Information Service*. 2006. 100. P. 129–148.

329. Kosuge K., Watanabe N., Melnik V.M. Laikova L.I., Goncharov N.P. New sources of compact spike morphology determined by the genes on chromosome 5A in hexaploid wheat. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2012. V. 59. P. 1115–1124.

330. Kato K., Miura H., Akiyama M. et al. RFLP mapping of three major genes, Vrn1, Q and B1 on the long arm of chromosomes 5A of wheat. *Euphytica*. 1998. № 101. P. 91–95.

331. Jantasuriyarat C., Vales M. I., Watson C. J. W. et al Identification and mapping of genetic loci affecting the free-threshing habit and spike compactness in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor Appl Genet*. 2004. № 108. P. 261–273.

332. Simons K. J., Fellers J. P., Trick H. N. et al. Molecular characterization of the major wheat domestication gene Q. *Genetics*. 2006. № 172. P. 547–555.

333. Пшениця спельта: монографія / Господаренко Г. М., Костоґриз 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.

334. Січкара С. М., Моргун В. В., Дубровна О. В. Характер успадкування морфологічних ознак колоса у гібридів *Triticum spelta* × *Triticum aestivum*. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2016. Т. 18. С. 149–153.

335. Niu J., Zheng S., Shi X., Si Y., Tian S., He Y., Ling H. Q. Fine mapping and characterization of the awn inhibitor *B1* locus in common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop J.* 2020. № 8. P. 613–622.

336. Khlestkina E. K., Röder M.S., Börner A. Identification of glume coloration genes in synthetic hexaploid and common wheats. *Wheat Inf. Serv. (e WIS)*. 2009. V. 108. P. 1–3.

337. Khlestkina E. K., Pshenichnikova T. A., Röder M. S., Salina E. A., Arbuzova V. S., Börner A. Comparative mapping of genes for glume colouration and pubescence in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 2006. V. 113. P. 801–807.

338. Якимчук Р. А. Характер успадкування морфологічних ознак та елементів продуктивності у гібридів спельтоїдний хемомутант × пшениця м'яка озима. *Вісник харківського національного аграрного університету: серія біологія*. 2017. Вип. 3 (42). С. 92–101.

339. Nilsson-Ehle H. Kreuzungsversuchungen an Hafer und Weizen. *Lands. Univ. Aersskrift N.F. Afd.* 1909. V. 2. № 2. 122 p.

340. Diordiieva I., Riabovol L., Riabovol Ia., Serzhuk O., Novak A., Kotsiuba S. The characteristic of wheat collection created by *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. hybridization. *Agronomy research*. 2018. Vol. 16. № 4. P. 2005–2015.

341. Діордієва І. П. Характеристика ліній пшениці м'якої озимої, створених за участю пшениці спельта. *Генетичні ресурси рослин*. 2019. Вип. 1. С. 57–62.

342. Diordiieva I.P., Riabovol L.O., Riabovol Ya.S., Serzhuk O.P., Nakloka Iu.I., Nakloka O.P., Karychkovska S.P. Breeding and genetic improvement of soft winter wheat with the use of spelt wheat. *Agronomy research*. 2022. Vol. 20. Iss. 1. P. 91–102.

343. Діордієва І. П. Характеристика спельтоподібних форм пшениці, створених за гібридизації *Triticum Aestivum* L. × *Triticum Spelta* L. *Агробіологія*. 2020. Вип. 157. С. 29–35.

344. Любич В. В., Желєзна В. В., Полянецька І. О. Формування вмісту амінокислот у зерні пшениці озимої залежно від сорту. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 115. С. 102–109.

345. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2016. Ч. 1. Вип.89. С. 199–206.

346. Дробот В. І., Семенова А. Б., Михонік Л. А. Порівняльна характеристика хімічного складу та технологічних властивостей суцільнозмеленого пшеничного борошна та борошна спельти. *Хранение и переработка зерна*. 2014. № 4. С. 37–39.

347. Любич В. В., Новіков В. В., Желєзна В. В. Білково-протеїназний комплекс зерна сортів пшениці спельти залежно від удобрення. *Збірник наукових праць УНУС*. 2019. Вип. 94. С. 8–16.

348. Твердохліб Е. В. Riabovol Ia., Riabovol L., Diordiieva I., Poltoretskyi S., Lubchenko A., Kononenko L., Kryzhanovskyi V. Evaluation of resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of ecologically and geographically remote forms. *Ukrainian journal of ecology*. 2018. Vol. 8. Iss. 3. P. 33–36.

349. Косаківська І. В., Васюк В. А., Войтенко Л. В. Вплив модельованої ґрунтової посухи на ростові характеристики двох споріднених видів пшениць. *Физиология растений и генетика*. 2018. Т. 50. № 3. С. 241–252.

350. An X., Li Q., Yan Y., Xiao Y., Hsam S. L.K., Zeller F.J. Genetic diversity of European spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *Spelta* L. em. Thell.)

revealed by glutenin subunit variations at the *Glu-1* and *Glu-3* loci. *Euphytica*. 2005. № 146. P. 193–201.

351. Dvořáček V., Čurn V., Moudrý J. Evaluation of Amino Acid Content and Composition in Spelt Wheat Varieties. *Cereal Research Communications*. 2002. № 30(1). P. 187–193

352. Дробот В. І., Михонік Л. А., Семенова А. Б., Фалендиш Н. О. Борошно стародавніх пшениць, продукти переробки круп'яних культур та шроту у технології хліба. Київ: ПрофКнига, 2018. 188 с.

353. Lacko-Bartosova M., Korczyk-Szabo J., Razny T. *Triticum spelta* — a specialty grain for ecological farming systems. *Research Journal*. 2010. № 42 (1). P. 143–147.

354. Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., Mignolet E., Pycke J. M., Marques C., Rozenberg R., Petitjean G., Habib-Jiwan J. L., Meurens M., Quetin-Leclercq J., Delzenne N.M., Larondelle Y. Spelt (*Triticum aestivum* spp. *spelta*) as a source of bread making flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. *J. Agr. Food Chem*. 2005. № 53. P. 2751–2759.

355. Arzani A., Ashraf M. Cultivated ancient wheats (*Triticum* spp.): a potential source of health-beneficial food products. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2017. № 3. P. 477–488.

356. Endo Y., Fu Z., Abe K., Arai S., Kato H. Dietary protein quantity and quality affect rat hepatic gene expression. *Journal of Nutrition*. 2002. № 132. P. 3632–3637.

357. Babenko L.M., Hospodarenko H.M., Rozhkov R.V., Pariy Y.F., Pariy M.F., Babenko A.V., Kosakivska I.V. *Triticum spelta*: Origin, biological characteristics and perspectives for use in breeding and agriculture. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2018. № 9 (2). P. 250–257.

358. Діордієва І. П. Лінії пшениці спельта Уманського НУС. *Генетичні ресурси рослин*. 2018. Вип. 23. С. 25–34.

359. Діордієва І. П., Єщенко О. В., Новак Ж. М. Урожайність та вміст клейковини в зерні сортів та гібридних популяцій пшениці спельти. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2017. Вип. 90. С. 173–179.

360. Nemeth C., Yang C., Kasprzak P., Hubbart S., Scholefield D, Mehra S., Skipper E., King I., King J. Generation of amphidiploids from hybrids of wheat and related species from the genera *Aegilops*, *Secale*, *Thinopyrum*, and *Triticum* as a source of genetic variation for wheat improvement. *Genome*. 2015. № 58 (2). С. 71–79.

361. Osokina N., Liubych V., Novak L., Priss O., Verkholtantseva V., Hryhorenko O., Pusik V., Pusik L. Elucidation of the mechanism that forms bread baking properties of the spelt grain. Eastern European. *Journal of Enterprise Technologies*. 2018. № 2. С. 39–47.

362. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Бойчук І. В., Тетерук О. В., Козлова О. П., Базалій Г. Г. Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 87–93.

363. Acquaah G. Breeding wheat. *Principles of plant genetics and breeding*. John Wiley & Sons, Ltd., Hoboken, 2007.

364. Zečević V., Knežević D., Mićanović D., Pavlović M., Urošević D. The inheritance of plant height in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetika*. 2005. Vol. 37. № 2. P. 173–179.

365. Ivanovska S., Kraljević-Balalić M., Stojkovski C. Diallel analysis for plant height in winter wheat. *Genetika*. 2003. № 35 (1). P. 11–19.

366. Січкарь С. М., Моргун В. В., Дубровна О. В. Успадкування морфологічних ознак гібридів F_1 – F_2 *T.spelta* × *T. aestivum*. *Физиология растений и генетика*. 2016. № 48(4). С. 344–355.

367. Halloran G. M. Genetic analysis of plant height in wheat. *Theor Appl Genet*. 1974. № 45(8). P. 368–375. doi: 10.1007/BF00277678.

368. . *Биологический журнал Армении АН Армении*. 1971. № 23 (4). С. 41–49.

369. Grant N. P., Mohan A., Sandhu D., Kulvinder S. Gill Inheritance and Genetic Mapping of the Reduced Height (*Rht18*) Gene in Wheat. *Plants (Basel)*. 2018. № 7(3). С. 58–65.
370. Petrović S., Kraljević-Balalić M., Dimitrijević M. The mode of inheritance and gene effects for plant height and harvest index in different wheat genotypes. *Genetika*. 1995. № 27(3). P. 169–180.
371. Кочмарский В. С. Оцінка зразків пшениці м'якої озимої світового генофонду за висотою рослин і остистістю колоса. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 78. С. 33–38.
372. Пшениця. Технічні умови: ДСТУ 3768:2010. К.: Держспоживстандарт України. 2010. 17 с.
373. Sood S., Kuraparthi V., Bai G., Gill B. S. The major threshability genes soft glume (sog) and tenacious glume (Tg), of diploid and polyploid wheat, trace their origin to independent mutations at non-orthologous loci. *Theor. Appl. Genet.* 2009. № 119 (2). P. 341–351.
374. Kato K., Sonokawa R., Miura H., Sawada S. Dwarfing effect associated with the threshability gene Q on wheat chromosome 5A. *Plant Breed.* 2003. № 122. P. 489–492.
375. Muramatsu M. Phenotypic expression of the *vulgare* gene Q in tetraploid wheat. *Proc V Int Wheat Genet Symp.* 1978. № 1. P. 92–102.
376. Muramatsu M. The *vulgare* super gene, Q: its universality in durum wheat and its phenotypic effects in tetraploid and hexaploid wheats. *Can J Genet Cytol.* 1986. № 28. P. 30–41.
377. Feldman M. F. Origin of cultivated wheat. A history of wheat breeding. Paris: Lavoisier Publishing, 2001. P. 1–56.
378. Kato K., Miura H., Sawada S. QTL mapping of genes controlling ear emergence time and plant height on chromosome 5A of wheat. *Theor Appl Genet.* 1998. № 98. P. 472–476.

379. Улинець В. З., Мелешко А. О. Адаптивні і продуктивні моделі сортів озимої пшениці степових регіонів України. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 2. С. 190–193.

380. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А., Хамула В. С. Оцінка адаптивної здатності сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 3-11.

381. Кочмарський В. С., Замліла Н. П., Воглогдіна Г. Б., Гуменюк О. В., Волощук С. І. Рівень адаптивності перспективних ліній пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2016. № 2. С. 98–116.

382. Діордієва І. П. Прогнозування параметрів моделі сорту пшениці спельта для умов Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць УНУС*. 2020. Вип. 96. С. 113–125.

383. Мутерко О. Ф., Балашова І. А., Сиволап Ю. М. Характеристика малопоширених видів гексаплоїдної та тетраплоїдної пшениці за нуль-алелями генів ZCST-1. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2013. Вип. 34. С. 103–106.

384. Селекційна еволюція миронівських пшениць : монографія / В. А. Власенко, В. С. Кочмарський, В. Т. Колючий, Л. А. Коломієць, С. О. Хоменко, В. Й. Солоня. Миронівка, 2012. 330 с.

385. Levy A., Feldman M. Location of genes for high grain protein percentage and other quantitative traits in wild wheat, *T. turgidum* var. *dicoccoides*. *Euphytica*. 1989. № 41. P. 113–122.

386. Avivi L. High protein content in wild tetraploid *Triticum dicoccoides* Korn. Proc. 5th Int. Wheat Genet. Symp. Ed. S. Ramanujam. Indian Soc. of Genet. and Plant Breed., New Delhi, India, 1978. P. 372–380.

387. Mesfin A., Froberg R., Khan K., Olson T. Increased grain protein content and its association with agronomic and end-use quality in two hard red spring wheat populations derived from *Triticum turgidum* L. var. *dicoccoides*. *Euphytica*. 2010. № 116. P. 237–242

388. Distelfeld A., Uauy C., Fahima T., Dubcovsky J. Physical map of the wheat high-grain protein content gene Gpc-B1 and development of a high-throughput molecular marker. *New Phytol.* 2006. № 169. P. 753–763.

389. Рибалка О. І., Моргун Б. В., Поліщук С. С. GPC-B1 (NAM-B1) Ген як новий генетичний ресурс у селекції пшениці на підвищення вмісту білка в зерні та мікроелементів. *Физиология растений и генетика*. 2018. Т. 50. № 4. С. 279–297.

390. Eser G., Önal O., Yıldırım F., Kutlu İmren. Investigation of Chromosome Numbers and Plant Characteristics of *Triticum compactum* × *Triticum turanicum* Interspecific Hybrid in F₂ Generation. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*. 2024. № 12(s3). P. 2675–2685. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v12is3.2675-2685.7162>.

391. Демидов О. А., Колюча Г. С., Правдзіва І. В., Юрченко Т. В. Використання генофонду споріднених видів для селекційного вдосконалення пшениці за якістю зерна. *Миронівський вісник*. 2016. № 2. С. 141–155.

392. Колюча Г. С., Колючий В. Т. Природні та штучні види пшениці та штучні амфідиплоїди як джерело генетичного різноманіття при створенні вихідного матеріалу для селекції озимої пшениці. *Науково-технічний бюлетень. Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла*. 2009. № 9. С. 25–32.

393. Gale M. D., Atkinson M. D., Chinoy C. N. et al. Genetic maps of hexaploid wheat. Proceedings 8 th Int. Wheat Genet. Symp. Beijing: China Agricult. Sci. Press., 1995. P. 29—40.

394. Лозінський М. В., Устинова Г. Л. Успадкування в F₁ і трансгресивна мінливість в F₂ довжини головного колосу за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 70–78.

395. Nazeer W. et al. Mechanism of inheritance for quantitative traits in interspecific crosses of *Triticum aestivum* L. *World Applied Sciences Journal*. 2013. Vol. 22(10). P. 1440–1448.

396. Якимчук Р. А. Характер успадкування довжини стебла карликовими мутантами пшениці м'якої озимої, отриманими в зоні Чорнобильської АЕС. *Физиология растений и генетика*. 2018. Т. 50, № 1. С. 46–58.
397. Діордієва І. П., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Селекційна цінність інтрогресивних форм, отриманих за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schränk ex Schübl.) Thell. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. Вип. 1(3). С. 60–67.
398. Diordiieva I., Kochmarskyi V., Riabovol L., Riabovol Ia., Karychkovska S. Creation and analysis of the starting material obtained by hybridisation of *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. *Scientific Horizons*. 2023. № 26(9). P. 110–119. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2023.110>.
399. Музафарова В. А., Падалка О. І., Рябчун В. К., Петухова І. А. Адаптивність зразків колекції пшениці м'якої ярої до умов східної частини Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 16. С. 42–50.
400. Grogan S. M., Baenziger P. S., Anderson J., Byrne P. F. Phenotypic Plasticity of Winter Wheat Heading Date and Grain Yield across the US Great Plains. *Crop science*. 2016. № 56(5). P. 21–35.
401. Ярош А. В., Рябчун В. К. Адаптивність озимої м'якої пшениці за параметрами гомеостатичності та селекційної цінності. *Генетичні ресурси рослин*. 2021. № 28. С. 36–47.
402. Tétard-Jones C., Leifert C. Plasticity of yield components of winter wheat in response to cereal aphids. *NJAS: Wageningen journal of life sciences*. 2011. № 58 (3–4). P. 139–143.
403. Василюк П. М. Оцінка стабільності та пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 1. С. 15–18.
404. Москалець Т. З. Прояв стабільності та пластичності генотипів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепового екотопу. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2015. № 1. С. 51–55.

405. Литус М. В. Вплив поєднання експериментального мутагенезу з гібридизацією озимої пшениці на адаптивність в умовах центрального Лісостепу України. *Вісник Черкаського інституту агропромислового виробництва*. 2011. Вип. 11. С. 65–69.

406. Білоусова З. В. Оцінка адаптивного потенціалу сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах південного степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 3 (73). Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_3_15 (дата звернення 07.04.2021).

407. Діордієва І. П. Параметри адаптивності зразків пшениці спельта за показниками якості зерна. *Збірник наукових праць УНУС*. 2023. Вип. 102. С. 135–142.

408. Діордієва І. П., Сержук О. П., Бабій М. М. Адаптивність зразків пшениці спельта озимої, створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2024. Вип. 104. С. 185–191.

409. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. 2017. №2. С. 35–41.

410. Dzikі D., Cacak-Pietrzak G., Miś A., K. Ończyk J., Gawlik-Dzikі U. Influence of wheat kernel physical properties on the pulverizing process. *Journal of Food Science and Technology*. 2012. Vol. 10. <http://1007/s13197-012-0807-8>.

411. Білоусова З. В., Кліпакова Ю. О. Технологічні властивості зерна інтенсивних сортів пшениці. *Праці Таврійського ДАТУ*. 2019. Вип. 19. С. 262–269.

412. Возіян В. В., Любич В. В., Сухомуд О. Г. Технологічні властивості зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2013. Вип. 1(71). С. 121–125.

413. Передумови формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення: моногр. / Г. М. Господаренко, В. В. Любич, І. О. Полянецька та ін.; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУПІ УКРАЇНА», 2019. 336 с.

414. 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.
415. Dhaka V., Khatkar B.S. Effects of Gliadin, Glutenin and HMW-GS/LMW-GS ratio on dough rheological properties and bread-making potential of wheat varieties. *Journal of Food Quality*. 2015. Vol. 38 (2). P. 71–82.
416. Подпратов Г. І. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : практикум / Г. І. Подпратов, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков. К.: Вища освіта, 2004. 272 с.
417. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Технологічна оцінка зерна пшениці та тритикале для круп'яного виробництва. *Вісник Уманського НУС*. 2015. № 2. С. 28–33.
418. Рябовол Л. О., Кисельова М. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Рябовол Я. С. Формування врожайності та вмісту білка в зерні спельтоподібних 9 гібридів F_{3-5} , одержаних гібридизацією *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 107–114.
419. 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*. 2014. Вип. 21. С. 235–240.
420. Рибалка О., Червоніс М., Щербина З. Генетичний поліморфізм клейковинних білків зерна, пов'язаних з якістю борошна пшениці: методи ідентифікації. *Збірник наукових праць СГІ НЦ НС*. 2007. Вип. 10(50). С. 52–71.
421. Осокіна Н. М., Любич В. В., Новіков В. В., Лещенко І. А. Біохімічний склад зерна пшениці полби (*Triticum Dicoccum* (Schrank) Schuebl) залежно від генотипу. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 111–119.
422. Петрова І., Чоботар С., Рибалка О., Сиволап Ю. Оптимізація електрофотометричного визначення вмісту амілози в зерновому крохмалі селекційного матеріалу пшениці. *Збірник наукових праць СГІ – НАЦНАІС*. 2007. Вип. 9(49). С. 140–149.

423. Василенко Н. В., Правдзіва І. В., Вологдіна Г. Б. та ін. Фактори впливу на якість зерна та борошна нових сортів пшениці м'якої озимої. З. «Сила» борошна та її складові. *Миронівський вісник: зб. наук. праць*. 2017. Вип. 4. С. 142–151. <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.04.36>.

424. Giroux M., Morris C. Wheat grain hardness results from highly conserved mutations in the friabilin components puroindoline a and b. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 1998. V. 95. P. 6262–6266.

425. Morris C. Impact of blending hard and soft white wheats on milling and backing quality. *Cereal Food World*. 1992. V. 37. P. 643–648.

426. Jolly C., Glenn G., Rahman S. Gsp-1 genes are linked to the grain hardness locus (Ha) on wheat chromosome 5D. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 1996. V. 93. P. 2408–2413.

427. ДСТУ 46.004–99. Борошно пшеничне. Галузевий стандарт України. Київ: Держспоживстандарт України, 1999. 13 с.

428. Діордієва І. П., Масловата С. А. Технологічні та хлібопекарські властивості зерна форм пшениці створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 2/102. [https://doi.org/10.31548/dopovidi2\(102\).2023.004](https://doi.org/10.31548/dopovidi2(102).2023.004).

429. Діордієва І. П., Ташлицький Є. М., Прокопчук Л. В. Хлібопекарські властивості зерна форм пшениці створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L.. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі» присвяченої 155-річчю заснування факультету агрономії Уманського національного університету садівництва. Умань, 2023. С. 48–50.

430. Гірко В. С. Селекція тритикале. *Спеціальна селекція і насінництво польових культур*. Харків: ІР імені В. Я. Юр'єва НААН України, 2010. 462 с.

431. Гребенюк І. В. Умови культивування пиляків *in vitro* тритикале. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: біологія*. 2008. Вип. 7. № 814. С. 187–198.

432. Lule D., Tesfaye K., Mengistu G. Genotype by environment interaction and grain yield stability analysis for advanced triticales (x. *Triticosecale* Wittmack) genotypes in Western Oromia, Ethiopia. *Ethiop. Journal. Sci.* 2014. V. 37 (1). P. 63–68.
433. Діордієва І. П., Рябовол Л. О. Збагачення генофонду тритикале озимого за віддаленої гібридизації. *Наукові, методологічні та практичні підходи до проблем сучасної агрономії*. Умань: ВПЦ «Візаві», 2021. С. 54–86.
434. Kang H., Wang H., Huang J., Wang Y. et al. Divergent Development of Hexaploid Triticale by a Wheat–Rye–*Psathyrostachys huashanica* Trigenic Hybrid Method. *PLoS One*. 2016. №11(5). P. 155–167.
435. Shulyndin A. F. Synthesis of three species wheat-rye amphidiploids. *Genetics*. 1970. № 6. P. 23–35.
436. Raina S. K. Crossability and in vitro development of hybrid embryos of *Triticum durum* × *Secale cereale*. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 1984. Vol. 44. № 3. P. 429–437.
437. Voylokov A. V., Tikhenko N. D. Triticale as a model for study of genome interaction and genome evolution in allopolyploid plants. Proceedings of the 5th International Triticale Symposium, Radzików, Poland, 30 June - 5 July, 2002. Volume I: oral presentations 2002 pp.63-70 ref.17
438. Tikhenko N., Tsvetkova N., Priyatkina S., Voylokov A. A. Börner Gene mutations in rye causing embryo lethality in hybrids with wheat: allelism and chromosomal localisation. *Biologia plantarum*. 2011. № 55 (3). P. 448–452.
439. Oettler G. Crossability and embryo development in wheat-rye hybrids. *Euphytica*. 1983. № 32. P. 593–600.
440. Ren Z. L., Lelley T. Hybrid necrosis in triticales and the expression of necrosis genes in allopolyploids. *Theor. appl. Genet.* 1989. № 77. P. 742–748.
441. Lange W., Wojciechowska B. The crossing of common wheat (*Triticum aestivum* L.) with cultivated rye (*Secale cereale* L.). I. crossability, pollen grain germination and pollen tube growth. *Euphytica*. 1976. Vol. 25. Iss. 1. P. 609–620.

442. Hills M. J., Hall L. M., Messenger D. F., Graf R. J., Beres B. L., Eudes F. Evaluation of crossability between triticales (X *Triticosecale* Wittmack) and common wheat, durum wheat and rye. *Environ Biosafety Res.* 2007. № 6(4). P. 249–257. doi: 10.1051/ebr:2007046.
443. Falk D. E., Kasha K. J. Genetic studies of the crossability of hexaploid wheat with rye and *Hordeum bulbosum*. *Theor. Appl. Genet.* 1983. № 64. P. 303–307.
444. Jalani B., Moss J. The site of action of the crossability genes (*Kr1*, *Kr2*) between *Triticum* and *Secale*. I. Pollen germination, pollen tube growth, and number of pollen tubes. *Euphytica*. 1980. № 29. P. 571–579.
445. Luo M. C., Yen C., Yang J. L. Crossability percentages of bread wheat collections from Tibet, China with rye. *Euphytica*. 1993. № 70. P. 127–129.
446. Мельничук М. Д., Кляченко О. Л. Біотехнологія а агросфері. Київ, 2014. 245 с.
447. Oleszczuk S., Grzechnik N., Mason A. S., Zimny J. Heritability of meiotic restitution and fertility restoration in haploid triticales. *Plant Cell Rep.* 2019. № 38(12). P. 1515–1525. doi: 10.1007/s00299-019-02462-6.
448. Guerra D., Pacheco M. T., Federizzi L. C. F. Analysis of self –fertilization and meiotic behavior of 11 Brazilian triticales cultivars at two sowing dates. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 2011. № 11. P. 114–124.
449. Diordiieva I., Riabovol Ia., Riabovol L., Serzhuk O., Novak Zh., Chernov O., Karychkovska S. Triticales breeding improvement by the intraspecific and remote hybridization. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(4). P. 67–71.
450. Діордієва І. П., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Голубенко О. В. Збагачення генофонду тритикале озимого за внутрішньовидової гібридизації. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 98. С. 84–91.
451. Samadashvili T. Triticales Breeding In Georgia and the Prospects for Its Use. *J Biotechnology App.* 2023. № 2(1). P. 1–5.
452. Riabovol L. O., Diordiieva I. P., Riabovol Ya. S., Polyanetska I. O., Lubchenko A. I., Novak Zh. M. Triticales breeding improvement with the use of spelt

wheat (*Triticum spelta* L.). *Journal of food, agriculture and environment*. 2018. Vol. 16. № 1. P. 54-58.

453. Kwiatek M, Majka M, Majka J, Belter J, Suchowilska E, Wachowska U, et al. Intraspecific Polymorphisms of Cytogenetic Markers Mapped on Chromosomes of *Triticum polonicum* L. *PLoS ONE*. 2016. № 11(7). e0158883. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158883>.

454. Діордієва І. П., Новак Ж. М. Вміст клейковини та її якість в зерні колекційних зразків чотиривидових тритикале. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2017. №2. С. 68–72.

455. Антонюк М. З. Інтрогресія, як індуктор мінливості геному пшениці *Triticum aestivum* L.: дис... д. б. н.:03.00.15. Київ, 2019. 539 с.

456. Моцний І. І., Нарган Т. П., Наконечний С. Ю., Лифенко С. П., Молодченкова О. О. Різноманіття похідних віддаленої гібридизації озимої пшениці за стійкістю до хвороб та іншими чужинними ознаками. *Вісник Одеського НУ. Біологія*. 2021. Т. 26. Вип. 2(49). С. 51–72.

457. Xu Y. *Molecular plant breeding*. UK: CAB International, 2010. 734 p.

458. Литвиненко М. А., Топал М. М., Шестопап О. Л., Замбріборщ І. С., Галаєв О. В. Удосконалена технологія селекційного процесу пшениці м'якої озимої з використанням біотехнологічних і молекулярно-генетичних методів: Науково-методичний посібник. Одеса: СГІ НЦНС, 2016. 43 с.

459. Sourgille P., Cadalen T., Gay G. et al. Molecular and physical mapping of genes affecting awing on wheat. *Plant Breed*. 2002. № 121. P. 320–324.

460. Tsenov N., Atanasova D., Todorov I., Ivanova I., Stoeva I. Allelic Diversity In Bulgarian Winter Wheat Varieties Based on Polymorphism of Glutenin Subunit Composition. *Cereal Research Communications*. 2009. P. 551–558.

461. Panin V. M., Netsvetaev V. P. Genetic control of gliadins and some morphological characters of spike in durum winter wheats. *Nauchno-Tekhnicheskii Byulleten*. 1986. № 2. P. 31–36.

462. Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Артаплот. *Зернові культури*. 2019. № 1. С. 7–12.

463. Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Уманська царівна. *Агробіологія*. 2021. № 2 (167). С. 43–49.

464. Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Сорт пшениці м'якої озимої Фрея: походження та агробіологічна характеристика. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 26–33.

465. Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Євразія. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2024. № 2. С. 98–103.

466. <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>.

467. Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Новак Ж. М., Полянецька І. О., Задерака О. І., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Заболотна І. Р., Діордієва І. П., Якимчук Р. А., Любич В. В. Пат. № 190224 Україна. На сорт рослин – Артаплот. Пшениця м'яка (озима). Дата пріоритету 27.03.2015; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 28.03.2019.

468. Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., Діордієва І. П., Заболотна І. Р., Любич В. В. Пат. № 190375 Україна. На сорт рослин – Наварра. Тритикале (озиме). Дата пріоритету 27.03.2015; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 28.03.2019.

469. Рябовол Л. О., Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Полторецький С. П., Яценко А. О. Пат. № 230653. Україна. На сорт рослин – Євразія. Пшениця м'яка (озима). Дата пріоритету 30.07.2019; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 03.11.2023.

470. Рябовол Л. О., Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Полторецький С. П., Яценко А. О. Пат. № 230653. Україна. На сорт рослин – Євразія. Пшениця м'яка

(озима). Дата пріоритету 30.07.2019; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 03.11.2023.

471. Свідоцтво № 200655 «Про авторство на сорт рослин». Уманська царівна. Пшениця м'яка (озима). Заявка №18012030. Автор(и) Рябовол Л. О., Парій Я. Ф., Парій М. Ф, Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Парій Ю. О., Бреус О. С., Полторецький С. П..

472. Свідоцтво № 180868 «Про авторство на сорт рослин». Артаплот. Пшениця м'яка (озима). Заявка № 15012037. Автор(и): Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф, Новак Ж. М., Полянецька І. О., Задерака О. І., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Заболотна І. Р., Діордієва І. П., Якимчук Р. А., Любич В. В.

473. Свідоцтво № 210639 «Про авторство на сорт рослин». Фрея. Пшениця м'яка (озима). Заявка № 18012031. Автор(и) Рябовол Л. О., Парій Я. Ф., Парій М. Ф, Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Парій Ю. О., Бреус О. С.

474. Свідоцтво № 19012079 «Про авторство на сорт рослин». Євразія. Пшениця м'яка (озима). Заявка № 19012079. Автор(и) Рябовол Л. О., Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Полторецький С. П., Яценко А. О.

475. Діордієва І. П., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Стратег. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 2 (78).

476. Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Наварра. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2 (93). С. 13–20.

477. Парій Ф. М., Парій М. Ф, Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., Діордієва І. П., Заболотна І. Р., Любич В. В. Пат. № 190375 Україна. На сорт рослин – Наварра. Тритикале (озиме). Дата пріоритету 27.03.2015; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 28.03.2019.

478. Парій Ф. М., Парій М. Ф, Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., Діордієва І. П., Заболотна І. Р., Любич В. В. Пат. № 190376 Україна. На сорт рослин – Стратег. Тритикале (озиме). Дата пріоритету

27.03.2015; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 28.03.2019.

ДОДАТКИ

Монографії

1. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Полторецький С. П., Коцюба С. П. Селекційне вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта: монографія. Умань: ВПЦ «Візаві», 2019. 214 с. (40 % авторства: проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення результатів, оформлення і написання монографії).

Статті у наукових виданнях, включених до Міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science:

2. **Diordiieva I.,** Riabovol L., Riabovol Ia., Serzhuk O., Novak A., Kotsiuba S. The characteristic of wheat collection created by *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. hybridization. *Agronomy research*. 2018. Vol. 16. № 5. P. 2005–2015. <https://doi.org/10.15159/AR.18.181>. (30 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
3. Riabovol Ia., Riabovol L., **Diordiieva I.,** Poltoretskyi S., Lubchenko A., Kononenko L., Kryzhanovskyi V. Evaluation of resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of ecologically and geographically remote forms. *Ukrainian journal of ecology*. 2018. Vol. 8. Iss. 3. P. 33–36. (20 % авторства: проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
4. **Diordiieva I.,** Riabovol Ia., Riabovol L., Serzhuk O., Novak Zh., Chernov O., Karychkovska S. Triticale breeding improvement by the intraspecific and remote hybridization. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(4). P. 67–71. https://doi.org/10.15421/2020_169. (25 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
5. **Diordiieva I. P.,** Riabovol L. O., Riabovol Ya. S., Serzhuk O. P., Nakloka Iu. I., Nakloka O. P., Karychkovska S. P. Breeding and genetic improvement of soft winter wheat with the use of spelt wheat. *Agronomy research*. 2022. Vol. 20. Iss. 1. P. 91–102. <https://doi.org/10.15159/ar.22.016>. (30 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
6. **Diordiieva I.,** Kochmarskyi V., Riabovol L., Riabovol Ia., Karychkovska S. (2023). Creation and analysis of the starting material obtained by hybridisation of *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. *Scientific Horizons*. 2023. № 26(9). P. 110–119. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2023.110>. (40 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
7. **Diordiieva I. P.,** Riabovol I. S., Riabovol L. O., Babii M. M., Fedorenko S. V., Serzhuk O. P., Maslovata S. A., Liubchenko A. I., Novak Z. M., Liubchenko I. O. Breeding and genetic improvement of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) by interspecific hybridization. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024. Vol. 15. № 3. P. 463–469. <https://doi.org/10.15421/022465>. (20 % авторства:

теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Статті у наукових фахових виданнях України та, що включені до міжнародних наукометричних баз даних:

8. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О., Заболотна І. Р., **Діордієва І. П.** Гібридна пшениця: проблеми, можливості, переваги перспективи. *Збірник наукових праць УНУС*. 2014. Вип. 86. С. 210–214. (25 % авторства: пошук наукової літератури, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

9. **Діордієва І. П.**, Єщенко О. В., Новак Ж. М. Урожайність та вміст клейковини в зерні сортів та гібридних популяцій пшениці спельти. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2017. Вип. 90. С. 173–179. (60 % авторства: обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

10. **Діордієва І. П.**, Новак Ж. М. Кількість та якість клейковини в зерні колекційних зразків чотиривидових тритикале. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2017. № 2. С. 68–72. (75 % авторства: обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

11. **Діордієва І. П.** Лінії пшениці спельта Уманського НУС. *Генетичні ресурси рослин*. 2018. Вип. 23. С. 25–34. <https://doi.org/10.36814/pgr.2018.22.02>. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

12. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., **Діордієва І. П.** Стійкість до хвороб зразків пшениці м'якої озимої, створених гібридизацією географічно віддалених форм. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 124–133. [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-11](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-11). (30 % авторства: проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

13. **Діордієва І. П.**, Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Стратег. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 2 (78). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.012>. (40 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

14. **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Наварра. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2 (93). С. 13–20. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.01>. (40 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

15. **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Артаплот. *Зернові культури*. 2019. № 1. С. 7–12. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0053>. (40 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

16. **Діордієва І. П.** Характеристика ліній пшениці м'якої озимої, створених за участю пшениці спельта. *Генетичні ресурси рослин*. 2019. Вип. 1. С. 57–62. <https://doi.org/10.36814/pgr.2019.24.04>. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

17. **Діордієва І. П.** Обґрунтування параметрів моделі сорту пшениці спельта для умов Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць УНУС*. 2020. Вип. 96. С. 113–125. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-113-125>. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

18. **Діордієва І. П.** Характеристика спельтоподібних форм пшениці, створених за гібридизації *Triticum Aestivum* L. × *Triticum Spelta* L. *Агробіологія*. 2020. Вип. 157. С. 29–35. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-29-34>. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

19. **Діордієва І. П.,** Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Голубенко О. В. Збагачення генофонду тритикале озимого за внутрішньовидової гібридизації. *Збірник наукових праць УНУС*. 2021. Вип. 98. С. 84–92. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2021-98-1-84-91>. (60 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

20. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Уманська царівна. *Агробіологія*. 2021. № 2 (167). С. 43–49. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-43-49>. (35 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

21. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Сорт пшениці м'якої озимої Фрея: походження та агробіологічна характеристика. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 26–34. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2022-100-1-26-33>. (35 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

22. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Селекційна цінність інтрогресивних форм, отриманих за гібридизації *Triticum Spelta* L. × *Triticum Turgidum* Subsp. *Dicoccon* (Schrank ex Schübl.) Thell. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. Вип. 3. С. 60–68. <https://doi.org/10.54651/agri.2022.01.07>. (40 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

23. **Діордієва І. П.,** Масловата С. А. Технологічні та хлібопекарські властивості зерна форм пшениці створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 2/102. [https://doi.org/10.31548/dopovid2\(102\).2023.004](https://doi.org/10.31548/dopovid2(102).2023.004). (90 % авторства:

обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

24. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., **Діордієва І. П.** Створення вихідного матеріалу за використання ембріокультури та віддаленої гібридизації в селекції пшениці м'якої озимої. *«Землеробство та рослинництво: теорія і практика»*. 2023. Вип. 1 (3). С. 116–122. <https://doi.org/10.54651/agri.2023.01.13>. (30 % авторства: проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

25. **Діордієва І. П.** Параметри адаптивності зразків пшениці спельта за показниками якості зерна. *Збірник наукових праць УНУС*. 2023. Вип. 102. С. 135–142. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-102-1-135-142>. (Обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

26. **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Євразія. *«Землеробство та рослинництво: теорія і практика»*. 2024. № 2. С. 98–103. <https://doi.org/10.54651/agri.2024.02.12>. (35 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

27. **Діордієва І. П.**, Сержук О. П., Бабій М. М. Адаптивність зразків пшениці спельта озимої, створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Збірник наукових праць УНУС*. 2024. Вип. 104. С. 185–192. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-104-1-185-191>. (70 % авторства: обґрунтування актуальності теми, проведення польових і лабораторних досліджень, статистичний аналіз і узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Статті у міжнародних наукових періодичних зарубіжних виданнях:

28. Riabovol L. O., **Diordiieva I. P.**, Riabovol Ya. S., Polyanetska I. O., Lubchenko A. I., Novak Zh. M. Triticale breeding improvement with the use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.). *Journal of food, agriculture and environment*. 2018. Vol. 16. № 1. P. 54–58. (30 % авторства: теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Патенти:

29. Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Новак Ж. М., Полянецька І. О., Задерака О. І., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Заболотна І. Р., **Діордієва І. П.**, Якимчук Р. А., Любич В. В. Пат. № 190224 Україна. На сорт рослин – Артаплот. Пшениця м'яка (озима). Дата пріоритету 27.03.2015; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 28.03.2019. (20 % авторства).

30. Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., **Діордієва І. П.**, Заболотна І. Р., Любич В. В. Пат. № 190376 Україна. На сорт рослин – Стратег. Тритикале (озиме). Дата

пріоритету 27.03.2015; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 28.03.2019. (20 % авторства).

31. Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., **Діордієва І. П.**, Заболотна І. Р., Любич В. В. Пат. № 190375 Україна. На сорт рослин – Наварра. Тритикале (озиме). Дата пріоритету 27.03.2015; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 28.03.2019. (20 % авторства).

32. Рябовол Л. О., **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Полторецький С. П., Яценко А. О. Пат. № 230653. Україна. На сорт рослин – Євразія. Пшениця м'яка (озима). Дата пріоритету 30.07.2019; дата державної реєстрації майнових прав інтелектуальної власності на сорт рослин 03.11.2023. (25 % авторства).

Авторські свідоцтва на сорти рослин:

33. Свідоцтво № 180868 «Про авторство на сорт рослин». Артаплот. Пшениця м'яка (озима). Заявка № 15012037. Автори: Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Новак Ж. М., Полянецька І. О., Задерака О. І., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Заболотна І. Р., **Діордієва І. П.**, Якимчук Р. А., Любич В. В. (Районовано у 2018 р.). (20 % авторства).

34. Свідоцтво № 180915 «Про авторство на сорт рослин». Наварра. Тритикале (озиме). Заявка № 15022003. Автори: Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., **Діордієва І. П.**, Заболотна І. Р., Любич В. В. (Районовано у 2018 р.). (20 % авторства).

35. Свідоцтво № 15022004 «Про авторство на сорт рослин». Стратег. Тритикале (озиме). Заявка № 15022003. Автори: Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., **Діордієва І. П.**, Заболотна І. Р., Любич В. В. (Районовано у 2018 р.). (20 % авторства).

36. Свідоцтво № 200655 «Про авторство на сорт рослин». Уманська царівна. Пшениця м'яка (озима). Заявка № 18012030. Автори: Рябовол Л. О., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Парій Ю. О., Бреус О. С., Полторецький С. П. (Районовано у 2020 р.). (20 % авторства).

37. Свідоцтво № 210639 «Про авторство на сорт рослин». Фрея. Пшениця м'яка (озима). Заявка № [18012031](#). Автори: Рябовол Л. О., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Парій Ю. О., Бреус О. С. (Районовано у 2021 р.). (20 % авторства).

38. Свідоцтво № 19012079 «Про авторство на сорт рослин». Євразія. Пшениця м'яка (озима). Заявка № [19012079](#). Автори: Рябовол Л. О., **Діордієва І. П.**, Рябовол Я. С., Полторецький С. П., Яценко А. О. (Районовано у 2023 р.). (25 % авторства).

Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

39. **Діордієва І. П.**, Єщенко О. В. Сучасний стан і перспективи селекції пшениці спельта. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): матеріали міжнародної наукової конференції (16–18 березня 2016 р.)*. Умань, 2016. С. 72.

40. **Діордієва І. П.**, Єщенко О. В. Оцінка короткостеблових форм чотиривидових тритикале за основними господарсько-цінними ознаками.

Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (25–26 квітня 2016 р.). Кам'янець-Подільський, 2016. С. 100–102.

41. **Діордієва І. П.** Висота рослин гібридних популяцій пшениці спельти. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку*: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (7 червня 2017 р.). Київ, 2017. С. 36–37.

42. **Діордієва І. П.,** Єщенко О. В., Полянецька І. О. Урожайність зразків пшениці спельти озимої в умовах Уманського НУС. *Інноваційні технології виробництва рослинницької продукції*: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (20 квітня 2016 р.). Умань, 2016. С. 25–27.

43. **Діордієва І. П.,** Бурківський К. А., Мостовик В. В. Аналіз колекційних зразків пшениці м'якої за вмістом клейковини. *Інноваційні агротехнології*: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (28 березня, 2018). Умань, 2018. С. 74–76.

44. **Діордієва І. П.** Аналіз нових сортозразків пшениці м'якої за показниками екологічної пластичності та стабільності. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*: Матеріали Всеукраїнської наук.-практичної конференції. Умань, 2018. С. 36–39.

45. **Діордієва І. П.,** Бабій М. М., Махотін В. А. Аналіз колекційних зразків пшениці м'якої отриманих за участю пшениці спельта. Матеріали міжнародної конференції, присвяченої 150-річчю факультету агрономії (15 листопада 2018 р.). Умань, 2018. С. 83–85.

46. **Діордієва І. П.,** Даскал І. О., Бабій П. М. Характеристика колекційних сортозразків пшениці спельти за проявом господарсько-цінних ознак. Матеріали міжнародної конференції, присвяченої 150-річчю факультету агрономії (15 листопада 2018 р.). Умань, 2018. С. 81–83.

47. **Діордієва І. П.,** Полянецька І. О., Новак Ж. М. Показники продуктивності колоса сортозразків пшениці спельти селекції Уманського НУС. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*: матеріали VII міжнародної наукової конференції (19–21 березня 2018 р.). Умань, 2018 р. С. 65–68.

48. Полянецька І. О., Новак Ж. М., **Діордієва І. П.** Характеристика гібридних популяцій пшениці озимої, створених за участю *Triticum Spelta* L. за основними показниками на якість зерна. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*: матеріали VII Міжнародної конференції (19–21 березня 2018 р.). Умань, 2018. С. 211–213.

49. **Діордієва І. П.** Адаптивні особливості пшениці спельта за кількісними ознаками якості зерна. *Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20–21 березня 2019 р.). Кам'янець-Подільський, 2019. С. 94–96.

50. **Діордієва І. П.** Екологічна пластичність та стабільність нових сортозразків тритикале озимого за врожайністю. *Перспективи розвитку сучасної науки та освіти*: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (13–14 листопада 2019 р.). Львів, 2019. С. 53–54.

51. **Діордієва І. П.,** Завалко О. С. Аналіз гібридних популяцій *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. за вмістом клейковини. *Актуальні питання*

агротехнологій: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (15 травня 2019 р.). Умань, 2019. С. 42–44.

52. **Diordiieva I.** Breeding results on productivity and grain quality of winter wheat. *Theoretical foundations of modern science and practice: proc. of int. science conf.* (06–07 April 2020). Melbourne, Australia, 2020. P. 34–38.

53. Novak A., **Diordiieva I.**, Gorobets V. Analysis of the winter triticale samples created by intergeneric hybridization. *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives: proc. of II International Scientific and Theoretical Conference* (1 October, Vilnius, Republic of Lithuania). Vilnius, 2021. P. 89–92.

54. **Діордієва І. П.** Розширення генофонду тритикале озимого віддаленою гібридизацією. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): матеріали X Міжнародної наукової конференції* (19 березня 2021 р.). Умань, 2021. С. 69–72.

55. **Діордієва І. П.** Характер успадкування фенотипових ознак колосу у гібридів F₂ *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): матеріали XI Міжнародної наукової конференції* (19 березня 2022 р.). Умань, 2022. С. 69–72.

56. **Діордієва І. П.**, Сержук О. П., Бабій М. М. Селекційна цінність вихідного матеріалу, створеного за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції присвяченої 100-річчю кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології ім. І. П. Чучмія Уманського НУС* (04 листопада 2022 р.). Умань, 2022. С. 15.

57. **Діордієва І. П.**, Рак О. М., Пізній І. О. Створення вихідного матеріалу тритикале озимого за гібридизації з пшеницею спельта (*Triticum spelta* L.) та елімусом піщаним (*Elimus arenarius* L.). *Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання): Матеріали XII Міжнародної наукової конференції* (19 березня 2023 р.). Умань, 2023. С. 66–68.

58. **Diordiieva I.**, Babii M., Korol E. Degree of dominance and the level of inheritance of traits by hybridization *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* Host. *Modern vision of implementing innovations in scientific studies: II International Scientific and Theoretical Conference* (October, 20 2023). Sofia, Republic of Bulgaria, 2023. P. 52–53.

59. **Діордієва І. П.**, Лівіцький В. В., Щербина В. А. Ступінь домінування та характер успадкування селекційно-цінних ознак у гібридів *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвиток: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції* (31 березня 2023). Біла Церква, 2023. С. 120–122.

60. **Діордієва І. П.**, Ташлицький Є. М., Прокопчук Л. В. Хлібопекарські властивості зерна форм пшениці створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції присвяченої 155-річчю заснування факультету агрономії Уманського національного університету садівництва* (11 жовтня 2023). Умань, 2023. С. 48–50.

61. **Діордієва І. П.**, Бабій М. М. Створення вихідного матеріалу пшениці спельта з оптимальною структурою колосу. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції* (19–20 березня 2024). Умань, 2024. С. 120–122.

62. **Діордієва І. П.,** Ташлицький Є. М., Прокопчук Л. В. Аналіз гібридів F_{4-5} *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. за показниками якості зерна. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції (19–20 березня 2024)*. Умань, 2024. С. 120–122.

63. **Diordiieva I.,** Maslovata S., Tashlytsky Ie., Derkach V., Podborsky O. Degree and frequency of transgressions in F_{3-4} hybrids *Triticum spelta* L. × *Triticum compactum* host. Modern vision of implementing innovations in scientific studies: IV International Scientific and Theoretical Conference (October, 6 2024). Sofia, Republic of Bulgaria, 2024. P. 22–24.

64. **Діордієва І. П.,** Сержук О. П., Бабій М. М. Трансгресивна мінливість за показниками продуктивності колосу у гібридів F_{3-4} *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції (29–31 жовтня 2024)*. Умань, 2024. С. 28–29.

65. **Діордієва І. П.,** Ташлицький Є. М., Прокопчук Л. В. Аналіз низькостеблових форм пшениці спельта (*Triticum spelta* L.) за господарсько-цінними показниками. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції (29–31 жовтня 2024)*. Умань, 2024. С. 29–30.

Наукові праці, що додатково відображають наукові результати дисертанта:

66. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Високопродуктивні сорти пшениці м'якої озимої та тритикале озимого для сільськогосподарського виробництва. Рекомендації виробництву. Умань: УНУС, 2024. 20 с.

67. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Способи ідентифікації рослинних матеріалів тритикале озимого за маркерними ознаками. Рекомендації селекційній практиці. Умань: УНУС, 2025. 12 с.

68. **Діордієва І. П.,** Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Технологічна схема селекційного процесу пшениці спельта озимої. Рекомендації селекційній практиці. Умань: УНУС, 2025. 12 с.


Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 230675

про авторство на сорт рослини
Євразія
назва сорту
Пшениця м'яка (озима)
Triticum aestivum L.
ботанічний таксон

Заявка № **19012079**

Автор(и):
Рябовол Людмила Олегівна
Рябовол Ярослав Сергійович
Яценко Анатолій
Олексійович

Діордієва Ірина Павлівна
Полторецький Сергій
Петрович

Директор Департаменту
аграрного розвитку


Ігор ВІШТАК

Додаток Б1



Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 210639

про авторство на сорт рослини

Фрея
назва сорту
Пшениця м'яка (озима)
Triticum aestivum L.
ботанічний таксон

Заявка № **18012030**

Автор(и):

Рябовол Людмила Олегівна	Парій Мирослав Федорович
Парій Ярослав Федорович	Діордісва Ірина Павлівна
Рябовол Ярослав Сергійович	Парій Юлія Олександрівна
Бреус Оксана Сергіївна	

Директор Департаменту
аграрного розвитку  **Ігор ВІШТАК**





МІНІСТЕРСТВО
РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ,
ТОРГІВЛІ ТА СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

СВІДОЦТВО

№ 200655

ПРО АВТОРСТВО
НА СОРТ РОСЛИН

Уманська царівна

назва сорту

Пшениця м'яка (озима)

Triticum aestivum L.

ботанічний таксон

Заявка № **18012031**

Автор(и):

Рябовол Людмила
Олегівна

Парій Ярослав
Федорович

Рябовол Ярослав
Сергійович

Бреус Оксана Сергіївна

Парій Мирослав
Федорович

Діордісва Ірина
Павлівна

Парій-Юлія
Олександрівна

Полторецький Сергій
Петрович

Директор
Департаменту
аграрної політики



Денис ПАЛАМАРЧУК



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

СВІДОЦТВО

№ 180868

ПРО АВТОРСТВО НА СОРТ РОСЛИН

Артаплот
назва сорту
Пшениця м'яка (озима)
Triticum aestivum L.
ботанічний таксон

Заявка № 15012037

Автор(и):

Парій Федір Микитович	Парій Ярослав Федорович
Парій Мирослав Федорович	Новак Жанна Миколаївна
Полянєць Ірина Олегівна	Задерака Олексій Іванович
Рябовол Людмила Олегівна	Рябовол Ярослав Сергійович
Заболотна Іванна Романівна	Дюрлієва Ірина Павлівна
Якимчук Руслан Андрійович	Любич Віталій Володимирович

Заступник директора Департаменту
аграрної політики та
сільського господарства



О. Альшанова



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

СВІДОЦТВО

№ 180915

ПРО АВТОРСТВО НА СОРТ РОСЛИН

Наварра
назва сорту
Тритикале (озиме)
Triticosecale Witt.
ботанічний таксон

Заявка № 15022003

Автор(и):

Парій Федір Микитович	Парій Ярослав Федорович
Парій Мирослав Федорович	Рябчук Віктор Кузьмович
Рябовол Людмила Олегівна	Рябовол Ярослав Сергійович
Задерака Олексій Іванович	Діордієва Ірина Павлівна
Заболотна Іванна Романівна	Любич Віталій Володимирович

Заступник директора Департаменту
аграрної політики та
сільського господарства



О. Альшанова

 **МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ**

СВІДОЦТВО

№ 180916

**ПРО АВТОРСТВО
НА СОРТ РОСЛИН**

Стратег
назва сорту
Тритикале (озиме)
Triticosecale Witt.
ботанічний таксон

Заявка № 15022004
Автор(и):

Парій Федір Микитович	Парій Ярослав Федорович
Парій Мирослав Федорович	Рябчук Віктор Кузьмович
Рябовол Людмила Олегівна	Рябовол Ярослав Сергійович
Задерака Олексій Іванович	Дюрдєва Ірина Павлівна
Заболотна Іванна Романівна	Любич Віталій Володимирович

**Заступник директора Департаменту
аграрної політики та
сільського господарства**

 **Альшанова**



Міністерство аграрної політики та продовольства України

ПАТЕНТ

№ 230653

на сорт рослини

Євразія
назва сорту
Пшениця м'яка (озима)
Triticum aestivum L.
ботанічний таксон

Заявка № : **19012079**

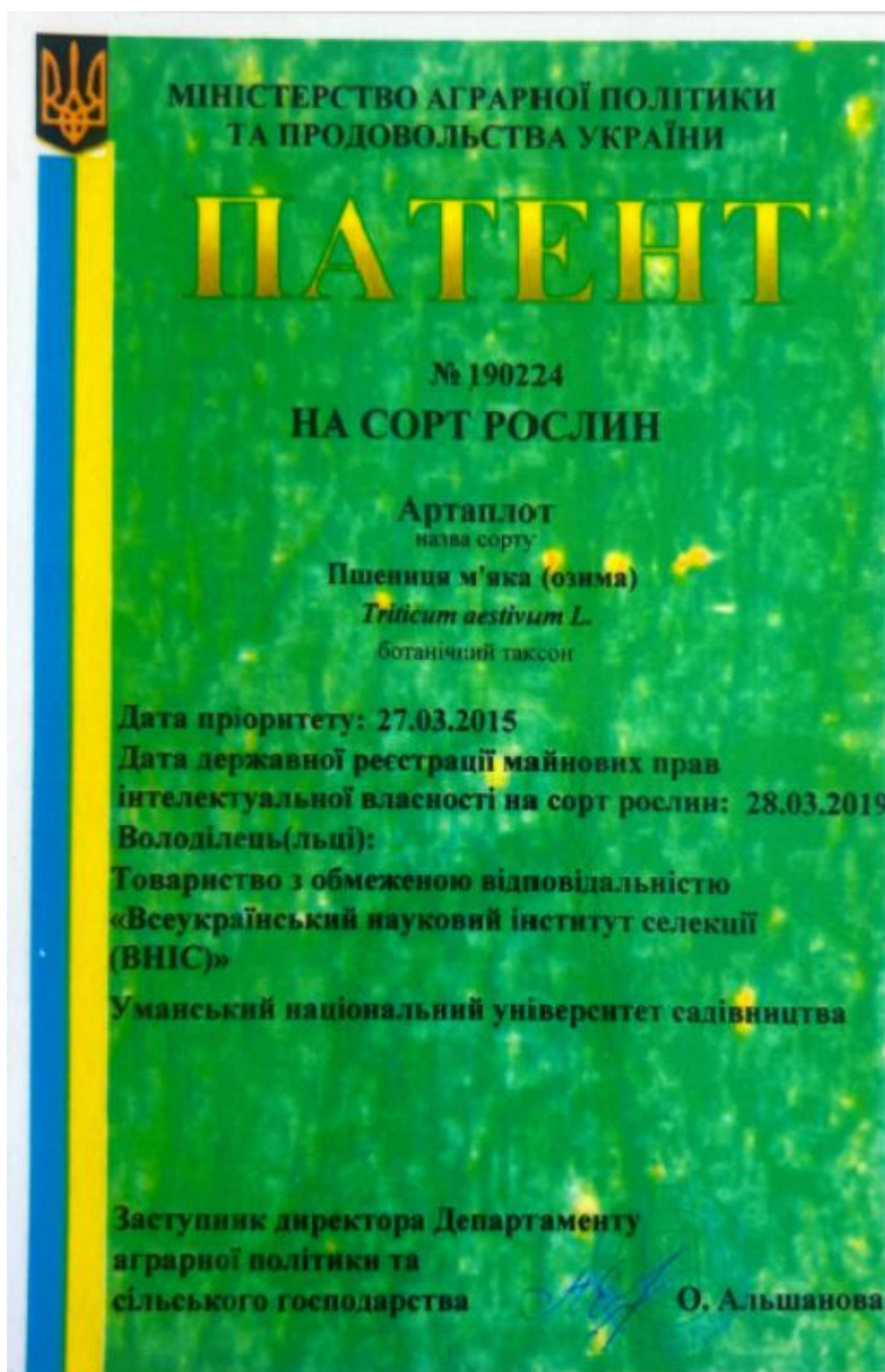
Дата пріоритету: **30.07.2019**

Дата державної реєстрації майнових прав
інтелектуальної власності на сорт рослин: **03.11.2023**

Строк дії майнових прав інтелектуальної власності на сорт
рослин: **Встановлюється у відповідності до статті 41 Закону**
України "Про охорону прав на сорти рослин"

Володілець(льці):
Уманський національний університет садівництва

Директор Департаменту
аграрного розвитку  **Ігор ВІШТАК**



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

ПАТЕНТ

№ 190224

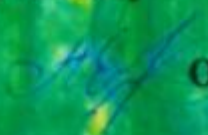
НА СОРТ РОСЛИН

Артаплот
назва сорту

Пшениця м'яка (озима)
Triticum aestivum L.
ботанічний таксон

Дата пріоритету: 27.03.2015
Дата державної реєстрації майнових прав
інтелектуальної власності на сорт рослин: 28.03.2019
Володілень(льці):
Товариство з обмеженою відповідальністю
«Всеукраїнський науковий інститут селекції
(ВНІС)»
Уманський національний університет садівництва

Заступник директора Департаменту
аграрної політики та
сільського господарства

 О. Альшанова

 МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

ПАТЕНТ

№ 190375

НА СОРТ РОСЛИН

Наварра
назва сорту

Тритикале (озиме)
Triticosecale Witt.
ботанічний таксон

Дата пріоритету: 27.03.2015
Дата державної реєстрації майнових прав
інтелектуальної власності на сорт рослин: 28.03.2019
Володілець(ьці):
Товариство з обмеженою відповідальністю
«Всеукраїнський науковий інститут селекції
(ВНІС)»
Уманський національний університет садівництва

Заступник директора Департаменту
аграрної політики та
сільського господарства  О. Альшанова

 **МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ**

ПАТЕНТ

№ 190376

НА СОРТ РОСЛИН

Стратег
назва сорту
Тритикале (озиме)
Triticosecale Witt.
ботанічний таксон

Дата пріоритету: 27.03.2015
Дата державної реєстрації майнових прав
інтелектуальної власності на сорт рослин: 28.03.2019
Володілень(льці):
Товариство з обмеженою відповідальністю
«Всеукраїнський науковий інститут селекції
(ВНІС)»
Уманський національний університет садівництва

Заступник директора Департаменту
аграрної політики та
сільського господарства  **О. Альшанова**

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О. О. Непочатенко«12» вересня 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області«12» вересня 2021 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — зразок пшениці м'якої озимої 4075.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2021 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 28 %, підвищення вмісту білка в зерні на 2,1 %.
4. Економічний ефект — 2835 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«12» вересня 2021 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

В. Є. Войтко

«12» вересня 2021 р.



Додаток В1

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

«___» _____ 2021 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор
ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області

«___» _____ 2021 р.

**АКТ****ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено у ФГ «Поляна Лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Євразія.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2021 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 27 %, вмісту білка в зерні на 1,3 %.
4. Економічний ефект — 2675 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

«___» _____ 2021 р.

«___» _____ 2021 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

«___» _____ 2021 р.



ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

«___» _____ 2021 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»

Уманського району,
Черкаської області

І. Любченко
2021 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Євразія.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2021 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 28 %, вмісту білка в зерні на 1,5 %.

4. Економічний ефект — 2820 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«20» вересня 2021 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

І. Любченко

«20» вересня 2021 р.



ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

«___» _____ 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФГ «Кримяне»

Уманського району,
Черкаської області

Любченко

«___» _____ 2021 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — зразок пшениці м'якої озимої 4075.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2021 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 22 %, підвищення вмісту білка в зерні на 2,4 %.

4. Економічний ефект — 2910 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«___» _____ 2021 р.

Від ФГ «Кримяне»

Уманського р-ну

Черкаської області

Директор

Любченко

«___» _____ 2021 р.

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
 О.О. Непочатенко

« » 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»

Уманського району,
Черкаської області

« » 2020 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Євразія.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2020 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 28 %, підвищення вмісту білка в зерні на 1,5 %.
4. Економічний ефект — 2645 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

 І. П. Діордієва

« » 2020 р.

Від ФГ «Кримяне»

Уманського р-ну
Черкаської області

Директор



 І.І. Лобченко

« » 2020 р.

Додаток В5

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

«___» _____ 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»

Уманського району,
Черкаської області
Т. Любченко
«___» _____ 2020 р.


АКТ**ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Фрея.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2020 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 25 %, вмісту білка в зерні на 2,1 %.

4. Економічний ефект — 2580 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«12» травня 2020 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області

Директор
Т. Любченко
«___» _____ 2020 р.



Додаток В7

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

«___» _____ 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»

Уманського району,
Черкаської області
Г.П. Любченко
«___» _____ 2020 р.
Код 32726001

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Уманська царівна.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2020 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 27 %.

4. Економічний ефект — 2570 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва
«___» _____ 2020 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

Г.П. Любченко
«___» _____ 2020 р.
Код 32726001

Додаток В8

ПОГОДЖЕНОРектор Уманського національного
університету садівництваО.О. Непочатенко« » 2020 р.**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор

ФГ «Поляна лісова»

Уманського району,

Черкаської області

В.Є. Войтко«12» 2020 р.**АКТ****ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Уманська царівна.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2020 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 29 %.

4. Економічний ефект — 2515 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва«12» 2020 р.

Від ФГ «Поляна лісова»

Уманського р-ну

Черкаської області

Директор



Додаток В9

ПОГОДЖЕНОРектор Уманського національного
університету садівництва

О.О. Непочатенко

«___» _____ 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮДиректор
ФГ «Поляна лісова»Уманського району,
Черкаської області

В.Є. Войтко

«___» _____ 2020 р.

**АКТ****ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Євразія.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2020 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 28 %, підвищення вмісту білка в зерні на 1,2 %.

4. Економічний ефект — 2435 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«12» _____ 2020 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

В.Є. Войтко

«___» _____ 2020 р.



Додаток В10

ПОГОДЖЕНОРектор Уманського національного
університету садівництва

О.О. Непочатенко

«___» _____ 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФГ «Поляна лісова»

Уманського району,

Черкаської області

В.Є. Войтко

«___» _____ 2020 р.

**АКТ****ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено у ФГ «Поляна Лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Фрея.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2020 р. на площі

2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 27 %, вмісту білка в зерні на 2,5 %.

4. Економічний ефект — 2375 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«___» _____ 2020 р.

Від ФГ «Поляна лісова»

Уманського р-ну

Черкаської області

Директор



ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко«28» листопада 2019 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»
Уманського району,
Черкаської області
І.І. Любченко«28» листопада 2019 р.
Коп 327260

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Євразія.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 28 %, підвищення вмісту білка в зерні на 1,5 %.

4. Економічний ефект — 2430 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«28» листопада 2019 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор



І. І. Любченко
2019 р.

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва

О.О. Непочатенко

«28» листопада 2019 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФГ «Поляна лісова»

Уманського району,

Черкаської області

В.Є. Войтко

«29» листопада 2019 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Уманська царівна.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 29 %.

4. Економічний ефект — 2515 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«28» листопада 2019 р.

Від ФГ «Поляна лісова»

Уманського р-ну

Черкаської області

Директор



В.Є. Войтко

«29» листопада 2019 р.

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

«28» листопада 2019 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор
ФГ «Поляна лісова»

Уманського району,
Черкаської області

В.Є. Войтко

«29» листопада 2019 р.

**АКТ****ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Євразія.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 28 %, підвищення вмісту білка в зерні на 1,2 %.
4. Економічний ефект — 2435 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«28» листопада 2019 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області

Директор

В.Є. Войтко

«29» листопада 2019 р.



ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« » 2019 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області
В.Є. Войтко

«19» листопада 2019 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено у ФГ «Поляна Лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Фрея.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 24 %, вмісту білка в зерні на 2,5 %.

4. Економічний ефект — 2375 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва
«28» листопада 2019 р.

Від ФГ «Поляна лісова»

Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

В.Є. Войтко
«19» листопада 2019 р.

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« » 2019 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»
Уманського району,
Черкаської області
І.І. Любченко

«19» лютого 2019 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Євразія.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі

2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 28 %, підвищення вмісту білка в зерні на 1,5 %.

4. Економічний ефект — 2430 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«28» лютого 2019 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського району,
Черкаської області
Директор

Код 32726001

І.І. Любченко

«19» лютого 2019 р.

Додаток В16

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

«28» лютого 2019 р.**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор
ФГ «Кримяне»
Уманського району,
Черкаської області
І. І. Любченко
Код 32/266

«28» лютого 2019 р.**АКТ****ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Фрея.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 22 %, вмісту білка в зерні на 2,1 %.

4. Економічний ефект — 2328 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва
«28» лютого 2019 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

І. І. Любченко
Код 32/266
«28» лютого 2019 р.

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

«___» _____ 2019 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФГ «Кримяне»

Уманського району,

Черкаської області

І.І. Любченко

«___» _____ 2019 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Уманська царівна.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 24 %.

4. Економічний ефект — 2270 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

«28» _____ 2019 р.

Від ФГ «Кримяне»

Уманського р-ну

Черкаської області

Директор



І. І. Любченко

«28» _____ 2019 р.



«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О.О. Непочатенко
2016 р.



«Затверджую»

Директор
ПСП «Еліт»

Ю.М. Притула
2016 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Приватне сільськогосподарське підприємство «Еліт» в особі головного агронома О. О. Мартинюка.

Даний акт підтверджує, що результати наукової роботи І. П. Діордієвої за темою «Створення високобілкових форм зернових культур» використовуються в виробничому процесі ПСП «Еліт».

Вид впроваджень – апробація сорту чотиривидового тритикале озимого Наварро.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення врожайності відносно стандарту на 12 % та білка на 16,6 %.

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 9162 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

І. П. Діордієва

Від ПСП «Еліт»

О. О. Мартинюк



«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко
24 лютого 2016 р.

«Затверджую»

Директор
ПСП «Еліт»
«Еліт»
Ю. М. Питула
29.04.2016 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Приватне сільськогосподарське підприємство «Еліт» в особі головного агронома О. О. Мартинюка.

Даний акт підтверджує, що результати наукової роботи І. П. Діордієвої за темою «Створення високобілкових форм зернових культур» використовуються в виробничому процесі ПСП «Еліт».

Вид впроваджень – апробація сорту пшениці м'якої озимої Артаплот.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення вмісту білка у зерні на 38 %.

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 16112 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

 І. П. Діордієва

Від ПСП «Еліт»

 О. О. Мартинюк

«Погоджено»
Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко
18 лютого 2016 р.



«Затверджую»
Директор
ПСП «Еліт»
Ю. М. Притула
18 лютого 2016 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Приватне сільськогосподарське підприємство «Еліт» в особі головного агронома О. О. Мартинюка.

Даний акт підтверджує, що результати наукової роботи І. П. Діордієвої за темою «Створення високобілкових форм зернових культур» використовуються в виробничому процесі ПСП «Еліт».

Вид впровадженнь – апробація сорту чотиривидового тритикале озимого Стратег.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення врожайності відносно стандарту на 3 % та білка на 38,8 %.

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 9662 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

 І. П. Діордієва

Від ПСП «Еліт»

 О. О. Мартинюк

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко
// 2018 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області
В.Є. Войтко
2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в СФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Стратег.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 30 %, підвищення вмісту білка в зерні на 2 %.

4. Економічний ефект — 2300 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва
« 16 » листопада 2018 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

В.Є. Войтко
« 16 » листопада 2018 р.



ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко



// 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФГ «Поляна лісова»

Уманського району,
Черкаської області

В.Є. Войтко

2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Наварра.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 30 %.

4. Економічний ефект — 2425 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

I. П. Діордієва

« 16 » листопада 2018 р.

Від ФГ «Поляна лісова»

Уманського р-ну

Черкаської області

Директор



В.Є. Войтко

2018 р.

Додаток В23

ПОГОДЖЕНО



Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко
// 19 _____ 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ



Директор
ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області
В.Є. Войтко
// 19 _____ 2018 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено у ФГ «Поляна Лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Артаплот.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 25 %, вмісту білка в зерні на 3 %.
4. Економічний ефект — 2436 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва
« 16 » _____ 2018 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор



В.Є. Войтко
« 16 » _____ 2018 р.

ПОГОДЖЕНО



Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« 19 » _____ 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»
Уманського району,
Черкаської області
Г.І. Любченко
« 19 » _____ 2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Стратег.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 25 %, підвищення вмісту білка в зерні на 2 %.

4. Економічний ефект — 1800 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

« 19 » _____ 2018 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор



Г.І. Любченко
« 19 » _____ 2018 р.

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко



// 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»
Уманського району,
Черкаської області
Любченко



2018 р.

АКТ**ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Наварра.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 25 %.

4. Економічний ефект — 1800 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

« 18 » 2018 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор



Любченко

2018 р.

Додаток В26

ПОГОДЖЕНО



Директор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

// 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Головний агроном
СФГ «Хлібороб»

Монастирищенського району,
Черкаської області

М. М. Бабій
2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — СФГ «Хлібороб» Монастирищенського району, Черкаської області в особі головного агронома.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в СФГ «Хлібороб».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Стратег.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 25 %.
4. Економічний ефект — 1800 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

« 20 » листопада 2018 р.

Від СФГ «Хлібороб»
Монастирищенського р-ну
Черкаської області
Головний агроном

М. М. Бабій
« 20 » 11 2018 р.



Додаток В27

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко
// 2018 р.


ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»
Уманського району,
Черкаської області
І.І. Любченко
« 19 » листопада 2018 р.


АКТ**ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Артаплот.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 20 %, вмісту білка в зерні на 2 %.
4. Економічний ефект — 2000 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС
І. П. Діордієва
« 19 » листопада 2018 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор
І.І. Любченко
« 19 » листопада 2018 р.



Додаток В28

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко
« 19 » _____ 2018 р.


ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»
Уманського району,
Черкаської області
Г.І. Любченко
« 19 » _____ 2018 р.


АКТ**ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Стратег.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 25 %, підвищення вмісту білка в зерні на 2 %.

4. Економічний ефект — 1800 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва
« 19 » _____ 2018 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

Г.І. Любченко
« 19 » _____ 2018 р.



ПОГОДЖЕНО



Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко
// 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Головний агроном
СФГ «Хлібороб»
Монастирищенського району,
Черкаської області
М. М. Бабій
2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — СФГ «Хлібороб» Монастирищенського району, Черкаської області в особі головного агронома.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в СФГ «Хлібороб».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Стратег.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 25 %.
4. Економічний ефект — 1800 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва
« 20 » листопада 2018 р.

Від СФГ «Хлібороб»
Монастирищенського р-ну
Черкаської області
Головний агроном

М. М. Бабій
« 20 » листопада 2018 р.



ПОГОДЖЕНО



Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« » 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Головний агроном
СФГ «Хлібороб»
Монастирищенського району,
Черкаської області
М. М. Бабій
« » 2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — СФГ «Хлібороб» Монастирищенського району, Черкаської області в особі головного агронома.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в СФГ «Хлібороб».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Артаплот.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 20 %, вмісту білка в зерні на 2 %.
4. Економічний ефект — 2000 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

 І. П. Діордієва
«20» листопада 2018 р.

Від СФГ «Хлібороб»
Монастирищенського р-ну
Черкаської області
Головний агроном



 М. М. Бабій
«20» листопада 2018 р.

Додаток В31

«Погоджено»
 Ректор Уманського
 національного університету
 садівництва, професор
 О. О. Непочатенко
 _____ 2017 р.



«Затверджую»
 Директор ПСП «Еліт»
 Ю. М. Притула
 _____ 2017 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Приватне сільськогосподарське підприємство «Еліт», Новоархангельського району, Кіровоградської області в особі головного агронома О. О. Мартинюка.

Даний акт підтверджує, що результати наукової роботи І. П. Діордієвої за темою «Створення високобілкових форм зернових культур» використовуються в виробничому процесі ПСП «Еліт».

Вид впровадженнь – апробація сортозразка пшениці м'якої озимої 6274.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2 га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено врожайність на рівні 7,2 т/га та вміст білка 15,8 %

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 17912 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
 університету садівництва
 відповідальний за впровадження

_____ І. П. Діордієва

Від ПСП «Еліт»
 _____ О. О. Мартинюк



«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко



«Затверджую»

Директор Всеукраїнського
наукового інституту селекції

М. Ф. Парій



АКТ

про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 4 вересня 2017 року

Даний акт складено завідувачем відділу селекції зернових культур Всеукраїнського наукового інституту селекції Р. В. Рожковим з одного боку, та старшим викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва І. П. Діордієвою, з другого боку, в тому, що І. П. Діордієва у 2017 р. передала для апробації та впровадження в селекційний процес сортозразок пшениці м'якої озимої 6274 з врожайністю 7,2 т/га і вмістом білка 15,8 %.

Завідувач відділу селекції
зернових культур ВІС,
кандидат біологічних наук,
доцент

Р. В. Рожков

Викладач кафедри генетики селекції рослин
та біотехнології Уманського НУС,
кандидат сільськогосподарських наук

І. П. Діордієва

Додаток В33

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Напачатенко

« 05 » листопада 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора
ТОВ «Агротех»
Добровеличківського району,
Кіровоградської області
С. М. Завалко

« 4 » листопада 2018 р.

АКТ**ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник – ТОВ «Агротех» Добровеличківського району,
Кіровоградської області в особі заступника директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи
Діордієвої І. П. за темою: «Створення високобілкових форм зернових
культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва,
запроваджено в ТОВ «Агротех».

1. Вид впровадження – сортозразок пшениці м'якої озимої 6243.

2. Характеристика масштабів впровадження – у 2018 р. на площі
2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено
підвищення рівня врожайності на 32 %.

4. Економічний ефект – 1500 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності,
збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного
середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів
господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

« 4 » листопада 2018 р.

Від ТОВ «Агротех»
Добровеличківського р-ну
Кіровоградської області
Заступник директора

С. М. Завалко

« 4 » листопада 2018 р.

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« 05 » лютого 2018 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Заступник директора
ТОВ «Агротех»
Добровеличківського району,
Кіровоградської області
С.М. Завалко

« 4 » лютого 2018 р.

**АКТ****ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник – ТОВ «Агротех» Добровеличківського району,
Кіровоградської області в особі заступника директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи
Діордієвої І. П. за темою: «Створення високобілкових форм зернових
культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва,
запроваджено в ТОВ «Агротех».

1. Вид впровадження – сортозразок пшениці м'якої озимої 6274.
2. Характеристика масштабів впровадження – у 2018 р. на площі
2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено
підвищення рівня врожайності на 35 %.
4. Економічний ефект – 1600 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності,
збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного
середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів
господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва
« 4 » лютого 2018 р.

Від ТОВ «Агротех»
Добровеличківського р-ну
Кіровоградської області
Заступник директора

С. М. Завалко
« 4 » лютого 2018 р.





«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко

«Затверджую»

Директор Всеукраїнського
наукового інституту селекції

М. Ф. Парій

АКТ

про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 4 вересня 2017 року

Даний акт складено завідувачем відділу селекції зернових культур Всеукраїнського наукового інституту селекції Р. В. Рожковим з одного боку, та старшим викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва І. П. Діордієвою, з другого боку, в тому, що І. П. Діордієва у 2017 р. передала для апробації та впровадження в селекційний процес сортотразок пшениці м'якої озимої 6243 з врожайністю 7,0 т/га і вмістом білка 16,0 %.

Завідувач відділу селекції
зернових культур ВНІС,
кандидат біологічних наук,
доцент

Р. В. Рожков

Викладач кафедри генетики селекції рослин
та біотехнології Уманського НУС,
кандидат сільськогосподарських наук

І. П. Діордієва

ПОГОДЖЕНО



Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

16 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФГ «Поляна лісова»

Уманського району,

Черкаської області

В.Є. Войтко

2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в СФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Стратег.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 30 %, підвищення вмісту білка в зерні на 2 %.

4. Економічний ефект — 2300 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва

« 16 » лютого 2018 р.

Від ФГ «Поляна лісова»

Уманського р-ну

Черкаської області

Директор



В.Є. Войтко

2018 р.

Додаток В37

ПОГОДЖЕНО



Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

// 16 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФГ «Поляна лісова»

Уманського району,

Черкаської області

В.Є. Войтко
«16» жовтня 2018 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І. П. за темою: «Теоретичні основи створення вихідних матеріалів у селекції на якість зерна пшениці та тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Наварра.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 30 %.
4. Економічний ефект — 2425 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І. П. Діордієва
« 16 » жовтня 2018 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор



В.Є. Войтко
«16» жовтня 2018 р.

Додаток Г



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

17.02.2025 № 358/01-10

На № _____ від _____

Про впровадження результатів
 науково-дослідної роботи
 у навчальний процес

Довідка

Видана доценту кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва Діордієвій І. П. в тому, що результати її науково-дослідної роботи за темою «Теоретичні основи створення вихідного матеріалу в селекції за показниками якості зерна пшениці та тритикале озимих» впроваджено в навчальний процес дисциплін «Спеціальна селекція і насінництво польових культур», «Селекція і насінництво гетерозисних гібридів», «Спеціальна генетика польових культур» для студентів ОС «Магістр» за спеціальністю 201 Агрономія.



Перший проректор

Завідувач навчального відділу

Іван МОСТОВ'ЯК

Наталія ІВАНОВА

01.202501-10