

МИРОНІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПШЕНИЦІ ІМЕНІ В. М. РЕМЕСЛА  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

РИСІН АРТУР ЛЕОНІДОВИЧ

УДК 633.111«324»:631.527:631.559:664.64.016.8(292.485:477)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ  
М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ З ВИСОКИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА  
ЯКОСТІ ЗЕРНА В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

201 – Агрономія

(Аграрні науки та продовольство)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

\_\_\_\_\_ Артур РИСІН

Науковий керівник: Демидов Олександр Анатолійович  
доктор сільськогосподарських наук, професор,  
академік НААН

с. Центральне – 2023

## АНОТАЦІЯ

*Рисін А. Л.* Особливості створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої з високим потенціалом продуктивності та якості зерна в Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія, галузь знань – 20 (Аграрні науки та продовольство). – Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України, с. Центральне, Обухівський район, Київська область, 2023 р.

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано і вирішено важливе наукове завдання щодо створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої з високим потенціалом продуктивності та якості зерна в умовах Лісостепу України шляхом установлення особливостей прояву біометричних показників у різні періоди вегетації та елементів структури врожайності сортів і селекційних ліній, рівня їх мінливості та ступеня кореляції між ознаками, виокремлення за параметрами адаптивності джерел для схрещування й виявлення особливостей фенотипового прояву, успадкування та кореляцій цінних ознак для підвищення результативності добору та прогнозування появи трансгресивних форм у  $F_2$ ,  $F_3$ .

В умовах Лісостепу України уперше виділено нові сорти та перспективні селекційні лінії пшениці м'якої озимої, які поєднують високий рівень продуктивності та якості зерна, визначено параметри їх мінливості та встановлено частки впливу генотипу, умов року й строку сівби на їх формування. Виявлено фенотипові кореляції між показниками продуктивності рослин, які підвищують ефективність добору цінних генотипів. Доведено об'єктивність інтегральної оцінки адаптивності сортів і селекційних ліній на основі параметрів стабільності та пластичності за елементами продукційного процесу. Установлено принципи добору батьківських форм для гібридизації та створено новий вихідний матеріал з високим рівнем прояву цінних селекційних ознак. Досліджено особливості формування елементів структури продуктивності та показників якості зерна на основі типів успадкування в  $F_1$ ,

F<sub>2</sub>, ступеня та частоти трансгресій в гібридних комбінаціях F<sub>3</sub>.

Практичне значення полягає у виділенні сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої з високим адаптивним потенціалом продуктивності та якості зерна, які рекомендовано включати у програми схрещування як батьківські компоненти, та створенні гібридів F<sub>1</sub> і гібридних комбінацій F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, які проходять подальше дослідження у селекційних розсадниках лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України і передані для вивчення та залучення у наукові та освітні програми закладів вищої освіти МОН України та ТОВ «Агрофірма «Колос». Виділено селекційну лінію EP 55023, яку планується передати до Українського інституту експертизи сортів рослин для проходження державної кваліфікаційної експертизи як новий сорт пшениці м'якої озимої МПП Паляниця з комплексом цінних господарських ознак.

У дисертації проаналізовано сучасний стан наукових досліджень щодо створення та впровадження в сільськогосподарське виробництво сортів пшениці м'якої озимої з високим потенціалом продуктивності та якості зерна, які стійкі до дії несприятливих чинників довкілля. Відомо, що на формування високопродуктивних форм впливають як генетичні особливості сорту, так і їх взаємодія з ґрунтово-кліматичними умовами. Важливу роль у цьому процесі відіграє підбір вихідного матеріалу. На даний час недостатньо вивчено особливості успадкування основних елементів структури продуктивності, якісних показників у гібридному матеріалі і вплив батьківських форм на спадковість цих ознак. Обґрунтовано напрями досліджень, які пов'язані з пошуком та виділенням високоякісних генотипів зі стабільним потенціалом продуктивності з подальшим використанням їх у селекційному процесі для створення нового вихідного матеріалу, що залишається головним завданням сучасної селекції.

Наведено ґрунтово-кліматичні та гідротермічні умови вирощування, матеріал і методику проведення досліджень. Експериментальну частину було виконано впродовж 2018/19–2021/22 рр. на дослідних полях селекційної

сівозміни Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Метеорологічні умови відрізнялися від багаторічних показників за температурним режимом, кількістю атмосферних опадів і розподілом їх за місяцями, що дозволило отримати достовірні дані про відповідність рівня їх комфортності для реалізації потенціалу продуктивності сортів, селекційних ліній і гібридів пшениці м'якої озимої та об'єктивно оцінити вплив кліматичного фактору зони на мінливість і характер прояву кількісних і якісних ознак рослин в умовах Лісостепу України.

З'ясовано, що використання біометричного аналізу в процесі підбору батьківських компонентів дозволяє виявити загальні тенденції впливу умов вирощування на формування рослин, уточнити характеристики сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої та встановити структурні особливості, що визначають їх переваги над стандартом. Установлено, що формування біоценозу пшениці м'якої озимої на момент часу припинення осінньої вегетації, її відновлення та в період стиглості зерна суттєво залежало від умов вирощування, строку сівби, генотипу та їх взаємодії. Домінуюча (25,2÷80,6 %) значущість за впливом належала погодним умовам. Виділено селекційну лінію ЛЮТ 55198 і сорти МП Дніпрянка, МП Лада, які на момент припинення осінньої вегетації стабільно переважали стандарт Подолянка.

Визначено, що на час припинення осінньої вегетації (ЧПОВ) сильніший вплив на рівень висоти і маси рослини мав строк сівби, а кількості листків – умови року. Після відновлення весняної вегетації (ЧВВВ) суттєво підвищувався вплив генотипу (його здатності до інтенсивного відростання та адекватної реакції до зміни умов середовища) та його взаємодії з умовами року на всі біометричні показники.

Відзначено, що за сприятливого гідротермічного режиму рівень реалізації потенціалу рослин був максимальним, а в умовах ґрунтово-повітряної посухи – мінімальним, що необхідно враховувати в веденні селекційного процесу, вивченні вихідного матеріалу та доборі генотипів із заданими параметрами. Найвищу біомасу в середньому по досліді мала селекційна лінія ЛЮТ 55198,

яка на моменти настання ЧПОВ/ЧВВВ формувала фітоценоз із кількістю стебел 1,54/2,60 шт. і листків 3,86/7,74 шт., висотою 14,28/16,51 см і масою рослини 0,49/0,80 г відповідно.

Виявлено середній рівень мінливості за висотою рослин на момент часу припинення осінньої вегетації ( $C_v = 19,78\%$ ) і під час відновлення вегетації навесні ( $C_v = 14,08\%$ ), значний – за кількістю листків ( $C_v = 20,52\%$  і  $C_v = 18,39\%$  відповідно) і масою рослини ( $C_v = 24,92\%$  і  $C_v = 29,89\%$  відповідно), різний – за кількістю стебел ( $C_v = 12,50\%$  і  $C_v = 21,54\%$  відповідно).

Відмічено, що максимальна реалізація потенціалу рослин за елементами структури продуктивності відбувалася за оптимальних умов вирощування в 2019 р. і за сівби 5 жовтня. Виявлено незначний рівень мінливості за висотою рослин ( $C_v = 3,8 \div 5,5\%$ ), довжиною головного колоса ( $C_v = 6,0 \div 7,8\%$ ) і кількістю колосків у ньому ( $C_v = 5,4 \div 8,4\%$ ), середній – за кількістю зерен ( $C_v = 12,1 \div 15,1\%$ ), масою зерна з головного колоса ( $C_v = 13,9 \div 18,8\%$ ) і масою 1000 зерен ( $C_v = 9,2 \div 14,4\%$ ), значний – за кількістю продуктивних стебел ( $C_v = 15,4 \div 27,9\%$ ) і масою зерна з рослини ( $C_v = 21,6 \div 36,4\%$ ).

Установлено, що кореляції врожайності зерна та елементів продуктивності мали високий рівень ( $r = 0,72 \div 0,97$ ) і були стабільними за різних погодних умов. Виявлено достовірний прямий зв'язок середньої і значної сили ( $r = 0,40 \div 0,85$ ) висоти рослин із урожайністю зерна, що створює певні труднощі за добору короткостеблових високопродуктивних рослин. Високі і середні позитивні коефіцієнти кореляції між урожайністю та кількістю зерен з колоса ( $r = 0,51 \div 0,96$ ) і масою зерен з колоса ( $r = 0,49 \div 0,93$ ) свідчать про ефективність добору нових форм за цими ознаками в умовах Лісостепу України.

Доведено, що інтегральна оцінка адаптивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за складовими продукційного процесу (врожайність, висота рослин, показники якості зерна) на основі параметрів стабільності та пластичності з визначенням показника «рейтинг адаптивності сорту» РАС

забезпечила об'єктивну диференціацію генотипів за їх адаптивністю та селекційною цінністю, що дало змогу виокремити кращі відносно стандарту за ознаками: «врожайність» – МП Ассоль, МП Дніпрянка, МП Ювілейна; «висота рослин» – МП Ювілейна, МП Ассоль, МП Дніпрянка; «маса 1000 зерен» – ЛЮТ 55198, МП Ювілейна, ЛЮТ 37519, МП Дніпрянка; «вміст білка» – ЕР 55023, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198; «вміст клейковини» – ЛЮТ 37519, МП Дніпрянка, Грація МИР, ЛЮТ 55198, МП Ассоль; «сила борошна» – МП Дніпрянка, МП Ассоль, МП Лада, МП Ювілейна; «об'єм хліба» – ЛЮТ 55198, МП Ювілейна, МП Лада. Виділено селекційні лінії ЛЮТ 55198 і ЛЮТ 37519 як джерела за комплексом цінних ознак за якістю зерна з високим рівнем адаптивності.

Установлено, що рівень прояву продуктивності та якісних показників у батьківських компонентів з підвищеним потенціалом адаптивності та комплексу цінних ознак у гібридів за їх участю значно варіює залежно від генотипу, умов середовища й покоління нащадків. У сприятливі роки підвищується кількість гетерозисних комбінацій за багатьма елементами продуктивності. В  $F_2$  частка гетерозисних комбінацій знижувалась за всіма ознаками.

Виявлено стабільний прояв гетерозису в  $F_1$  і  $F_2$  за ознаками «довжина колоса» та «маса 1000 зерен»: середній відсоток гетерозисних комбінацій становив 75 % ( $F_1$ ), 78 % ( $F_2$ ) і 60 % ( $F_1$ ), 57 % ( $F_2$ ) відповідно, тоді як за ознаками «кількість зерен у головному колосі» та «маса зерен головного колоса» спостерігали затухання прояву гетерозисного ефекту – 83 % ( $F_1$ ), 44 % ( $F_2$ ) і 78 % ( $F_1$ ), 44 % ( $F_2$ ) відповідно. Основний тип успадкування за кількістю продуктивних стебел мав проміжний характер в  $F_2$  (48 %), а більшість (58 %)  $F_1$  належала до депресивних або з відхиленням у бік гіршого батьківського компонента. В обох поколіннях більшості гібридів висота рослин успадковувалась за проміжним типом – 47 % ( $F_1$ ) і 39 % ( $F_2$ ).

За ознакою «вміст білка» переважав проміжний тип успадкування (45,6 %), за показником седиментації – наддомінування (34,4 %) і проміжне

успадкування (33,3 %). Для вмісту клейковини спостерігали різний характер успадкування: у 2020 р. – проміжний тип (38,9 %), у 2021 р. – депресію (40,0 %), у 2022 р. – наддомінування (40,0 %).

Установлено високий рівень частоти та ступеня прояву позитивних трансгресій у гібридів  $F_2$  і  $F_3$ , що визначались поєднанням компонентів схрещувань, величиною ступеня домінування, а також залежали від ознаки та року. Найбільш цінні трансгресії з'являлись у гібридних комбінаціях за участю сортів Подолянка, МП Ювілейна та селекційних ліній ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, ЕР 55023. Частота виникнення трансгресивних низькорослих форм і таких, що мають здатність формувати підвищену кількість продуктивних стебел, була низькою.

З'ясовано, що характер прояву типу успадкування елементів структури продуктивності в гібридних комбінаціях змінювався за роками. Частота позитивних трансгресій збільшувалась за оптимальних умов середовища (2021 р.). За ступенем трансгресії та частотою її прояву можна вести успішну селекційну роботу за участю сортів МП Ювілейна, Подолянка, МП Ассоль та селекційних ліній ЕР 55023, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198. На основі встановлених особливостей успадкування та частоти появи позитивних трансгресій було виділено гібридні комбінації пшениці м'якої озимої, які є цінним вихідним матеріалом для добору трансгресивних форм у більш пізніх поколіннях.

Доведено незалежно від умов року та покоління гібридів стабільний тісний зв'язок між: кількістю продуктивних стебел і масою зерна з рослини ( $r = 0,69-0,96$ ); кількістю зерен з головного колоса і масою зерен з головного колоса ( $r = 0,63-0,88$ ) і з рослини ( $r = 0,22-0,57$ ); довжиною колоса і кількістю колосків ( $r = 0,44-0,82$ ), зерен ( $r = 0,41-0,62$ ) і їх масою ( $r = 0,38-0,63$ ); масою зерен з головного колоса і масою їх з рослини ( $r = 0,24-0,74$ ) та масою 1000 зерен ( $r = 0,59-0,83$ ); масою 1000 зерен і масою зерен з рослини ( $r = 0,31-0,63$ ).

На основі встановлених особливостей створено новий вихідний матеріал з високим потенціалом продуктивності та якості зерна, який передано в селекційний розсадник для подальшого вивчення та залучення в селекційні

програми лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Виокремлено скоростиглу, низькорослу селекційну лінію EP 55023 з високим вмістом білка та клейковини для передачі на державну кваліфікаційну експертизу як новий сорт пшениці м'якої озимої МПП Паляниця.

*Ключові слова:* пшениця м'яка озима, умови року вирощування, строк сівби, елементи структури продуктивності, показники якості зерна, мінливість, адаптивність, кореляції, гібриди, успадкування, трансгресія.

## ANNOTATION

*Rysin A. L.* Peculiarities of creating winter bread wheat source material with high productivity and grain quality potential in the Forest-Steppe of Ukraine. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

The dissertation for scientific degree of Philosophy Doctor by specialty 201 – Agronomy, branch of knowledge – 20 (Agricultural Sciences and Food). – The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Tsentralne village, Obukhiv district, Kyiv region, 2023.

The dissertation theoretically substantiated and solved an important scientific task of creating winter bread wheat source material with high potential of productivity and grain quality in environment of Ukrainian Forest-Steppe by the establishing the peculiarities of manifestation of biometric indicators in various periods of vegetation and yield components of varieties and breeding lines, level their variability and the degree of correlation between traits, the selecting sources for cross-breeding and identification of features of phenotypic manifestation, inheritance and correlations of valuable traits to increase the efficiency of selection and predict the appearance of transgressive forms in  $F_2$ ,  $F_3$ .

For the first time in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine, new varieties and promising breeding lines of winter bread wheat were identified which combine a high level of productivity and grain quality; the parameters of their variability were determined, and the part of sum square for genotype, year conditions,

and sowing date on their formation was determined. Phenotypic correlations between plant productivity indicators have been revealed, which increase the efficiency of selection of valuable genotypes. The objectivity of the integral assessment of the adaptability of varieties and breeding lines based on parameters of stability and plasticity by elements of the production process has been proven. The principles of selection of parental forms for hybridization were established and a new source material with a high level of manifestation of valuable selection traits was created. Peculiarities of the formation of yield components and grain quality indicators based on types of inheritance in  $F_1$ ,  $F_2$ , degree and frequency of transgressions in  $F_3$  hybrid combinations were studied.

The practical significance consists in the selection of varieties and breeding lines of winter bread wheat with high adaptive potential of productivity and grain quality, which are recommended to be included in crossbreeding programs as parental components, and in the creation of  $F_1$  and hybrid populations  $F_2$ ,  $F_3$ , which are studied in breeding nurseries at Winter Wheat Breeding Laboratory of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the National Academy of Sciences of Ukraine and are transferred for study and involvement in the scientific and educational programs of higher education institutions of the Ministry of Education and Science of Ukraine and "Agrofirma "Kolos" LLC. The line ER 55023 has been selected, which is planned to be transferred to the Ukrainian Institute for Plant Varieties Examination for the state qualification examination as the new winter bread wheat variety MIP Palianytsia with a complex of valuable economic traits.

The dissertation analyzes the current state of scientific research on the creation and introduction in agriculture of winter bread wheat varieties with a high potential for productivity and grain quality which are resistant to adverse environmental factors. It is known that the formation of highly productive forms is influenced by both the genetic characteristics of the variety and their interaction with soil and climatic conditions. An important role in this process is played by the selection of the source material. Currently, the peculiarities of the inheritance of the main yield components, qualitative indicators in the hybrid material and the influence of parental

forms on the heredity of these traits have not been sufficiently studied. Research directions related to the search and selection of high-quality genotypes with stable productivity potential and their further use in breeding process to create new germplasm, which remains the main task of modern breeding, are substantiated.

The soil-climatic and hydrothermal growing conditions, material and research methods are given. The experimental part was carried out during 2018-19–2021-22 on the experimental fields of crop rotation of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. Meteorological conditions differed from long-term indicators in terms of temperature regime, amount of atmospheric precipitation and their distribution by months, which made it possible to obtain reliable data on the compliance of their level of comfort for the realization of the productivity potential of winter bread wheat varieties, breeding lines, and hybrids and to objectively assess the impact of the climatic factor of the zone on the variability and pattern of the manifestation of quantitative and qualitative plant traits in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine.

It was found that the use of biometric analysis when selecting parental components, allows revealing the general trends of the influence of growing conditions on plant development, to specify the characteristics of the varieties and breeding lines of winter bread wheat and to establish structural features that determine their advantages over the standard. It was established that the formation of the biocenosis of winter bread wheat at autumn vegetation dormancy onset date, its resuming, and at grain maturity depended significantly on the conditions of cultivation, sowing dates, genotypes and their interactions. The dominant (25.2÷80.6 %) part of influence belonged to the weather conditions. The line LUT 55198 and the varieties MIP Dniprianka and MIP Lada were selected, which at autumn vegetation dormancy onset date stably prevailed over the standard Podolianka.

It was determined that at autumn vegetation dormancy onset date (DOD), the sowing date more influenced on plant height and plant weight, while the conditions of the year did on number of leaves. After the renewal of vegetation date (RVD), the

influence of the genotype (its capacity for intensive regrowth and adequate response to changes in environmental conditions) and its interaction with the conditions of the year on all biometric indicators increased significantly.

It was noted that under a favorable hydrothermal regime, the level of realization of plant potential was maximum, and under conditions of soil and air drought it was minimum, which must be taken into account in breeding process, study of the source material and selection of genotypes with specified parameters. The breeding line LUT 55198 had the highest biomass on average according to the experiment, which at the time of DOD/RVD formed a phytocenosis with stem number of 1.54/2.60 pcs, leaf number of 3.86/7.74 pcs, plant height of 14.28/16.51 cm, and plant weight of 0.49/0.80 g, respectively.

The average level of variability in plant height at the autumn vegetation dormancy onset date ( $C_v = 19.78\%$ ) and after the renewal of vegetation date in spring ( $C_v = 14.08\%$ ) was revealed, significant level was for leaf number ( $C_v = 20.52\%$  and  $C_v = 18.39\%$ , respectively) and plant weight ( $C_v = 24.92\%$  and  $C_v = 29.89\%$ , respectively), various level was for stem number ( $C_v = 12.50\%$  and  $C_v = 21.54\%$ , respectively).

It was noted that the maximum realization of plant potential by yield components occurred under optimal growing conditions in 2019 and when sowing on October 5. An insignificant level of variability was found for plant height ( $C_v = 3.8\div 5.5\%$ ), the main spike length ( $C_v = 6.0\div 7.8\%$ ) and number of spikelets per spike ( $C_v = 5.4\div 8.4\%$ ), average level was found for grain number ( $C_v = 12.1\div 15.1\%$ ) and grain weight per spike ( $C_v = 13.9\div 18.8\%$ ) and 1000 kernel weigh ( $C_v = 9.2\div 14.4\%$ ), significant level was in terms of number of productive stems ( $C_v = 15.4\div 27.9\%$ ) and grain weight per plant ( $C_v = 21.6\div 36.4\%$ ).

It was established that correlations of grain yield and yield components had a high level ( $r = 0.72\div 0.97$ ) and were stable under different weather conditions. The reliable positive moderate and strong correlationis ( $r = 0.40\div 0.85$ ) between plant height and grain yield was revealed, which creates certain difficulties when selecting short-stem high-yielding plants. High and medium positive correlation coefficients

between grain yield and grain number per spike ( $r = 0.51 \div 0.96$ ) and grain weight per spike ( $r = 0.49 \div 0.93$ ) testify to the efficiency of the selection of new forms based on these characteristics in conditions of the Forest-Steppe of Ukraine.

It has been proven that the integral adaptability score of winter bread wheat varieties and breeding lines according to the components of the production process (yield, plant height, grain quality indicators) based on the parameters of stability and plasticity with the determination of the variety rating for adaptability (VRA) ensured the objective differentiation of genotypes according to their adaptability and selection value, which made it possible to single out the best genotypes relative to the standard according to the following characteristics: MIP Assol, MIP Dniprianka, MIP Yuvileina on “yield”; MIP Yuvileina, MIP Assol, MIP Dniprianka on “plant height”; LUT 55198, MIP Yuvileina, LUT 37519, MIP Dniprianka on “1000 kernel weight”; ER 55023, LUT 37519, LUT 55198 on “protein content”; LUT 37519, MIP Dniprianka, Hratiia MYR, LUT 55198, MIP Assol on “gluten content”; MIP Dniprianka, MIP Assol, MIP Lada, MIP Yuvileina on “flour strength”; LUT 55198, MIP Yuvileina, MIP Lada on “bread volume”. The lines LUT 55198 and LUT 37519 were selected as sources for a set of valuable grain quality traits with a high level of adaptability.

It was established that the level of productivity and quality indicators in parental components with increased potential for adaptability as well as complex of valuable traits in hybrids with their participation varies significantly depending on the genotype, environmental conditions and generation of offspring. In favorable years, the part of heterosis combinations increases for many yield components. In  $F_2$ , the proportion of heterosis combinations decreased for all traits.

A stable manifestation of heterosis was revealed in  $F_1$  and  $F_2$  according to the traits “spike length” and “1000 kernel weight” with the average percentage of heterosis combinations being 75 % ( $F_1$ ), 78 % ( $F_2$ ) and 60 % ( $F_1$ ), 57 % ( $F_2$ ), respectively, while according to the traits “grain number per spike” and “grain weight per spike”, the attenuation of the heterosis effect was observed with 83 % ( $F_1$ ), 44 % ( $F_2$ ) and 78 % ( $F_1$ ), 44 % ( $F_2$ ), respectively. The main type of inheritance in

productive stem number was intermediate in  $F_2$  (48 %), and the most (58 %) of  $F_1$  belonged to depressed or with a deviation towards the worse parental component. In both generations of most hybrids, plant height was inherited according to the intermediate type with 47 % ( $F_1$ ) and 39 % ( $F_2$ ).

According to the trait “protein content”, the intermediate type of inheritance prevailed (45.6 %), while according to the sedimentation value, overdominance (34.4 %) and intermediate inheritance (33.3 %) prevailed. Different types of inheritance were observed for gluten content: intermediate type (38.9 %) in 2020, depression (40.0 %) in 2021, and overdominance (40.0 %) in 2022.

A high level of frequency and degree of positive transgressions was established in  $F_2$  and  $F_3$  hybrids, which were determined by the combination of crossbreeding components, the degree of dominance, and also depended on the trait and year. The most valuable transgressions appeared in hybrid combinations involving the varieties Podolianka, MIP Yuvileina and the breeding lines LUT 55198, LUT 37519, ER 55023. The frequency of transgressive short height forms and those with the ability to form an increased number of productive stems was low.

It was found that the type of inheritance of yield components in hybrid combinations changed over the years. The frequency of positive transgressions increased under optimal environmental conditions (in 2021). According to the degree of transgression and its frequency, it is possible to conduct successful breeding activity when involving the varieties MIP Yuvileina, Podolianka, MIP Assol and the lines ER 55023, LUT 37519, LUT 55198. Hybrid combinations of winter bread wheat were selected on the basis of the established features of inheritance and the frequency of positive transgressions.

Regardless of the conditions of cropping season and the generation of hybrids, there was proved stable close relationship between productive stem number and grain weight per plant ( $r = 0.69-0.96$ ); grain number per spike and grain weight per spike ( $r = 0.63-0.88$ ) and per plant ( $r = 0.22-0.57$ ); spike length and number of spikelets per spike ( $r = 0.44-0.82$ ), grain number per spike ( $r = 0.41-0.62$ ), and grain weight per spike ( $r = 0.38-0.63$ ); grain weight per spike and grain weight per plant

( $r = 0.24\text{--}0.74$ ) and 1000 kernel weight ( $r = 0.59\text{--}0.83$ ); 1000 kernel weight and grain weight per plant ( $r = 0.31\text{--}0.63$ ).

Based on the established features, a new source material with a high potential for productivity and grain quality was created, which was transferred to the selection nursery for further study and involvement in breeding programs of the Winter Wheat Breeding Laboratory of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. The earlier maturing short height breeding line ER 55023 with a high protein and gluten content was singled out for submission to the state qualification examination as the new winter wheat variety MIP Palianytsia.

**Key words:** *winter bread wheat, conditions of the growing season, sowing date, yield component, grain quality indicator, variability, adaptability, correlation, hybrid, inheritance, transgression.*

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Розділ у монографії

1. **Рисін А. Л.** Адаптивність сортів і селекційних ліній пшениці озимої за комплексом цінних ознак в умовах центрального Лісостепу України. *Особливості визначення адаптивності селекційних ліній пшениці м'якої озимої в умовах центрального Лісостепу України*. Київ: Компринт, 2023. С. 128–166. <https://doi.org/10.31073/mono-myr-pecindet2023>

### Статті у наукових фахових виданнях України

2. **Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.** Мінливість елементів структури врожайності сортів і селекційних ліній пшениці озимої в умовах Лісостепу України. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 43–54. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0257> (60 % авторства: проведення експерименту, обробка і аналіз даних, написання статті).

3. **Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.** Особливості прояву біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації в Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2023. № 5/105. [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.006). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/44183> (65 % авторства: проведення експерименту, обробка і аналіз даних, написання статті).

### Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

4. **Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б.** Оцінка сортів і перспективних ліній пшениці озимої за якістю зерна в умовах Лісостепу України. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 19 квітня 2019 р.). Вінниця: ТОВ

«ТВОРИ», 2019. С. 96–97. (40 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

5. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Показники якості зерна сортів та селекційних ліній пшениці озимої в умовах центральної частини Лісостепу України. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). Електронний ресурс: <http://confer.uiestr.sops.gov.ua>, 2021. С. 95. (30 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

6. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Гібридологічний аналіз елементів урожайності гібридів пшениці озимої. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали Х Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 29 квітня 2022 р.). Електронний ресурс: <http://confer.uiestr.sops.gov.ua>, 2022. С. 92. (30 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

7. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Особливості успадкування гібридами пшениці озимої структурних елементів продуктивності та показників якості зерна. *Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла (с. Центральне, 16 листопада 2022 р.). Центральне, 2022. С. 44–45. (35 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

8. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б. Мінливість морфобіометричних показників рослин сортів і селекційних ліній пшениці озимої на час припинення осінньої вегетації в умовах Центрального Лісостепу. *Сільське господарство в умовах глобальних викликів: стратегічні пріоритети та загрози. Вклад молодих вчених*: матеріали Науково-практичної Інтернет-

конференції молодих учених і спеціалістів в Україні (сmt. Чабани, 22 грудня 2022 р.). Чабани, 2022. С. 31–33. (40 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

9. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Замліла Н. П., Вологдіна Г. Б. Адаптивність сортів і селекційних ліній пшениці озимої за показниками якості зерна. *Сільське господарство в умовах глобальних викликів: стратегічні пріоритети та загрози. Вклад молодих вчених: матеріали Науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених і спеціалістів в Україні (сmt. Чабани, 22 грудня 2022 р.).* Чабани, 2022. С. 40–42. (40 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

10. Вологдіна Г. Б., **Рисін А. Л.** Мінливість висоти рослин сортів і селекційних ліній пшениці озимої в умовах Лісостепу України. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 30 березня 2023 р.).* Біла Церква, 2023. С. 105–109. (60 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

11. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Мінливість продуктивності колосу сортів і селекційних ліній пшениці озимої в умовах Лісостепу України. *Селекція, генетики та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів (с. Центральне, 21 квітня 2023 р.).* Центральне, 2023. С. 108. (30 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

12. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б. Гуменюк О. В. Особливості формування біометричних показників рослин пшениці озимої восени в умовах Лісостепу України. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Частина 2 (м. Київ, 6–7 липня 2023 р.).* Київ, 2023. С. 154–158. (40 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

**Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації**

13. Demydov O., Pravdziva I., Hudzenko V., **Rysin A.**, Volohdina H., Siroshtan A., Yurchenko T., Zaima O., Misiura I. Formation of flour quality indicators in different winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes depending on abiotic and anthropogenic factors. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, Iss. 8. P. 111–118. DOI: 10.15421/2021\_277. (10 % авторства: проведення експерименту, обробка і аналіз даних, написання статті).

## ЗМІСТ

	Стор.
АНОТАЦІЯ .....	2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ .....	22
ВСТУП.....	24
РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ ДОСЯГНЕННЯ, ЗАВДАННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	31
1.1 Сучасний стан зернового ринку України та значення пшениці м'якої озимої.....	31
1.2 Селекція пшениці м'якої озимої на продуктивність.....	37
1.3 Вплив генотипу та умов вирощування на врожайність і показники якості зерна.....	44
1.4 Поліпшення якості зерна селекційними методами.....	48
Висновки до розділу 1.....	57
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	58
2.1 Характеристика ґрунтів.....	58
2.2 Агрометеорологічні умови періодів вегетації пшениці м'якої озимої.....	62
2.3 Матеріал і методика проведення досліджень.....	75
Висновки до розділу 2.....	83
РОЗДІЛ 3 ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК У БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ.....	85
3.1 Особливості прояву біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації.....	85
3.2 Особливості прояву біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час відновлення	

весняної вегетації.....	96
3.3 Мінливість показників елементів структури продуктивності рослин та вплив факторів на їх рівень.....	107
3.4 Кореляційна залежність між урожайністю та елементами продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої .....	125
Висновки до розділу 3.....	128
<b>РОЗДІЛ 4 АДАПТИВНІСТЬ СОРТІВ І СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА КОМПЛЕКСОМ ЦІННИХ ОЗНАК В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....</b>	<b>132</b>
4.1 Параметри адаптивної здатності та стабільності за потенціалом продуктивності.....	132
4.1.1 Урожайність зерна.....	132
4.1.2 Висота рослин.....	138
4.1.3 Маса 1000 зерен.....	141
4.2 Параметри адаптивної здатності та стабільності за показниками якості зерна.....	144
4.2.1 Вміст білка.....	144
4.2.2 Вміст клейковини.....	149
4.2.3 Сила борошна.....	152
4.2.4 Об'єм хліба.....	155
4.3 Інтегральна оцінка адаптивності за комплексом цінних ознак.....	158
Висновки до розділу 4.....	160
<b>РОЗДІЛ 5 СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА ГІБРИДІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ .....</b>	<b>164</b>
5.1 Ступінь фенотипового домінування ознак продуктивності та рівень гетерозису в F <sub>1</sub> пшениці м'якої озимої.....	166
5.2 Характер успадкування показників якості зерна у гібридів	

першого покоління пшениці м'якої озимої .....	198
5.3 Прояв ступеня та частоти трансгресії за елементами структури продуктивності в $F_2$ , $F_3$ .....	212
5.4 Характеристика кращих гібридних комбінацій $F_3$ за комплексом господарських ознак.....	232
Висновки до розділу 5.....	235
ВИСНОВКИ.....	243
ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ.....	248
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	249
ДОДАТКИ.....	297

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

- ВІС – відносний індекс середовища;
- ВП – вегетаційний період;
- ГТК – гідротермічний коефіцієнт;
- Д – депресія;
- ЕР – еритроспермум;
- ІС – індекс середовища;
- ЛЮТ – лютесценс;
- МИР – миронівська;
- МІП – Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН;
- НААН – Національна академія аграрних наук України;
- НД – гетерозис (наддомінування);
- НІР<sub>05</sub> – найменша істотна різниця;
- ПУ – проміжне успадкування;
- Тс – ступінь трансгресії;
- Тч – частота трансгресії;
- УІЕСР – Український інститут експертизи сортів рослин;
- ЧВВВ – час відновлення весняної вегетації;
- ЧВУ – часткове від’ємне успадкування;
- ЧПД – часткове позитивне домінування;
- ЧПОВ – час припинення осінньої вегетації;
- $b_i$  – коефіцієнт лінійної регресії;
- $C_v$  – коефіцієнт варіації;
- $F_1$ – $F_3$  – гібридні покоління;
- Нbt – гетерозис істинний;
- Нom – гомеостатичність;
- hp – ступінь фенотипового домінування;
- Нt – гіпотетичний гетерозис;
- max – максимальне значення показника;
- min – мінімальне значення показника;

$P_1$  – материнська форма;

$P_2$  – батьківська форма;

$RAC$  – рейтинг адаптивності;

$R$  – розмах варіювання;

$r$  – коефіцієнт кореляції;

$s$  – стандартне відхилення;

$S_{di}^2$  – середньоквадратичне відхилення;

$S_c$  – селекційна цінність генотипу;

$\bar{X}$  – середнє значення;

$(x_{max} + x_{min})/2$  – компенсаторна здатність;

$\bar{X} Z$  – середній ранг;

$Z$  – ранг.

## ВСТУП

Пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.) є головною продовольчою культурою в Україні та світі, тому створення й впровадження в сільськогосподарське виробництво нових сортів з високим потенціалом продуктивності та якості зерна, добре адаптованих до мінливих умов вирощування не втрачає своєї актуальності.

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Основним завданням селекції пшениці м'якої озимої в умовах кліматичних змін було й залишається створення нового генетичного матеріалу, розробка ефективних методів оцінки та добору бажаних генотипів з підвищеним адаптивним потенціалом урожайності та якості зерна. Значних успіхів у вирішенні даного питання досягли такі провідні вчені країни, як В. М. Ремесло, В. В. Шелепов, В. А. Власенко, О. О. Созінов, М. А. Литвиненко, В. Ф. Сайко, О. І. Рибалка, В. В. Моргун, Б. В. Моргун, А. П. Орлюк, Г. П. Жемела, В. В. Базалій, Л. А. Бурденюк-Тарасевич, В. С. Кочмарський, В. В. Кириленко та ін. Ними обґрунтовано напрями досліджень, які пов'язані із пошуком і виділенням високоякісних генотипів зі стабільним потенціалом продуктивності з подальшим використанням їх у селекційному процесі для створення нового вихідного матеріалу. Однак складність вирішення проблеми поєднання в одному генотипі підвищеного рівня врожайності і якості зерна пшениці м'якої озимої пов'язане з недостатнім вивченням особливостей успадкування селекційно цінних ознак у гібридів і впливу батьківських форм на спадковість цих ознак.

Тому виявлення особливостей формування рівня та мінливості кількісних ознак у батьківських компонентів і гібридних комбінаціях дозволить оцінити характер їх успадкування, рівень гетерозису, частоту появи трансгресивних форм, що підвищить ефективність підбору вихідних форм для схрещування та добору цінних генотипів для селекції на адаптивність, високу продуктивність і якість зерна. На вирішення зазначених актуальних питань і спрямовані дослідження за темою дисертаційної роботи.

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

Дослідження за темою дисертаційної роботи проведено в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла Національної академії аграрних наук України впродовж 2018–2022 рр. у рамках ПНД № 13 «Селекція зернових і зернобобових культур» за завданням 13.00.01.04.Ф «Розробити систему методів оцінки адаптивності селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої в умовах змін клімату та створити високопродуктивні сорти, стійкі до абіотичних та біотичних факторів довкілля» (номер державної реєстрації 0116U004001); ПНД № 13 «Зернові, круп'яні, зернобобові культури» за завданням 13.00.02.04.Ф «Теоретичне обґрунтування та розроблення методичних основ оцінки селекційного матеріалу, створення вихідного матеріалу і сортів пшениці озимої різних напрямів використання зерна (продовольчий, харчовий, круп'яний) в умовах змін клімату» (номер державної реєстрації 0121U100431).

**Мета і завдання досліджень.** Виділити сорти і селекційні лінії з високим потенціалом продуктивності та якості зерна, на їх основі створити новий вихідний матеріал і виявити особливості успадкування цінних господарських ознак у гібридних поколіннях пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- встановити особливості росту та розвитку рослин сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації та відновлення її навесні як біологічної основи адаптації в процесі онтогенезу;
- виявити рівень мінливості елементів продуктивності рослин і визначити частки впливу генотипу, умов року та строку сівби на їх формування;
- визначити кореляційні зв'язки між селекційно цінними ознаками в сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої;
- виділити генотипи з високим адаптивним потенціалом продуктивності та якості зерна і залучити їх до схеми схрещувань як цінні батьківські компоненти;

- створити новий високопродуктивний вихідний матеріал зі стабільним проявом рівня показників якості зерна в умовах Лісостепу України;
- установити тип успадкування за ступенем фенотипового домінування, рівень гетерозису за цінними господарськими ознаками у  $F_1$ ;
- визначити ступінь та частоту трансгресії у гібридних комбінаціях  $F_2$ ,  $F_3$  пшениці м'якої озимої;
- виділити кращі комбінації у гібридів третього покоління за комплексом ознак.

*Об'єкт дослідження* – особливості формування та мінливості біометричних показників, елементів продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої залежно від впливу генотипу, умов року та строку сівби; адаптивність генотипів за складовими продукційного процесу на основі параметрів стабільності та пластичності; особливості успадкування цінних господарських ознак у гібридів  $F_1$ , ступінь і частота трансгресій – в  $F_3$ .

*Предмет дослідження* – особливості створення нового високопродуктивного вихідного матеріалу зі стабільним проявом рівня ознак якості зерна в умовах Лісостепу України.

**Методи дослідження:** польові (фенологічні спостереження); лабораторні та обліково-вагові (технологічний аналіз якості зерна, облік урожайності, структурний аналіз елементів продуктивності батьківських компонентів і гібридів  $F_1$ – $F_3$ ); математично-статистичні (варіаційний, кореляційний і дисперсійний аналіз, розрахунок параметрів адаптивності, ступеня фенотипового домінування, гіпотетичного та істинного гетерозису, ступеня та частоти трансгресії).

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в теоретичному обґрунтуванні та вирішенні важливого наукового завдання щодо встановлення особливостей створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої з високим потенціалом продуктивності та показників якості зерна шляхом сполучення цінних ознак у межах одного генотипу та ефективної ідентифікації перспективних для добору гібридних комбінацій на ранніх етапах селекції

залежно від батьківських компонентів.

*Уперше* в умовах Лісостепу України виділено нові сорти та перспективні селекційні лінії пшениці м'якої озимої, які поєднують високий рівень продуктивності та якості зерна, визначено параметри їх мінливості та встановлено частки впливу генотипу, умов року й строку сівби на їх формування. Виявлено фенотипові кореляції між показниками продуктивності рослин, які підвищують ефективність добору цінних генотипів. Доведено об'єктивність інтегральної оцінки адаптивності сортів і селекційних ліній на основі параметрів стабільності та пластичності за елементами продукційного процесу. Установлено принципи добору батьківських форм для гібридизації та створено новий вихідний матеріал з високим рівнем прояву цінних селекційних ознак. Досліджено особливості формування елементів структури продуктивності та показників якості зерна на основі типів успадкування в  $F_1$ ,  $F_2$ , ступеня та частоти трансгресій в гібридних комбінаціях  $F_3$ .

*Удосконалено* методичні засади ведення селекційного процесу в плані підбору батьківських компонентів для схрещування, вивчення вихідного матеріалу та добору нових форм із заданими параметрами.

*Набули подальшого розвитку* підходи до диференціювання сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за їх адаптивними властивостями із застосуванням статистичного аналізу з визначенням показників пластичності та стабільності й загального їх рейтингу; питання залучення в селекційний процес генотипів з цінними господарськими ознаками та встановлення характеру успадкування кількісних і якісних ознак в умовах Лісостепу України.

**Практичне значення одержаних результатів.** У результаті виконання дисертаційної роботи виділено сорти та селекційні лінії пшениці м'якої озимої з високим адаптивним потенціалом продуктивності та якості зерна, які рекомендовано включати в програми схрещування як батьківські компоненти: МП Ювілейна, МП Ассоль, Подолянка, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198, ЕР 55023. Створено гібридні форми  $F_1$  і гібридні комбінації  $F_2$ ,  $F_3$  – МП Ювілейна / Подолянка, МП Ювілейна / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 /

МПП Ювілейна, ЕР 55023 / Подолянка, ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, МПП Ассоль / ЕР 55023, МПП Ассоль / МПП Ювілейна, МПП Ассоль / Подолянка, МПП Ассоль / ЛЮТ 37519, МПП Ассоль / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЕР 55023, Подолянка / МПП Ассоль, Подолянка / МПП Ювілейна, Подолянка / ЛЮТ 37519, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль, ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна, ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, які проходять подальше вивчення в селекційних розсадниках лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України та передані для подальшого вивчення й залучення в селекційний процес ТОВ «Агрофірма «Колос» (додаток А.1), наукові та освітні програми Національного університету біоресурсів і природокористування України (додаток А.2) та Білоцерківського національного аграрного університету МОН України (додаток А.3).

Виділено селекційну лінію ЕР 55023, яку планується передати до Українського інституту експертизи сортів рослин для проходження державної кваліфікаційної експертизи як новий сорт пшениці м'якої озимої МПП Паляниця з комплексом цінних господарських ознак.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертантом проведено інформаційний пошук і аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури за напрямками досліджень. Сумісно з науковим керівником проведено планування мети і завдань досліджень. Особисто виконано польові й лабораторні дослідження та статистичну обробку одержаних даних, сформульовано висновки й пропозиції для селекційної практики та виробництва. Опубліковано наукові праці з часткою авторства 10–100 %.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи оприлюднені та обговорені на засіданнях вченої ради Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України в 2018–2022 рр., а також на наукових і міжнародних науково-практичних конференціях: VII Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів

*«Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур»* (с. Центральне, 19 квітня 2019 р.); IX Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів *«Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур»* (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.); X Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів *«Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур»* (с. Центральне, 29 квітня 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла *«Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу»* (с. Центральне, 16 листопада 2022 р.); Науково-практичній Інтернет-конференції молодих учених і спеціалістів в Україні *«Сільське господарство в умовах глобальних викликів: стратегічні пріоритети та загрози. Вклад молодих вчених»* (с.мт Чабани, 22 грудня 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції *«Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку»* (м. Біла Церква, 30 березня 2023 р.); XI Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених і спеціалістів *«Селекція, генетики та технології вирощування сільськогосподарських культур»* (с. Центральне, 21 квітня 2023 р.); Міжнародній науково-практичній конференції. Частина 2 *«Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві»* (м. Київ, 6–7 липня 2023 р.).

**Публікації.** За результати досліджень опубліковано 13 наукових праць, з них розділ у монографії, дві статті в наукових фахових виданнях України, дев'ять тез наукових доповідей; одна стаття, що додатково відображає результати дисертації.

**Структура та обсяг дисертаційної роботи.** Дисертація викладена на 341 сторінці комп'ютерного тексту, включає анотації, вступ, п'ять розділів, висновки, пропозиції для селекційної практики, список використаних джерел,

який налічує 417 посилань, в тому числі 119 латиницею. Робота містить 48 таблиць, 14 рисунків та вісім додатків.

## РОЗДІЛ 1

### ОСНОВНІ ДОСЯГНЕННЯ, ЗАВДАННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

#### 1.1 Сучасний стан зернового ринку України та значення пшениці м'якої озимої

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, кліматичні зміни негативно впливають на виробництво основних сільськогосподарських культур, а тому стратегічно важливими завданнями для досягнення «світу без голоду» є підвищення стійкості та адаптивності культур до стресових умов навколишнього середовища [1].

Вирощування зернових культур формує особливу галузь сільського господарства, яка в свою чергу окреслює в сучасних умовах рівень розвитку аграрного сектору економіки України. Зерну належить пріоритетне місце в структурі базової сільськогосподарської продукції, що визначає продовольчу безпеку держави та гарантує її необхідний рівень. Темпи розвитку й рівень ефективності функціонування зернового ринку та його інфраструктури слугують важливими показниками дієвості аграрної політики та якості економічних реформ, що провадяться в країні. Ринок зерна посідає значення базової моделі розвитку для інших ринків сільськогосподарських культур, продуктів їх переробки, сировини та продовольства. Водночас проблему забезпечення населення продовольством вітчизняного виробництва визнано пріоритетним завданням і стратегічним напрямом економічної політики держави, спрямованим на забезпечення не тільки продовольчої, а й національної безпеки країни [2]. Це пояснюється тим, що ключовими факторами успіху при становленні України як провідного світового постачальника зернових є багаті природні ресурси, родючі землі та сприятливий клімат, що дають можливість отримувати значні урожаї всіх видів

зернових; вигідне географічне розташування для експорту продукції зернового виробництва, наявність виходу на морські шляхи, що дає можливість виходу на ринки Близького Сходу та Північної Африки; невисокі ціни на зерно вітчизняних виробників [3]. У свою чергу, виробництво зерна впливає на природну родючість ґрунтів, відіграє в економіці країни істотну роль у формуванні експортних поставок і надходженні валютних коштів. Важливо відзначити й те, що дана галузь забезпечує зайнятість сільського населення України, яка є одним з найбільших експортерів зерна в Європі. Проблема збільшення виробництва високоякісного зерна була й залишається головною для всього народногосподарського комплексу України [4].

Проблеми та перспективи розвитку зернового ринку України були пріоритетними у вивченні для значної когорти вчених в Україні, що знайшло відображення в наукових працях Н. Є. Голомші, О. Я. Дзядикевич [5], С. М. Кваші, М. М. Ільчука, І. А. Коновала [6], О. А. Козак, О. Ю. Грищенко [7], О. М. Шпичака, Ю. О. Лупенка, В. М. Жука та ін. [8], В. В. Лагодієнка, О. О. Богданова, В. В. Лагодієнка [9], В. Я. Месея-Веселяка [10], М. М. Ільчука, І. А. Коновала, О. Д. Барановської, В. Д. Євтушенка [11], О. М. Шпичака [12]. Головним висновком проведених досліджень є констатація необхідності стабілізації вітчизняного ринку зерна та визнання пріоритетності держави в регуляторних процесах. Проте особливості функціонування зернового ринку України в умовах пандемії й світової кризи потребують подальшого аналізу та досліджень для успішної розробки дієвих організаційно-економічних заходів із стабілізації виробництва зерна та підвищення ефективності вітчизняної зернової галузі.

Вихід України на міжнародний продовольчий ринок, а також задоволення потреб вітчизняних виробників зерна в сортових ресурсах та насінні є актуальною й сучасною проблемою сьогодення. Глобальні кліматичні зміни та пов'язані з ними негативні світові тенденції у виробництві рослинницької продукції безперечно торкаються й аграрного сектору нашої держави [13, 14].

Пшениця м'яка озима є найважливішою культурою на ринку сільськогосподарської продукції та провідною – в забезпеченні грошових надходжень від реалізації зернової продукції. Так, частка пшениці м'якої озимої в структурі виручки від реалізації зерна останніми роками становить близько 55–60 %. Упродовж багатьох років вона належить до найбільш рентабельних зернових культур [15]. У довгостроковій перспективі тенденція загального зростання світового споживання пшениці, найімовірніше, зберігатиметься. Не випадково пшениця м'яка озима є основним продуктом харчування в 43 країнах світу з населенням понад 1 млрд осіб. Основне призначення пшениці м'якої озимої – забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами [16]. Цінність пшеничного хліба визначається сприятливим хімічним складом зерна. Серед зернових культур пшеничне зерно найбагатше на білки. Вміст їх у зерні пшениці м'якої озимої залежно від сорту та умов вирощування становить у середньому 9–15 %. У зерні міститься велика кількість вуглеводів, у тому числі до 70 % крохмалю, вітаміни В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, Е та провітаміни А, D, до 2 % зольних мінеральних речовин. Білки пшениці м'якої озимої є повноцінними за амінокислотним складом, містять усі незамінні амінокислоти: лізин, триптофан, валін, метіонін, треонін, фенілаланін, гістидин, аргінін, лейцин, ізолейцин, які добре засвоюються людським організмом. Пшеничний хліб практично повністю забезпечує потреби людини у фосфорі та залізі, на 40 % – у кальції. Співвідношення білків і крохмалю в зерні пшениці м'якої озимої становить у середньому 1:6–7, що є найбільш сприятливим для підтримання нормальної маси тіла та працездатності людини. Пшеничний хліб є надійним джерелом енергії й відзначається високою калорійністю – в 1 кг міститься 2000–2500 ккал, що свідчить про його високу поживність. Особливо якісний хліб та хлібобулочні вироби одержують із борошна сортів сильних пшениць, які належать до виду пшениці м'якої [17, 18].

В Україні обсяги виробництва зерна порівняно з 2000 роком збільшилися у 2,5 рази. Відмічено розширення ареалу деяких зернових культур завдяки розвитку селекції та впровадженню нових технологій [3]. Експерти ФАО

прогнозують збільшення виробництва зернових у світі до 2024 року до 786,7 млн тонн, або на 8,7%. Водночас очікується збільшення рівня споживання, що, відповідно, вимагає нарощування виробництва зернових [19].

Основними передумовами розвитку зовнішньоекономічної діяльності вітчизняних підприємств, зокрема аграрних, є лібералізація торгівлі та вступ України до СОТ, відміна державної монополії на зовнішню торгівлю. Із набуттям членства у СОТ Україна отримала більший доступ до ринків сільськогосподарських товарів і продовольства інших країн, для захисту торговельних інтересів вітчизняних товаровиробників на зовнішніх ринках. Міжнародна економічна інтеграція, зокрема створення зон вільної торгівлі, активізували процеси входження українських товаровиробників у світові та регіональні ринки, ринки зерна зокрема. Так, створення зони вільної торгівлі між Україною та ЄС у 2014 році, в рамках якої були знижені митні ставки на торгівлю зерном та збільшені розміри безмитних квот, дало можливість вітчизняним експортерам збільшити обсяги торгівлі зерном до ЄС. Наприклад, тарифну квоту по пшениці планується збільшити з 950 тис тонн на рік у 2016 році до 1000 тис тонн у 2022 році [3].

Основними споживачами української пшениці є країни Азії, Північної Африки, ЄС, що обумовлюється зручністю поставок та постійним попитом на цей вид зернових. При цьому для азійського та африканського регіонів характерний попит на борошномельну пшеницю, а для європейських країн – попит на фуражну пшеницю [20].

У 2019–2020 рр. Україна стала другим у світі експортером зерна після США [18]. За прогнозними оцінками USDA, у 2020/2021 р. експорт зернових із України повинен був досягнути 45,81 млн тонн при врожаї 64,21 млн тонн, зокрема 17,5 млн тонн пшениці при врожаї 25,5 млн тонн [21]. На зростання українського експорту зернових також впливає зростання попиту на зернові в світі, що пов'язано із зростанням чисельності населення, покращенням рівня життя в деяких країнах, зміною кліматичних умов у світі [3]. Частка України становить стабільно 3,6–3,7% від світового виробництва пшениці за середньої

врожайності пшениці 4,16 т/га. Впродовж останніх п'яти років Україна поступово та стійко нарощує показники збору врожаю зерна. Основне вирощування пшениці м'якої озимої зосереджено в центральних регіонах України. Так, найбільші посівні площі у 2017 р. знаходились у Запорізькій (623 тис. га), Одеській (591 тис. га), Дніпропетровській (493 тис. га), Харківській (480 тис. га) і Херсонській (471 тис. га) областях [22]. Зростання обсягів пропозиції, відсутність експортних обмежень на внутрішньому ринку зерна та сприятлива кон'юнктура світового ринку зумовили значне збільшення обсягів вивозу зерна за межі країни. У 2021 р., за даними Державної служби статистики України, порівняно з 2020 р. обсяг виробництва зернових і зернобобових культур зріс на 32 %, при врожайності 5,38 т/га [23].

За даними НААН, у 2020 р. на дослідних ділянках рекордну врожайність сформували сорти пшениці м'якої озимої: Гармоніка (8,87 т/га), Здобна (8,82 т/га), Воздвиженка (8,38 т/га), Щедра нива (8,7 т/га), Царівна (9,46 т/га), Рось (8,85 т/га), Відрада (8,67 т/га), Богдана (8,94 т/га), МП Дніпрянка (8,54 т/га), МП Ассоль (8,9 т/га), Краєвид (9,58 т/га), Співанка Поліська (8,94 т/га), Престижна (8,55 т/га), Охтирчанка ювілейна (8,84 т/га), а сорт Берегиня миронівська внесений до «Книги рекордів України» за рекордну урожайність – 10,1 т/га [24].

На сучасному етапі розвитку сільського господарства сорт є одним із найефективніших методів підвищення врожайності, стійкості до абіотичних і біотичних чинників середовища та збільшення виробництва високоякісного зерна пшениці м'якої озимої, що є однією з головних проблем аграрного потенціалу України [25–29].

Науковими дослідженнями встановлено, що врожайність зернових культур підвищується на 20–25 % завдяки використанню високоякісного насіння нових сортів [30]. Селекцією пшениці м'якої озимої в Україні займаються Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН України», Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур

і цукрових буряків НААН, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Інститут зрошуваного землеробства НААН, Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, ДУ Інститут зернових культур і ряд приватних компаній.

Більш ніж за 100-річний період діяльності Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України було створено та передано на державне сортовипробування 146 сортів пшениці м'якої озимої. Станом на 2022 р. до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, занесено 64 сорти пшениці м'якої озимої [31], які володіють високим потенціалом продуктивності, стійкістю до абіотичних і біотичних факторів довкілля та високою якістю зерна. Тож більшість аграріїв з різних регіонів України віддають перевагу сортам пшениці м'якої озимої селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН.

Таким чином, в умовах ринкової економіки набуває особливої актуальності конкурентоспроможність продукції. Зі вступом України до Світової організації торгівлі суттєво зросли вимоги до якості та конкуренції на ринку зерна. Слід зазначити, що приріст українського зернового експорту відбувається за рахунок підвищення цін і зростання фізичних обсягів експорту зерна. Однак, враховуючи той факт, що ціни на зерно характеризуються значною нестабільністю, не слід розраховувати на постійне зростання вартісних показників експорту. Особливу увагу слід приділяти покращенню конкурентоспроможності зернової продукції, зокрема підвищенню її технічного та якісного рівня. Нарощування виробництва зерна в Україні є пріоритетним і не втрачає своєї актуальності. Його зростання при сучасному економічному стані можливе за рахунок введення в сільгоспвиробництво ресурсозберігаючих технологій і високоадаптивних сортів пшениці м'якої озимої, які б давали гарантію сталого врожаю. За останнє півсторіччя виробництво сільськогосподарської продукції збільшилось за рахунок генетичного потенціалу нових сортів та удосконалення технології вирощування – на 75 % і

25 % відповідно. Збільшення виробництва зерна та прибутковості зернового господарства країни значною мірою залежить від забезпечення їх конкурентоспроможними сортами. Створення адаптивних сортів з принципово новими характеристиками, здатністю забезпечити високу та стабільну продуктивність у різних умовах довкілля і стійких до екстремальних умов вирощування – актуальна проблема сучасної селекції.

## 1.2 Селекція пшениці м'якої озимої на продуктивність

Основним завданням селекції пшениці м'якої озимої є підвищення продуктивності, тому актуальним напрямом досліджень є створення і впровадження в сільськогосподарське виробництво нових сортів пшениці м'якої озимої з високим потенціалом продуктивності та якості зерна, добре адаптованих до мінливих умов вирощування [32–42]. Проблеми створення нового генетичного матеріалу, розробка нових методів оцінки та добору бажаних генотипів вирішуються в рамках комплексних селекційних програм у тісній співпраці вітчизняних науковців із зарубіжними.

Селекція на продуктивність є одним із найскладніших завдань, що зумовлено комплексністю цього показника. Фундаментальним напрямом і визначальною потужною біологічною основою зростання врожайності є розвиток генетики та селекції [43]. Кількісні ознаки продуктивності контролюються полімерними генами, а ступінь прояву генів та розвиток кількісних ознак значною мірою залежить від умов зовнішнього середовища.

Урожайність пшениці формується під контролем усього генотипу під час його взаємодії з навколишнім середовищем [44–46], а рівень урожайності сорту визначається комплексним проявом ознак і властивостей [43, 47–51]. Значення сорту як чинника підвищення урожайності постійно зростає як у вітчизняному, так і в світовому сільськогосподарському виробництві. Зусиллями кількох поколінь селекціонерів частка приросту врожаю зерна пшениці м'якої озимої за рахунок сорту збільшилася від 15–18 % до 40–50 % [52–55].

У системі генотипу функціональна дія та взаємодія генів створюють широкий спектр типів успадкування ознак продуктивності, які можуть змінюватись за різних умов вирощування рослин пшениці озимої [56, 57]. Продуктивність колоса – це результат інтегральної взаємодії генів, які контролюють кількість зерен та їх масу. Довжина колоса та ознаки його продуктивності знаходяться під генетичним контролем багатьох генів, які розкидані по різних групах зчеплення. У системі генотипу функціональні дії та взаємодії цих генів створюють широкий спектр типів успадкування ознак продуктивності, який може змінюватися в різних умовах вирощування рослин. Кількість колосків у колосі – найпластичніший елемент структури продуктивності, що характеризується значною константністю [58–61]. Для кожного сорту характерна певна кількість колосків у колосі, що є генетично зумовленою ознакою і відзначається меншою мінливістю, порівняно із іншими ознаками, тому більш значима в селекції. Маса зерна з колоса – також важливий елемент продуктивності, який залежить від довжини колоса, кількості зерен у ньому та їх крупності, а також від умов вирощування [62, 63]. Дана ознака необхідна для аналізу структури врожайності, а високий рівень її розвитку є основою для відбору продуктивних форм у початкових ланках селекції [61–63]. Структурні елементи продуктивності в певних межах можуть успадковуватись незалежно один від одного, тому типи успадкування такої комплексної ознаки, як маса зерна з колоса, можуть бути різними [57, 67–69].

Ефективність селекційного використання вихідних форм значною мірою залежить від знання залежності основної ознаки, за якою проводять добір, від рівня та мінливості інших ознак рослин [70, 71]. При доборі з гібридних популяцій цінних рекомбінантних генотипів особлива увага приділяється продуктивності колоса, який є визначальним компонентом урожаю [72]. У зв'язку з цим актуальним є дослідження кореляцій між кількісними ознаками рослин і визначення частки мінливості, яка залежить від впливу однієї ознаки на іншу [73]. Разом із тим, у різних екологічних умовах характер цих зв'язків має свої особливості, обумовлені генотип–середовищною взаємодією при

реалізації генотипу в онтогенезі [72]. Відомо, що параметри ознак рослин знаходяться в певній залежності між собою. В експериментальних селекційних дослідах неможливі ідеальні функціональні зв'язки при точно відповідних залежностях значень однієї ознаки від іншої в усіх сортів. У таких випадках виявляють не строго функціональні, а статистично вірогідні зв'язки за коефіцієнтами кореляції. Урожайність пшениці як комплексний показник значною мірою визначається проявом складових продуктивності рослини, які є кількісними ознаками та контролюються складними полігенними системами [59]. Елементи продуктивності зв'язані між собою в багатьох випадках небажаними кореляціями, тому вивчення характеру кореляційних зв'язків між ними дозволяє виявити, за рахунок яких складових структури врожаю можна збільшити продуктивність пшениці і тим самим підвищити ефективність селекційної роботи [74–76].

У дослідженнях Г. П. Жемели та А. П. Баган [77] також показано досить високі залежності між значеннями ознак урожайності і продуктивною кущистістю та кількістю зерен у колосі пшениці озимої. У дослідах В. С. Кочмарського зв'язок між масою зерна головного колосу та кількістю зерен у колосі сортів пшениці озимої миронівської селекції коливався за роками від незначного до середнього та сильного [78]. Залежність кореляції морфофізіологічних ознак урожайності зерна пшениці від умов вирощування при поливі та від стресових посушливих умов показали М. Ahmadizadeh та інші [79]. R. Nastri та інші визначили суттєві позитивні кореляції між урожайністю і такими ознаками пшениці м'якої, як кількість фертильних колосів і маса колосів на одиниці площі, збиральний індекс, біологічний урожай, маса 1000 зерен, озерненість колоса і висота рослини [80].

Особливості реалізації потенціалу врожайності та дослідження механізмів формування елементів продуктивності за мінливих метеорологічних умов має важливе значення для встановлення норми реакції та добору найбільш стійких продуктивних генотипів для включення їх у селекційні програми. Селекційна робота визначається багатьма факторами, серед яких першочерговим є пошук і

створення нових генетичних джерел з високими показниками продуктивності, якості та адаптованості до біотичних і абіотичних факторів середовища [81, 82].

Значних успіхів у селекції пшениці на продуктивність можна досягти в тих випадках, коли дослідник при доборах звертає увагу на ознаку, яка тісно корелює з урожайністю з одиниці площі. У літературі є достатньо інформації, в якій наводяться результати використання ознак, що мають тісний позитивний зв'язок з урожайністю, які прийнято називати маркерними. Умова, якій повинна відповідати маркерна ознака, визначена в багатьох публікаціях [83, 84]. Перш за все, вона повинна мати високий рівень генотипової варіанси та низький рівень фенотипової, тобто в стресових умовах середовища ознака стабільно протидіє несприятливим кліматичним умовам і не знижує рівня свого формування. На ранніх етапах селекції пшениці важливо вибрати маркерну ознаку, яка має зв'язок з урожайністю, і добір елітних рослин за якою призведе до підвищення врожайного потенціалу. Кількісні ознаки характеризують найбільш важливі показники, які впливають на величину та якість врожаю. Водночас у генетичному відношенні вони вивчені ще недостатньо, хоч інформація стосовно цього напряду широко представлена в дослідженнях багатьох науковців. Дані ознаки характеризуються значною мінливістю й залежністю від факторів зовнішнього середовища.

Гібридизація є домінуючим методом створення сортів пшениці, а головним джерелом вихідного матеріалу є колекційні сортові зразки різного генетичного й географічного походження, які використовуються в різних схемах схрещувань [85–88]. За допомогою гібридизації можна поєднувати в одному генотипі потрібні ознаки та властивості, а завдяки генетичній рекомбінації й трансгресивній мінливості отримувати якісно новий вихідний матеріал. Підбір компонентів для схрещування – це складний процес, оскільки кожна ознака чи властивість батьківських організмів не передається безпосередньо їхньому потомству [89]. Добір компонентів схрещування значною мірою визначає успіх гібридизації. Вважається, що генетичний потенціал цінних господарських ознак при внутрішньовидових схрещуваннях

обмежений, і необхідні пошуки методів збагачення генотипу пшениці новими генними сполученнями [90]. Одним із способів введення у геном нових генних кластерів є використання інтрогресії генофонду пшениці озимої в яру. Однак результати не завжди бувають задовільними. Так, аналіз 30 комбінацій схрещувань пшениці озимої з трьома тестерами ярої не виявив жодної комбінації із значимим гетерозисом за всіма досліджуваними ознаками врожайності, лише за окремими показниками спостерігали значний гетерозис [91]. Віддалена гібридизація, зокрема міжвидові схрещування, на теперішній час вважаються достатньо стандартним методом отримання генетично збагаченої гібридної популяції, з якої можна виділити лінії з новими трансгресивними ознаками, що відсутні у вихідних форм. Доцільність використання міжвидової гібридизації в селекції пшениці доведено створенням сортів і перспективних форм [92, 93].

Ступінь фенотипового домінування як показник для оцінки селекційного матеріалу в ранніх поколіннях широко використовується в селекції пшениці озимої. Дослідження підтверджують можливість використання цього показника при підборі пар для схрещування, а також для швидкої оцінки гібридних нащадків [94].

На ранніх етапах селекції для аналізу результатів гібридизації важливо обрати систему ознак, за якими добір елітних рослин дозволить досягти певного генетичного прогресу і призведе до підвищення урожайного потенціалу. Як правило, в гібридів першого покоління визначають кількісні параметри елементів продуктивності рослин, характер їх успадкування, гетерозис [95]. Основною відмінною особливістю гібридів  $F_1$  є прояв гетерозису за окремими кількісними та якісними ознаками, що зумовлюється, насамперед, неоднорідністю успадкованої основи генотипу, який утворився від схрещування батьківських форм, тією чи іншою мірою різних за якоюсь спадковою ознакою, тобто гетерозиготністю. Експериментальні роботи, що пов'язані з оцінкою в  $F_1$  успадкування довжини колоса пшениці при використанні різноманітних батьківських форм як донорів генів цієї ознаки,

дозволили виявити гетерозис і найкращі комбінації схрещування. Однак, одержані результати виявились неоднозначними та характеризувались широкою варіабельністю й високо достовірними відмінностями між батьківськими та гібридними генотипами [96]. Найвищий ефект гетерозису відмічають при схрещуванні екологічно та географічно віддалених сортів. Чим значнішими є генетичні відмінності в батьків, тим сильніше проявляється гетерозис у гібридів [94].

Батьківські форми, що використовуються в гібридизації, повинні мати не лише високий генотиповий рівень цінних господарських ознак, але і підвищені донорські властивості. Водночас концепція створення сорту потребує від селекціонера знань генетичних факторів успадкування цих ознак. У селекційних дослідженнях потрібно вивчати успадкування не врожайності загалом, а її окремих ознак, із яких вона складається [94]. Важливо також знати, як вони успадковуються за певних умов середовища. За умови достатньої рекомбінації батьківських компонентів у  $F_1$  можливим є виникнення гетерозису – вищої, ніж у батьківських форм, адаптивності, продуктивності, життєздатності й стійкості до стресових факторів [97]. Об'єднання корисних у господарському відношенні ознак у результаті схрещування та рекомбінації генів потребує подальшої ідентифікації гібридних генотипів і визначення характеру успадкування ознак. Для отримання інформації про особливості добору батьківських пар, ефекти комбінування генів, які обумовлюють продуктивність колоса, необхідно проводити діалельні схрещування. Такі дослідження дозволяють розробляти програми селекції пшениці на продуктивність [98]. Завдяки аналізу комбінаційної мінливості в гібридів  $F_1$  можна знайти свідчення про участь в успадкуванні більшості ознак як адитивної, так і неадитивної дії генів [99]. У роботі P. Kaur, S. K. Mondal [100] підкреслюється важливість адитивних ефектів генів при аналізі гібридів, одержаних від діалельних схрещувань. Якщо в  $F_2$  гетерозис зникає, то це означає, що причиною було наддомінування, а якщо в наступних поколіннях

явище гетерозису зберігається, то це – неалельна взаємодія генів, яка є основою для виникнення трансгресивних форм.

Відомо, що позитивна трансгресія частіше за все проявляється при вдалому підборі пар для схрещування в результаті появи нових рекомбінантів за різними ознаками. У потомстві таких гібридів виникає ефект сумарної дії полімерних генів, які забезпечують стабільне збільшення однієї з ознак у гібридів порівняно з максимальним вираженням цієї ознаки у вихідних батьків [101, 102]. Однак успішною трансгресивна селекція може бути тільки тоді, як зазначають А. П. Орлюк, В. В. Базалій [103], коли буде сформульована чітка теорія трансгресивної мінливості ознак, надане ґрунтовне пояснення цього генетичного явища.

До трансгресивного розщеплення необхідно віднести випадки прояву в поколіннях гібридних популяцій таких фенотипів, у яких рівень різних ознак виходить за межі максимального або мінімального прояву їх у обох вихідних батьківських формах. Вважається, що найчастіше зустрічається епістатично-гіпостатичний тип взаємодії генів, який створює генетичну ситуацію для трансгресій. Цьому можуть сприяти й інші умови, до яких необхідно віднести наявність у батьківських форм неалельних сприятливих домінантних (або рецесивних) генів, які діють за принципом комплементарності. У цьому випадку в першому поколінні гібридів проявляється гетерозис, а в  $F_2$  і наступних поколіннях вищеплюються гомозиготи з максимальним (або мінімальним) фенотиповим проявом ознак. Трансгресивні форми можуть виникати і при наявності в батьківських форм генів з напівепістатичною дією, у цьому випадку в гібридів  $F_1$  спостерігають проміжне успадкування ознак, а в другому поколінні гібридних популяцій проявляються трансгресивні морфобіотици [104, 105].

Вивчення кількісних ознак, які контролюються полімерними генами, дуже ускладнюється внаслідок їхньої значної мінливості, спричиненої умовами середовища, а загальна картина успадкування та мінливості «маскується» модифікуючою дією гетерозису в  $F_1$  [94].

Селекцію пшениці на продуктивність неможливо вести за одним показником, тому важливо знати оптимальні параметри формування всіх властивостей і ознак. Правильна оцінка вкладу окремих елементів продуктивності у формування врожайності допомагає селекціонеру досягти поставленої мети [46]. Таким чином, на подальше збільшення рівня продуктивності сорту значно впливає генетична детермінація елементів структури врожаю, яка контролюється полімерними генами. Дослідження статистичних параметрів продуктивності рослин, характеру їх успадкування, ступеня гетерозису в гібридних поколіннях є актуальним завданням при створенні високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої, а також для прогнозування селекційно-генетичного ефекту схрещувань.

### 1.3 Вплив генотипу та умов вирощування на врожайність і показники якості зерна

Одним із важливих завдань сільськогосподарської науки та виробництва є збільшення врожайності й підвищення якості зерна [106–109]. Серед заходів, які направлені на збільшення врожайності зернових культур і підвищення їх якості, основне місце належить селекції [110, 111]. Адже сорт – один із найдешевших і найефективніших чинників, який визначає рівень врожайності сільськогосподарських культур і сприяє розвитку промисловості [112, 113]. Лише за рахунок сорту можливо збільшити частку приросту врожайності зерна пшениці від 20 % до 60 % [114, 115]. Також встановлено можливість реалізації генетичного потенціалу сорту на рівні 70–80 % за умови дотримання всіх передбачених агротехнологічних заходів [116, 117]. М. Iwańska та M. Stepień вважають, що вища роль сорту проявляється при гірших гідротермічних умовах вирощування і пов'язують значну мінливість частки генотипу з ґрунтово-кліматичними та погодними умовами [118].

Досягти поєднання в одному сорті ознак стабільно високої врожайності, пластичності, або стійкості до несприятливих чинників довкілля в поєднанні з

високою якістю продукції надзвичайно проблематично, адже більшість цих ознак від'ємно корелюють між собою. Негативно впливають на кількість і якість вирощеної продукції також наслідки глобальних змін клімату [119].

Одержання високоякісного зерна залежить не лише від сортових особливостей, а й від родючості ґрунту та погодних умов [52, 120, 121]. Мінливість клімату, що супроводжується зміною температурного та водного режимів, а також наявністю екстремальних гідротермічних явищ, суттєво впливає на стабільність врожайності зернових культур, в тому числі пшениці [122], і може призвести до зниження виробництва зерна та його якості [123, 124].

Абіотичні чинники природного навколишнього середовища є домінуючими у вирощуванні пшениці. Однак у сучасному сільському господарстві У країни агрометеорологічні ресурси використовуються лише на 40–60 % [125]. Це залежить від розвитку землеробства: в разі екстенсивного його ведення частка впливу ґрунтових і кліматичних умов зростає до 60 %, а за інтенсивного землеробства – втричі менше [126]. Вплив погодних умов на формування врожайності пшениці озимої в середньому становить 20–40 % [127], а у роки з екстремальними погодними умовами вплив цього чинника зростає до 60–70 % [128, 129].

Одним із основних факторів у формуванні врожайності та показників якості зерна пшениці є погодні умови вегетаційного періоду [130–134]. При виявленні частки впливу температури повітря та кількості опадів на врожайність пшениці M. Trinka et al. [135], P. Peltonen-Sainio et al. [136], D. V. Lobell та M. V. Burke [137] встановили, що саме мінливість температури повітря вегетаційного періоду максимально впливала на потенціал урожайності.

Підвищення температури повітря прискорює розвиток рослин, що спричинює формування коротшого колоса, скорочення фази наливання зерна, передчасне досягання зерна, зменшення накопичення сухої речовини, щуплість, зменшення маси 1000 зерен, що призводить до зниження врожайності

[138–140]. Г. П. Жемела повідомляє, що для росту та розвитку пшениці, особливо для надходження пластичних речовин в зерно, сприятливими умовами є помірна вологість (40–60 мм опадів на місяць) з температурою повітря 16–22 °С [141]. Подібну закономірність виявили J. R. Porter з M. Gawith [142] та М. А. Литвиненко зс співавторами [143], однак між сортами існують певні відмінності. За даними S. Wittwer et al. оптимальний діапазон температури повітря під час весняно-літньої вегетації пшениці озимої повинен становити від 20 до 30 °С [144].

Рослини пшениці озимої також вимогливі й до вологозабезпечення ґрунту. Нерівномірний розподіл опадів упродовж вегетації рослин, високі температури повітря, що супроводжуються зниженням його відносної вологості, призводять до повітряної та ґрунтової посухи [145, 146]. За таких умов у формуванні врожайності та якості зерна пшениці підвищується значення як сорту, так і технологічних прийомів вирощування [147–149].

На різних стадіях розвитку вони по-різному реагують на надмірну або недостатню кількість опадів [150]. Потреба рослин у воді змінюється залежно від періоду вегетації пшениці: сходи – 5–7 % від загального споживання води за весь період, кушіння – 15–20 %, вихід в трубку та колосіння – 50–60 %, молочний стан зерна – 20–30 %, воскова стиглість – 3–5 %. Надмірна кількість опадів збільшує концентрацію CO<sub>2</sub> і знижує вміст кисню в ґрунті, як наслідок – погіршується процес формування коренів під час проростання зерна, також пошкоджується коріння у фазу кушіння, що призводить до зниження засвоювання поживних речовин рослиною [151]. Нестача води в ґрунті в період вихід у трубку – колосіння зменшує кількість зерен в колосі, що призводить до значного зниження врожайності [152].

Агрометеорологічні умови по-різному впливають і на якість зерна [153]. Показники якості зерна та хлібопекарські властивості борошна більшою мірою залежать від погодних умов, що склалися в період формування–наливу–дозрівання зерна [154–157]. До погіршення якості зерна пшениці може призвести негативний вплив умов вирощування, а саме: надмірно висока

температура повітря (понад 30 °С) за низької відносної вологості в період дозрівання зерна [158–161]; подовження періоду дозрівання зерна під впливом надмірної кількості опадів і зниженої температури повітря [162]. За даними L. Cato та D. Mullan, якщо умови періоду початок молочного стану–кінець воскової стиглості супроводжуються підвищенням середньодобової температури повітря (понад 20 °С) і зниженням відносної вологості (менше 55 %), то це призводить до формування зерна з низькою натурою, а також відбувається руйнування структури клейковини, що негативно впливає на її якість, силу борошна і хлібопекарські властивості [163].

Ряд дослідників вказують, що високі температури повітря сприяють поліпшенню якості зерна пшениці, але тільки в разі нетривалої дії. Підвищені температури підсилюють енергію дихання рослин, прискорюють їх розвиток і процеси нітрифікації в ґрунті, що сприяє збільшенню відносного вмісту білка в зерні з одночасним поліпшенням хлібопекарських властивостей борошна [164]. Зв'язок між вмістом білка й клейковини, з одного боку, та сумою температур повітря, з другого, має позитивний характер і високий ступінь кореляційної сполученості ознак ( $r=0,41\dots0,62$ ) [165, 166].

Установлено обернену залежність між якістю зерна та кількістю опадів за період вихід е трубку–воскова стиглість [167]. Надмірна кількість опадів у фазу наливу зерна негативно впливає на його якість, оскільки перезволене зерно підсилює процес дихання, витрачаючи вуглеводи та азотисті речовини [168]. Несприятливий вплив надмірних опадів особливо різко проявляється після дозрівання зерна: погіршуються борошномельні властивості, знижується вміст клейковини та якісні показники хліба [169, 170].

Для отримання високоякісного зерна вегетація пшениці озимої повинна відбуватися за наявності в метровому шарі ґрунту 150–200 мм запасів продуктивної вологи, в період вихід в трубку-колосіння необхідні помірні опади на фоні теплої погоди, а в фазу формування зерна – невисокі температури повітря з незначним дефіцитом вологи [171, 172]. Нестача вологи та посуха в період колосіння-цвітіння може призвести до значних втрат

урожайності, а достатня кількість вологи передусім позитивно впливає на масу 1000 зерен і натуру зерна [173, 174]. Підвищення температури повітря і брак вологи у ґрунті під час наливу зерна гальмує нормальну діяльність асиміляційного апарату рослини та посилює процеси дихання, що зумовлює підвищення вмісту білка в зерні.

Ґрунтово-кліматичні чинники впливу на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої динамічні й знаходяться в складному сполученні, тому їх потрібно розглядати в комплексі, оскільки складно визначити, де починається вплив одного і закінчується дія іншого. Крім погодних умов вирощування, на якість зерна значною мірою впливають сортові особливості. Установлено, що гідротермічні умови в основному впливають на формування білковості зерна та якості клейковинного комплексу, а генотип – на фізичні властивості тіста й хлібопекарські властивості борошна [175]. Отже, врожайність та якість зерна пшениці озимої формується внаслідок реалізації генетичних особливостей сорту у взаємодії з ґрунтово-кліматичними умовами й технологією вирощування [176–179].

#### 1.4 Поліпшення якості зерна селекційними методами

У підвищенні врожайності пшениці озимої та покращенні показників якості зерна сорт виступає як незалежний біологічний чинник [39]. На даний час спостерігається тенденція до зниження якості товарного зерна й резистентності пшениці проти несприятливих чинників навколишнього середовища [180, 181]. Одним із шляхів підвищення показників якості зерна є цілеспрямована селекція на поєднання в одному генотипі високого потенціалу врожайності й стійкості проти комплексу несприятливих абіо- та біотичних чинників доквілля з поліпшеними технологічними властивостями зерна й борошна [182]. Відомо, що у сприятливих умовах потенціал врожайності високопродуктивних сучасних сортів становить понад 10 т/га, що не завжди відповідає покращеним показникам якості зерна та стійкості до несприятливих

чинників довкілля [183–186]. Сучасна селекція пшениці озимої орієнтована на поліпшення якості зерна для розширення спектру напрямів його технологічного використання з урахуванням якості кінцевого продукту [187–191].

Якість зерна – одна з найскладніших селекційних ознак, що детермінується як генотипом, так і умовами вирощування. Для прогнозування успішності селекції важливо знати співвідношення генотипового та фенотипового складників кожної з ознак [192]. При створенні сорту всі господарські ознаки мають велике значення, але ті, які формують якість зерна, – особливе. Як вважають селекціонери, сорт не має права на існування, якщо він не здатний формувати високоякісне зерно [97]. Сучасне поняття «якість зерна» включає комплекс фізичних, хімічних, технологічних, харчових, кормових і технічних показників зерна пшениці. Складна «хімія» зерна контролюється комплексами генів і генетичних систем геному пшениці. Тому, сучасна селекція сортів пшениці на якість зерна є складним високотехнологічним процесом, який потребує, перш за все, сучасної генно-інженерної, лабораторно-аналітичної й технологічної бази як для продукування нового генетичного розмаїття за ознаками якості зерна, так і для ефективної оцінки та добору трансгресивних форм [193].

Значна увага приділяється визначенню параметрів якості зерна із самого початку селекційної роботи з пшеницею. Одними з найдавніших показників якості зерна, які й досі широко використовуються при визначенні класності зерна, є натура та склоподібність [194, 195]. Провідна роль у визначенні хлібопекарської якості борошна належить білкам, вміст яких у зерні пшениці залежить від сорту та умов вирощування культури, і становить у середньому 9,0–15,0 %. Залежно від здатності розчинятись у воді, сольових розчинах, спирті та лугах серед білків пшениці розрізняють: альбуміни, глобуліни, гліадини, глютеніни [196–202].

Сорти пшениці озимої з високими показниками хлібопекарської якості відрізняються від низькоякісних перш за все високим вмістом глютенінів, і відповідно, нижчим співвідношенням гліадини/глютеніни (*Gli/Glu*) [197, 203].

Роль *Gli/Glu* суттєва тому, що функції цих білків за впливом на якість тіста значно різняться. Глютеніни, як високополімерні білки, формують основну молекулярну сітку, яка забезпечує пружність та еластичність тіста. Гліадини ж, як білки головним чином мономерні, виступають у якості «пластифікаторів», забезпечують розтяжність і в'язкість тіста. Відповідно, оптимальні функціональні властивості клейковини потребують балансу між в'язкістю та еластичністю, а отже між гліадинами та глютенінами [81, 196, 203]. Цінність та якість зерна пшениці пов'язані із білковістю та здатністю гліадинів і глютенінів формувати з участю води білковий комплекс – клейковину. Чим більший вміст клейковини в зерні і чим краще збалансовані її фізичні властивості, тим більший вихід борошна, кращі його хлібопекарські властивості та структура [196]. Високомолекулярні глютеніни є продуктами експресії двох зчеплених генів типу «х» та «у» локусів *Glu-A1*, *Glu-B1* і *Glu-D1*, що знаходяться на довгому плечі хромосом 1A, 1B, 1D відповідно. Низькомолекулярні глютеніни кодуються локусами *Glu-A3*, *Glu-B3*, *Glu-D3* на коротких плечах хромосом 1A, 1B, 1D відповідно. Хоча вміст низькомолекулярних глютенінів у зерні пшениці вищий за вміст високомолекулярних глютенінів, основний внесок у прояв ознак хлібопекарської якості роблять високомолекулярні глютеніни, тому їх інтенсивно використовують як маркери в селекційних програмах [204].

Вченими було визначено алельний склад гліадинів і низькомолекулярних глютенінів, а також порівняно отримані результати з даними ПЛР-аналізу та електрофорезу запасних білків у сортів м'якої пшениці. За допомогою ПЛР-аналізу виявлено алельний стан локусів *Glu-A3*, *Glu-B3*, *Glu-D3* у 35 сортів пшениці м'якої озимої, які використовуються в селекційній практиці України. Були ідентифіковані нові алелі в локусах низькомолекулярних глютенінів *Glu-A3* та *Glu-B3*. Ідентифіковано алель *g* в локусі низькомолекулярних глютенінів *Glu-B3* у пшениць, що культивуються в Україні, та досліджено його позитивний вплив на ознаку сила борошна [196].

Вміст білка та клейковини в зерні тісно пов'язаний з харчовою повноцінністю хліба та хлібопекарськими властивостями борошна [205, 206].

Але спостерігається зниження якості клейковини за збільшення її вмісту [207]. Існують дані як про позитивну кореляцію між вмістом білка та клейковини з силою борошна [208], так і про відсутність зв'язку [194]. Вміст білка в зерні характеризується низьким ступенем успадкування порівняно з іншими ознаками якості [195]. Одним з найбільш інформативних серед показників якості є сила борошна [205].

Покращенню якості зерна селекційними методами надається велике значення [209, 210]. Важливу роль в цьому процесі відіграє вихідний матеріал. У селекції на якість зерна значного поширення набула гібридизація з наступним багаторазовим індивідуальним доборою. До теперішнього часу цей метод залишається основним у селекції на якість.

Одним із шляхів збільшення різноманітності генофонду є рекомбінація генотипів методом гібридизації. При цьому найбільш широкую інформацію про комбінаційну мінливість можна отримати використовуючи систему діалельних схрещувань. Так, на основі діалельного аналізу селекційних ліній пшениці озимої встановлено, що вміст білка в зерні контролюється головним чином генами з адитивними ефектами, тому добір генотипів у пізніх поколіннях можна вести на основі як домінантних, так і рецесивних алелів [211]. За даними М. А. Rahman et al. [212], в результаті залучення в діалельну схему схрещувань сортів і форм пшениці, що відрізнялись за вмістом білка, було виявлено складні алельні й неалельні взаємодії генів переважно з адитивними ефектами.

Одним із найпотужніших інструментів розширення генетичної мінливості пшениці, зокрема стосовно вмісту білка, є віддалена гібридизація [213, 214]. Відомо, що дикорослі види при низькому рівні зернової продуктивності спроможні накопичувати гіпертрофовано велику кількість білка в зерні (до 30,0 %) [215]. Шляхом схрещування віддалених видів з високопродуктивними сортами пшениці озимої вдається суттєво підвищити вміст білка в одержаних ліній [216, 217]. Проте похідні міжвидової гібридизації, як правило, поступаються батьківським формам і стандартам, у першу чергу, за продуктивністю та масою 1000 зерен, з якими вміст білка часто пов'язаний

небажаними кореляціями [218]. Це пояснюється багатьма чинниками, зокрема недостатньою ефективністю інтрогресивних процесів, цитологічною або генетичною нестабільністю інтрогресивного матеріалу. У цьому відношенні більш перспективними видаються схрещування з видами, що мають спільні з пшеницею геноми, особливо з донором генома D – *Aegilops tauschii* Coss., оскільки завдяки його участі пшениця м'яка набула хлібопекарських властивостей, адаптивності та інших якостей, що роблять її головною хлібною культурою земної кулі. З іншого боку, з цим геномом пов'язують і низку негативних ознак, що підлягають покращенню, зокрема сприйнятливість до грибних захворювань та знижений вміст білка в зерні. Застосування 42-хромосомних амфіплоїдів тетраплоїдних видів пшениці та *Ae. tauschii* дозволяє перенести в геном пшениці не лише окремі гени якісних ознак егілопса, а й цілі полігенні системи, що контролюють кількісні ознаки, в тому числі крупнозерність і вміст білка, шляхом звичайної гомологічної кон'югації хромосом D-геномів пшениці і дикорослого виду [219].

Схрещування *Triticum aestivum* L. з *Triticum spelta* L. дозволяють отримати нові форми пшениці спельти, в яких можна очікувати поліпшення якісних показників продуктивності за рахунок інтрогресії в їх геном генетичного матеріалу пшениці м'якої. Дослідженнями українських учених показано позитивний ефект від схрещування *Triticum aestivum* L. та *Triticum spelta* L., зокрема істотне розширення наявного генетичного різноманіття пшениці, як м'якої, так і спельти й отримання нових форм, у яких поєднується високий вміст білка та клейковини від спельти й висока продуктивність від пшениці м'якої [219–223]. Проте, на думку Рибалки О. І. [224], проводити такі схрещування небажано, оскільки це призводить до погіршення якості зерна в спельти та успадкування пшеницею м'якою ускладненого обмолоту зерна й ламкого колосу.

У багатьох селекційних програмах при застосуванні методу внутрішньовидової гібридизації для створення нового вихідного матеріалу схрещування ярої пшениці з озимою забезпечило досягнення позитивних

результатів. Використання озимо-ярих гібридів у селекції на численні цінні господарські ознаки та якісні показники значно розширює їх генетичну мінливість у результаті рекомбінаційного процесу в гібридах від схрещування зразків, що відносяться до різних генетичних пулів [225]. Залучення різних генетичних джерел якості дає можливість використовувати різні генетичні системи контролю якості. Відомо, наприклад, що найбільш позитивний за впливом на якість алель *Glu-B1*<sub>77+8</sub>. Сорти, використані у гібридизації під час створення рекомбінантних ліній пшениці м'якої озимої, містять у своїх генотипах низку гліадин- і глютенінкодуєчих локусів, які, за літературними даними, позитивно впливають на хлібопекарські властивості борошна та в цілому на якість зерна. Наприклад, сорт пшениці озимої одеської селекції Куяльник містить в одинарній дозі винятково цінний алель *Glu 1B5* (*Glu-B1*<sub>77+8</sub>), пов'язаний із синтезом високомолекулярних глютенінів, і забезпечує за сприятливого комбінування отримання генотипів екстрасильної пшениці [226].

У результаті схрещування двох контрастних сортів пшениці озимої за показниками якості та елементами продуктивності отримано лінії, у яких встановлено неістотну кореляційну залежність між урожайністю і якістю зерна [227].

При схрещуванні *T. dicoccoides* з *T. aestivum* одержано 128 селекційних ліній, частина з яких мала значно вищу масу 1000 зерен і вміст білка порівняно із пшеницею м'якою [228].

Відомо, що при залученні в схрещування високобілкових форм позитивні трансгресії, хоча й дуже рідко (0–6,5%), все ж трапляються [181]. Отримати високі значення прояву однієї ознаки набагато легше, ніж досягти сприйнятливого поєднання в одному генотипі комплексу цінних господарських ознак. У літературі відомі випадки підвищення білковості до 17,9–19,6% шляхом міжсорткової гібридизації [229] і до 21,8–22,5% – міжвидової [42, 229], однак іншими цінними ознаками виділені форми поступалися районованим сортам.

Якість пшениці належить до найскладніших генетично зумовлених

селекційних ознак, які досліджують учені різних країн світу [230–232]. Вона визначається багатьма генами та їх алелями, які контролюють біосинтез конкретних клейковинних та інших білків зерна. Нині в світовій селекції спостерігається глобальна тенденція до збіднення генетичного різноманіття матеріалу для селекції пшениці, все гостріше постає питання його збагачення. Завдяки сучасним генетичним і генно-інженерним технологіям стало можливим перенесення в геном культурної пшениці генів від її дикорослих родичів, зокрема таких, що кодують білки гліадини та глютеніни, які можуть позитивно впливати на якісні показники зерна, харчову цінність борошна та хлібопекарські властивості тіста. В Україні науково-дослідні роботи з генетичного поліпшення якості зерна злаків проводять у Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннізнавства та сортовивчення НААН України [233, 234] та інших установах. Найважливішим показником якості зерна є хлібопекарські властивості виготовленого з нього борошна. Наявність високобілкових форм у генетичних колекціях і залучення їх у гібридизацію поки-що не вирішило проблеми створення на їх основі сортів інтенсивного типу. Такі сорти повинні володіти складним комплексом цінних господарських ознак і властивостей, головною з яких є висока потенційна врожайність, а також повинні відповідати вимогам щодо якості зерна [235].

Вивчення кореляційних зв'язків між показниками якості зерна є надзвичайно важливим напрямком для селекції зернових культур. При дослідженні 24 селекційних ліній і двох контрольних сортів пшениці озимої виявлено суттєву кореляційну залежність між вмістом білка і такими реологічними властивостями тіста, як час стабільності та розм'якшення ( $r = 0,83$ ,  $r = 0,61$  відповідно) [236]. Можливість одночасного підвищення вмісту білка й урожаю зерна невисока ( $r=0,128$ ) [195].

Дослідженню зв'язків між морфометричними ознаками рослин пшениці та вмістом білка в зерні було присвячено багато робіт, але не завжди авторам вдавалося дійти спільної думки [237]. О. М. Хохлов, М. Г. Парфентьев, Ф. О. Попереля [238] вважають, що тісних зв'язків між даними ознаками немає.

У дослідженнях В. І. Зорунька [239] впливу висоти рослин на вміст білка не виявлено. Головною причиною зниження якості зерна у виробничих умовах може бути недостатнє постачання рослин пшениці елементами живлення, насамперед азотом.

Позитивну кореляцію натури зерна з масою 1000 зерен відмічено в умовах високої вологості та знижених температур повітря. Однак такі технологічні властивості, як натура зерна, склоподібність, здатність поглинати воду та сила борошна не пов'язані з урожайністю. Селекція на покращення вищезгаданих показників якості зерна може бути результативною, оскільки їх рівень залежить насамперед від генетичних особливостей сорту. Водночас треба враховувати, що такі ознаки, як вихід борошна та його якість, значною мірою залежать від агрофону. Під час аналізу зерна 80 зразків пшениці озимої різної якості, які оцінювали за 10 показниками, виявлено позитивний зв'язок між об'ємом седиментації, показами фаринографа та числом падіння. Вміст білка позитивно корелював із твердістю зерна та вмістом сирої й сухої клейковини в борошні – 0,74 і 0,76 відповідно [240]. Отже, добір на збільшення вмісту білка приводить до збільшення вмісту клейковини, але інші показники якості істотно не поліпшує. Враховуючи невисокий і негативний зв'язок між продуктивністю та показниками якості, виникає необхідність постійного контролю за поєднанням даних ознак у генотипів ще на ранніх етапах селекції [241, 242].

Сучасні генетичні та генно-інженерні технології націлені на маніпулювання окремими генами та їх алелями, що контролюють біосинтез індивідуальних клейковинних та інших білків зерна пшениці [199, 203, 205, 243]. Отриманий від схрещування з амфіплоїдами-синтетиками селекційний матеріал мав високу зернову продуктивність і задовільний рівень хлібопекарської якості. Розширене використання генетичної плазми оригінальних амфіплоїдів-синтетиків із залученням молекулярних маркерів для контролю інтрогресій від дикорослих видів у геном культурної пшениці є цілком доцільним і перспективним з точки зору поліпшення культури пшениці

за важливими агрономічними ознаками. Одним з найбільш успішних світових біотехнологічних центрів, що плідно працює у цьому напрямі є Західний регіональний центр Департаменту сільського господарства США (WRRC, USDA-ARS). Одне з досліджень цього центру спрямоване на розробку методів генетичного блокування біосинтезу негативних щодо якості житніх білків секалінів в ендоспермі пшениці під контролем локусу *Sec-1* житньо-пшеничної 1RS.1BL транслокації [244]. Джерелом нових генів, що контролюють якість зерна та його харчову цінність, для пшениці м'якої є споріднені види. Дослідження матеріалу від міжвидової гібридизації пшениці м'якої з тетраплоїдним видом *Aegilops biuncialis* Vis. (UUM<sup>b</sup>M<sup>b</sup>) показало значний потенціал цього виду для перенесення генів для покращення ознак якості зерна [245–250]. Тетраплоїдний вид *Ae. biuncialis* Vis. (UUM<sup>b</sup>M<sup>b</sup>) є одним із найбільш поширених видів роду *Aegilops* L. і характеризується високою екологічною адаптивністю. Він може бути джерелом генів стійкості до абіотичних факторів [251, 252] та генів, що визначають якість зерна для збагачення генофонду *T. aestivum*. Угорські вчені першими створили лінії пшениці з доданими хромосомами *Ae. biuncialis* та лінії з транслокаціями від цього виду через амфіплоїди між пшеницею і *Ae. biuncialis* [253–255].

Таким чином, вихід на нові рубежі сучасної селекції передбачає створення генотипів із новими асоціаціями генів, а також включення в їхній геном окремих цінних конструкцій. Крім надання рослинам окремих важливих ознак, шляхом перенесення генів, вдалося підвищити продуктивність генотипів [97, 125, 256]. Сучасні світові та передові вітчизняні розробки в галузі генетики й селекції, пов'язані зі створенням нових сортів рослин, характеризуються широким застосуванням як класичних методів (гібридизація, експериментальний мутагенез, хромосомна інженерія), так і новітніх молекулярно-генетичних розробок у цій галузі. Саме сполучення різноманітних сучасних генетичних, молекулярних технологій з традиційною селекцією дозволяє одержувати нові високопродуктивні, високотехнологічні, адаптовані до кліматичних викликів сорти сільськогосподарських культур [38].

## Висновки до розділу 1

Основним завданням селекції пшениці м'якої озимої є підвищення рівня урожайності, тому актуальним напрямом досліджень є створення і впровадження в сільськогосподарське виробництво сортів з високим потенціалом продуктивності та якості зерна, які стійкі до дії несприятливих чинників довкілля. Встановлено, що на формування високопродуктивних форм впливають як генетичні особливості сорту, так і їх взаємодія з ґрунтово-кліматичними умовами. Важливу роль у цьому процесі відіграє підбір вихідного матеріалу. До теперішнього часу метод гібридизації залишається одним із основних у селекції при створенні високопродуктивних генотипів з підвищеними якісними показниками. Вивчення характеру мінливості селекційно цінних ознак у системі батьки-нащадки на основі гібридологічного аналізу дає змогу оцінити характер їх успадкування, встановити ефект гетерозису та ступеня домінування досліджуваних ознак у гібридів, що дає можливість ефективніше підбирати вихідні форми для схрещування і проводити добір цінних генотипів.

На основі аналізу літературних джерел виявлено значний обсяг досліджень, у яких показано складність вирішення проблеми підвищення рівня продуктивності та якості зерна пшениці м'якої озимої. Недостатньо вивчено закономірності успадкування основних елементів структури урожайності, якісних показників у гібридному матеріалі і вплив батьківських форм на спадковість цих ознак та комбінаційну здатність схрещуваних сортів.

На сьогодні створення адаптивних сортів пшениці м'якої озимої, які здатні забезпечити високий рівень врожайності і якості зерна у різних умовах довкілля, стійких до екстремальних умов вирощування було і залишається головним завданням сучасної селекції. Виділення високоякісних генотипів зі стабільним потенціалом продуктивності з подальшим використанням їх у практичній селекції є надзвичайно актуальним напрямом досліджень.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Характеристика ґрунтів

У виробництві зерна велике значення мають ґрунтово-кліматичні та погодні умови, від яких залежать урожайність і якість вирощеної продукції. Важливість цього питання підкреслював видатний селекціонер Ремесло В. М., який зазначав, що «високий рівень агротехніки, майстерність хлібороба перш за все полягає в тому, щоб кожен захід по вирощуванню тієї або іншої культури і весь комплекс робіт здійснювати з найуважнішим урахуванням ґрунтових, кліматичних та інших природних умов даної місцевості, погодних умов даного року» [257].

Лісостепова зона за агрокліматичними показниками та особливостями ґрунтового покриву поділяється на три природні сільськогосподарські провінції. Миронівська територіальна громада Обухівського району знаходиться на території Придніпровського округу, який входить до складу Лісостепової Правобережної провінції [258]. В геоструктурному відношенні територія розташована на межі Українського щита та його північно-східного схилу.

Досліди в 2018/19–2021/22 вегетаційних роках проводили на полях селекційної сівозміни Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла Національної академії аграрних наук України (МІП), яка територіально розташована в південно-східній частині Київської області на водорозділі річок Рось і Росава. Рельєф місцевості – широкохвилясте підвищене плато (151 м над рівнем моря) так званого Дніпровсько-Канівського язика, поділене з півдня на північний схід і північний захід глибокими балками, які утворюють низку невеличких приток річки Росава. Мікрорельєф території характеризується неглибокими пониженнями блюдцеподібної або видовженої форми по 0,2-1,0 га

[259]. Нерівності рельєфу є причиною помітного варіювання вмісту гумусу у ґрунті, ступені лужності та ін.

За даними Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» ґрунти району проведення досліджень – це чорноземи типові дуже добре гумусоаккумулятивні [260]. Ґрунтовий покрив полів МПП представлений в основному чорноземами потужними малогумусними крупнопилуватосуглинковими та піщаносуглинковими середньо- та слабковилугуваними. Останні займають основну частку земельного масиву (біля 70 %) [261]. Потужність гумусового горизонту становить 38–42 см. Карбонатний шар залягає на глибині 55–59 см, ґрунтові води – 50–60 м і на ґрунтоутворюючий процес не впливають.

Механічний склад верхнього ярусу лесу легкосуглинковий. Фізичної глини (частки менше 0,01 мм) у верхніх шарах міститься 33–35 %, фракції мулу (частки менше 0,001 мм) – біля 21 %. Значна доля часток мулу коагульована в агрегати. Структура ґрунту визначає умови повітряного, водного і поживного режимів. Чорноземи дослідних полів інституту характеризуються як слабо структуровані. Високі відсотки становлять глиби (фракції більше 7 мм) і пил (менше 0,25 мм). Так, у шарі 0–20 см їх сума складає 49,3–52,5 %. Водостійких агрегатів у цьому ж шарі – 19,0–22,6 %, а у шарі 20–40 см – 41,5–46,2 %, або вдвічі більше [261]. Слабка структурність верхнього шару ґрунту несприятливо позначається на водопроникності (0,3–0,4 мм/хв на оранці і 0,7 мм/хв на стерні), що знижує ефективність опадів, особливо зливого характеру, і призводить до запливання і вимивання мулистій фракції поверхневим стоком води. Питома вага твердої фази ґрунту знаходиться у межах 2,62–2,71 г/см<sup>3</sup>. Об'ємна вага ґрунту за профілем не перевищує 1,29 г/см<sup>3</sup>; майже таку щільність (1,27 г/см<sup>3</sup>) має орний шар ґрунту [89]. Відносно легкий механічний склад ґрунту сприяє доброму його обробітку, водопроникності, хорошему повітряному й тепловому режимам. Однак такі ґрунти здатні запливати, особливо під час сильних опадів, на поверхні утворюється кірка. Вони багаті на

зольні елементи і мають слабокислу, близьку до нейтральної, реакцію ґрунтового розчину, що сприяє вирощуванню пшениці [259].

Установлено [262], що вміст гумусу в орному шарі ґрунту (за Тюрінім) – 3,79–4,19 %, легкогідролізованого азоту – 5,5–6,4 мг, рухомого фосфору (за Труогом) – 19,0–27,1 мг і обмінного калію (за Масловою) – 11,2–18,0 мг / 100 г ґрунту. Гідролітична кислотність – 2,8–3,7 мг-екв. / 100 г ґрунту,  $pH_{(KCL)}$  – 5,3–6,2; максимальна гігроскопічність – 5,8–7,2 %.

За період 1975–2005 рр. агрохімічний стан орного шару ґрунту в селекційних сівозмінах МПП змінився (табл. 2.1) [263].

Таблиця 2.1

Агрохімічна характеристика ґрунту полів селекційної сівозміни МПП, 2005 р.

Місяць Показник	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$pH_{(KCL)}$	5,6	5,4	5,5	5,5	5,4	5,5	6,0	5,4	5,7
N, мг.екв.	1,85	2,31	2,35	2,04	1,94	2,25	2,25	2,14	2,16
S, мг.екв.	30,8	28,0	30,0	29,2	28,0	31,5	26,8	27,2	30,1
Гумус, %	3,7	3,7	3,7	3,8	3,7	4,0	3,7	3,8	3,9
$N_{(гідроліз.)}$	12,2	11,8	12,0	12,0	11,6	13,0	11,9	12,0	11,6
$P_2O_5$ (рух.)	21,0	25,0	22,0	23,0	23,0	21,0	25,0	22,0	22,0
$K_2O$ (обмін.)	11,8	11,0	12,0	10,0	10,0	16,0	10,0	10,0	12,0
Cu, мг/кг	0,14	0,15	0,13	0,25	0,15	0,16	0,20	0,20	0,18
Zn, мг/кг	2,30	1,88	1,81	1,47	1,56	1,52	1,59	1,79	1,39
Pb, мг/кг	9,52	7,28	13,20	6,71	9,58	10,42	6,88	10,50	5,88
Cd, мг/кг	0,44	0,42	0,42	0,54	0,41	0,54	0,50	0,37	0,34

Вміст гумусу низький, забезпеченість гідролізованим азотом – середня, рухомим фосфором – надвисока, обмінним калієм – середня за слабокислої чи наближеної до нейтральної реакції ґрунтового розчину.

У 2021 р. Державною установою «Інститут охорони ґрунтів України» було виконано агрохімічні дослідження зразків ґрунту селекційної сівозміни МП (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Агрохімічна характеристика ґрунту полів селекційної сівозміни МП, 2021 р.

Агрохімічний показник		Одиниця виміру	Абсолютне значення
Кислотність	обмінна	рН	5,44
	гідролітична (за Каппеном)	мг-екв./100 г ґрунту	3,68
Гумус (за Тюрінім)		%	3,75
Азот, що легко гідролізується (за Корнфілдом)			148,85
Рухомі сполуки (за Чириковим)	фосфору		175,17
	калію		89,47
Рухомі форми	бору (у водній витяжці)		1,12
	марганцю (за Пейве-Рінкісом)		28,43
	(у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8)	міді	0,10
		цинку	0,25
		кадмію	0,08000
		свинцю	0,90000
Рівень забруднення цезієм-137		Ки/км <sup>2</sup>	0,10900

За результатами цих досліджень у селекційній сівозміні МП згідно з існуючими ДСТУ та методиками вміст гумусу – підвищений, забезпеченість гідролізованим азотом і міддю – низька, рухомим фосфором – висока, обмінним калієм – підвищена, марганцем – середня, цинком – дуже низька, бором – дуже висока. За рівнем забруднення цезієм-137 поля МП розташовані в чистій зоні.

Таким чином, рівень родючості чорнозему типового малогумусного середньосуглинкового на дослідних полях МП достатній для одержання високої врожайності зерна пшениці м'якої озимої, що сприяло проведенню наукових досліджень і одержанню об'єктивних даних.

## 2.2 Агрометеорологічні умови періодів вегетації пшениці м'якої озимої

Упродовж останніх двох десятиліть спостерігається підвищення температурного режиму, що зумовлює кліматичні катаклізми у світі загалом і в Україні зокрема. Аналіз кліматичних умов регіону дає можливість оптимізувати і диверсифікувати посівні площі, зокрема пшениці м'якої озимої, сприяти реалізації закладеного біологічного потенціалу культури і застосовувати селекційні заходи для підвищення продуктивності [264–270].

Характерною рисою клімату Київської області є помірна континентальність. У період проведення досліджень (2018/19–2021/22 рр.) контрастні погодні умови відображали нестабільність кліматичних умов у зоні центрального Лісостепу України, що дало змогу одержати об'єктивні результати. Усі чотири вегетаційні періоди об'єднувало зафіксоване відхилення від середньої багаторічної температури в бік потепління (+0,5–2,4 °C), зокрема максимальне – в 2019/20 р. Найвища середня денна температура повітря була в липні 2020/21 р. і червні 2018/19 р. – +23,3 °C і +22,6 °C відповідно.

У 2018/19 р. відмічали нерівномірний тепловий режим і рівень зволоження (рис. 2.1, табл. 2.3).

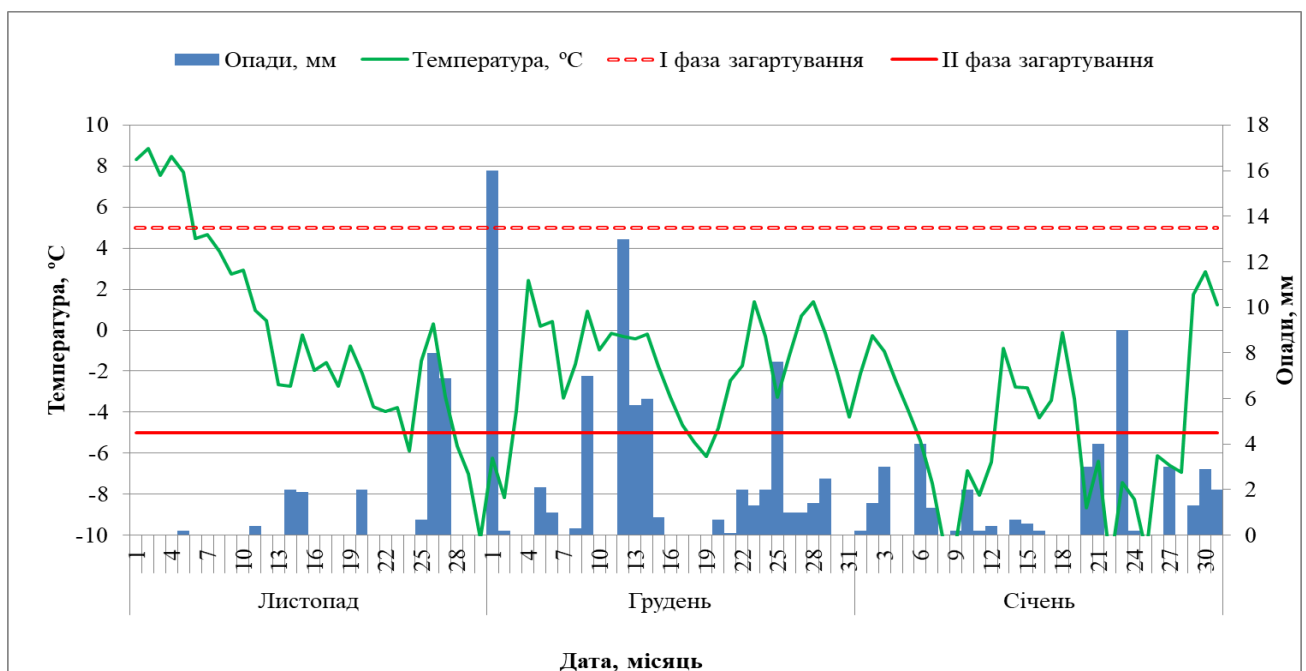


Рисунок 2.1 – Гідротермічні умови осінньо-зимового періоду 2018/19 р. (тут і далі – дані агрометеорологічної станції Миронівка)

Таблиця 2.3

Середньомісячні показники температури та суми опадів, 2018/19 р.

Місяць	Температура повітря, °С			Сума опадів, мм			ГТК
	фактична	середня багаторічна	± до багаторічної	фактична	середня багаторічна	± до багаторічної	
Серпень	22,0	20,0	2,0	14,9	61,0	-46,1	0,22
Вересень	16,6	14,2	2,4	85,0	56,6	28,4	1,76
Жовтень	10,6	8,3	2,3	28,3	45,6	-17,3	0,73
Листопад	0,1	1,2	-1,1	22,1	38,1	-16,0	-
Грудень	-1,9	-2,3	0,4	71,7	39,2	32,5	
Січень	-4,8	-3,7	-1,1	39,4	33,1	6,3	
Лютий	0,4	-2,6	3,0	25,2	31,3	-6,1	
Березень	4,8	1,9	2,9	27,2	30,7	-3,5	
Квітень	10,4	9,5	0,9	23,4	42,1	-18,7	0,13
Травень	17,3	15,4	1,9	50,9	48,4	2,5	0,62
Червень	22,6	18,8	3,8	86,8	100,8	-14,0	1,28
Липень	19,7	20,9	-1,2	50,0	68,4	-18,4	0,82
Середнє	9,8	8,5	1,3	43,7	49,6	-5,9	-
Сума за ВП				524,9	595,3	-70,4	
max	22,6	20,9	3,8	86,8	100,8	-14,0	
min	-4,8	-3,7	-1,2	14,9	30,7	-15,8	
ГТК за ВП	0,85						

Примітка: ВП – вегетаційний період; max, min – максимальне та мінімальне значення показника; ГТК – гідротермічний коефіцієнт.

Умови для сівби пшениці м'якої озимої у вересні – першій половині жовтня були сприятливими, середньомісячні температури повітря перевищували середні багаторічні на 2,3–2,4 °С [271]. Кількість опадів становила 113,3 мм (середнє багаторічне значення – 102,2 мм), сівбу проводили у добре зволожений і прогрітий ґрунт, що сприяло отриманню рівномірних сходів. Дефіцит вологи в жовтні становив 17,3 мм, а в листопаді – 16,0 мм.

Протягом листопада 2018 р. і січня 2019 р. середня температура повітря була нижчою за норму на 1,1 °С, а в грудні – вищою на 0,4 °С. У зимовий період не було тривалих відлиг, які б за рівнем температури повітря обумовили

відновлення ростових процесів на посівах пшениці м'якої озимої та знизили морозостійкість рослин. Стан посівів оцінювався як добрий, що стало перспективою успішної перезимівлі. Припинення осінньої вегетації відмічено 6 листопада. Морози були нетривалими й несильними, на полях був сніговий покрив, тому ризиків вимерзання не виникало. Наприкінці січня під впливом південного перенесення повітряних мас розпочалася інтенсивна відлига, середні добові температури дещо перевищували норму. Спостерігали тумани, мряку, дощі, які швидко зменшували та руйнували сніговий покрив. За такої погоди не відмічали утворення та утримання притертої до ґрунту льодяної кірки. Рівень охолодження ґрунту не становив загрози не тільки для добре розвинених рослин пшениці м'якої озимої, а й для слабких [272]. Завдяки короткій зимі та відсутності несприятливих явищ зимового характеру перезимівля пройшла без втрат, а потенціал урожайності озимини залишався ще з осені високим.

У весняно - літній період відмічали дефіцит вологи, тому дуже важливими були квітневі опади на фоні температури повітря, близької до середньої багаторічної: в другій декаді їх кількість досягла півмісячної норми, зупинився розвиток посушливих явищ, відбулося поповнення запасів продуктивної вологи ґрунту. За багаторічними спостереженнями на початку травня настає критичний період формування репродуктивних органів пшениці м'якої озимої. У травні кількість продуктивних опадів (50,9 мм), з яких 56 % випало в першу декаду місяця, перевищувала норму (48,4 мм), що мало позитивний вплив на рівень урожайності зерна.

Максимальний (86,8 мм) за весь вегетаційний період рівень опадів був у червні, коли інтенсивність ростових процесів має високу залежність від забезпеченості вологою та елементами живлення, що позитивно вплинуло на врожайність зерна.

Внаслідок особливостей температурного режиму зими - весни 2018/19 р. перехід середньодобових температур повітря через 5 °С (4 березня) відбувся на чотири тижні раніше середніх багаторічних строків (29 березня). Березень був

найтеплішим (на  $+2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  переважав кліматичну норму). У перших декадах березня - квітня відмічали заморозки інтенсивністю  $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}\div-3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  і  $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}\div-5,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  відповідно. Середня температура повітря в травні становила  $10,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що близько до норми, в червні –  $22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (на  $3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  вище за норму), в липні –  $19,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (на  $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  менше середньої багаторічної). За весь вегетаційний рік аномально теплими були лютий, березень і червень.

Для комплексної характеристики зволоження території та її температурного режиму використовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Порівняння за рівнем показника проводили відповідно до шкали:  $\text{ГТК} < 0,4$  – дуже сильна посуха,  $0,4 < \text{ГТК} < 0,5$  – сильна посуха,  $0,6 < \text{ГТК} < 0,7$  – середня посуха,  $0,8 < \text{ГТК} < 0,9$  – слабка посуха,  $1,0 < \text{ГТК} < 1,3$  – достатнє зволоження,  $1,4 < \text{ГТК} < 1,6$  – волого,  $\text{ГТК} > 1,6$  – надмірне зволоження [273]. Зволоженість території проведення досліджень відрізнялась нерівномірністю випадання та розподілом опадів за місяцями. У жовтні 2018 р. перед припиненням осінньої вегетації та у березні 2019 р. в період відновлення весняної вегетації відзначено недостатню кількість опадів ( $\text{ГТК} = 0,73$  і  $0,45$  відповідно). Більшість місяців за вологозабезпеченістю також виявились посушливими ( $\text{ГТК} = 0,13\text{--}0,82$ ). Вересень і червень були найбільш вологими – ГТК становив  $1,76$  і  $1,28$  відповідно, що позитивно вплинуло на ріст і розвиток рослин у період сходів - кушіння та формування рівня врожайності під час дозрівання. У цілому за період вегетації пшениці м'якої озимої в 2018/19 р. гідротермічний коефіцієнт становив  $0,85$ , що відповідає недостатньому рівню зволоження. Але посушливі явища спостерігали не в критичні фази розвитку рослин, що не мало суттєвого впливу на формування високого потенціалу продуктивності.

У 2019/20 р. (рис. 2.2, табл. 2.4) у передпосівний і посівний період спостерігали дефіцит вологи в ґрунті. Це ускладнювало його підготовку під посів озимини та зміщувало строки сівби на пізніше. Сума опадів у серпні - жовтні становила лише  $28,7\text{ мм}$  (середнє багаторічне значення –  $163,2\text{ мм}$ ). Нестача опадів у жовтні та листопаді дорівнювала  $38,6\text{ мм}$  і  $20,8\text{ мм}$  відповідно.

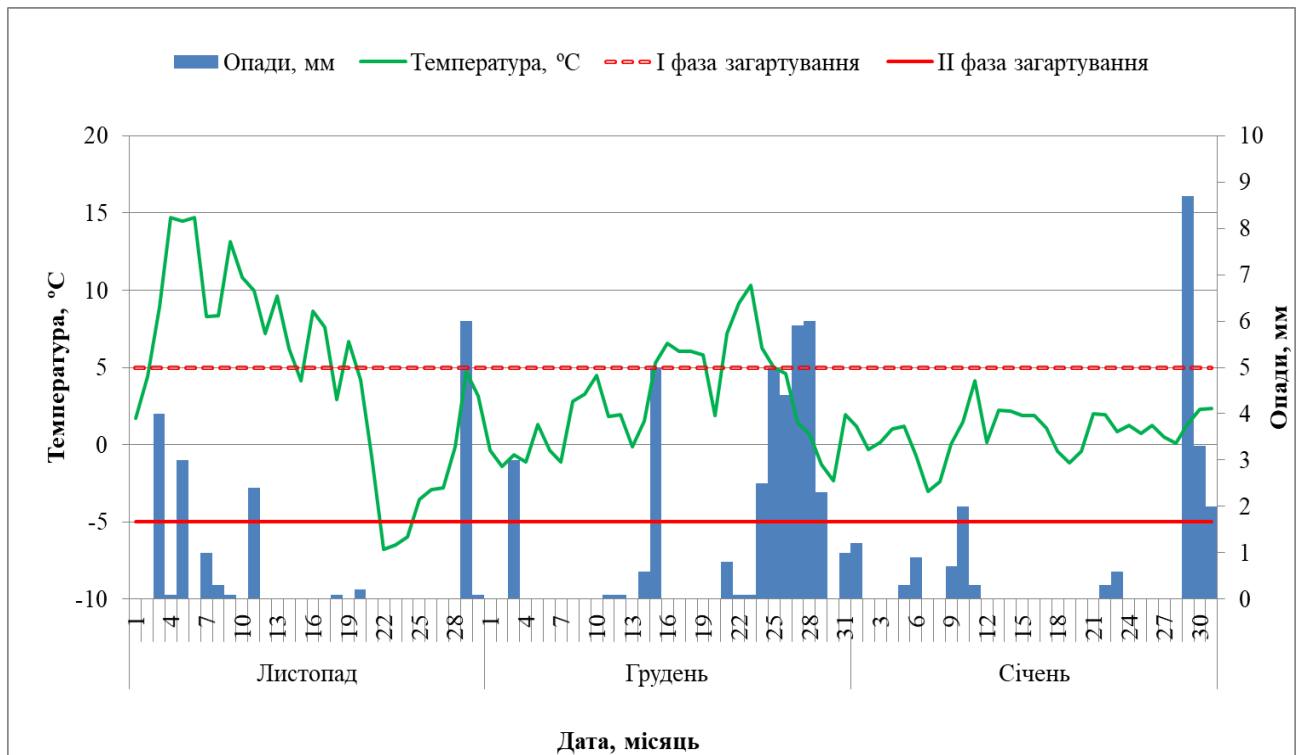


Рисунок 2.2 – Гідротермічні умови осінньо - зимового періоду 2019/20 р.

Рослини не отримували достатньо вологи для нормального вкорінення й формування повноцінної надземної маси: всі досліджувані зразки за даними біометричного аналізу мали одне стебло, процес кущіння був відсутній, що істотно негативно вплинуло як на перезимівлю, так і на подальший ріст і розвиток пшениці м'якої озимої. Середня температура повітря за період серпень - жовтень перевищувала середні багаторічні значення на 0,4–2,7 °C. Підвищений температурний режим спостерігали також взимку з максимальним переважанням середнього багаторічного показника.

Важливим для пшениці м'якої озимої є осінній період, коли за сприятливих погодних умов (поступове зниження температури) відбувається уповільнення інтенсивності росту рослин, змінюються фізіологічні й біохімічні процеси в організмі, які сприяють переходу до стану зимового спокою. Припинення вегетації рослин озимини в 2019 р. було 21 листопада за середньодобової температури повітря  $-0,8$  C з наступним різким похолоданням до  $-6,8$  C на початку третьої декади грудня.

Таблиця 2.4

Середньомісячні показники температури та сума опадів, 2019/20 р.

Місяць	Температура, °С			Сума опадів, мм			ГТК
	фактична	середня багаторічна	± до багаторічної	фактична	середня багаторічна	± до багаторічної	
Серпень	20,4	20,0	0,4	9,7	61,0	-51,3	0,15
Вересень	15,8	14,2	1,6	12,0	56,6	-44,6	0,27
Жовтень	11,0	8,3	2,7	7,0	45,6	-38,6	0,26
Листопад	4,8	1,2	3,6	17,3	38,1	-20,8	0,47
Грудень	2,8	-2,3	5,1	35,9	39,2	-3,3	0,10
Січень	0,8	-3,7	4,5	20,3	33,1	-12,8	-
Лютий	2,4	-2,6	5,0	39,7	31,3	8,4	
Березень	6,6	1,9	4,7	14,9	30,7	-15,8	0,06
Квітень	9,5	9,5	0	47,5	42,1	5,4	0,35
Травень	12,8	15,4	-2,6	91,6	48,4	43,2	2,37
Червень	21,7	18,8	2,9	57,1	100,8	-43,7	0,88
Липень	21,7	20,9	0,8	21,4	68,4	-47,0	0,32
Середнє	10,9	8,5	2,4	31,2	49,6	-18,4	-
Сума за ВП				374,4	595,3	-220,9	
max	21,7	20,9	5,1	91,6	100,8	43,2	
min	0,8	-3,7	-2,6	7	30,7	-51,3	
ГТК за ВП	0,60						

Примітка: ВП – вегетаційний період; max, min – максимальне та мінімальне значення показника; ГТК – гідротермічний коефіцієнт.

Тимчасове відновлення вегетації пшениці м'якої озимої відбулось 15 грудня, а 26 грудня – остаточне припинення, що на 50 діб пізніше, ніж у 2018 р. У деякі найтепліші дні ростові процеси поновлювалися, однак для розвитку рослин не вистачало ефективного тепла, продовжувався лише їх лінійний приріст.

Середньодобовий перехід через 0 °С у бік зниження відбувся 21 листопада і 26 грудня. Абсолютний мінімум температури повітря було відмічено 23 грудня 2019 р. і 8 лютого 2020 р. – -9,8 °С і -9,6 °С відповідно. Мінімальна температура ґрунту на глибині залягання вузла куціння пшениці

м'якої озимої становила  $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Зимовий період 2019/20 р. за температурним режимом був досить м'яким. Але через різкі перепади температури повітря рослини озимини не змогли пройти необхідні для перезимівлі фази загартування та накопичити у вузлах кущіння достатню кількість цукрів (на рівні 20 % і нижче, що недостатньо для успішної зимівлі). Це та відсутність снігового покриву впродовж зимового періоду призвели до часткової загибелі рослин. Такі умови стали природним фоном для добору форм з високою адаптивною здатністю.

Завдяки багатосніжній стабільній зимі, дружному сходженню снігового покриву та ранньому відновленню вегетації (2 березня) рослини пшениці м'якої озимої продовжили кущіння, розвинули кореневу систему й сформували фотосинтетичну поверхню. У травні середня температура повітря була на  $2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  нижче за середній багаторічний показник, а в червні перевищувала його на  $2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . За період від часу відновлення весняної вегетації до кінця липня сума опадів становила 232,5 мм, або 80,1 % від середнього багаторічного показника (290,4 мм). Весняна вегетація рослин у березні - квітні проходила за дуже посушливих (ГТК = 0,21) умов, але за надмірного зволоження в травні (ГТК = 2,37). У червні випало 57,1 мм опадів, дефіцит вологи склав 43,7 мм. Середньомісячна температура повітря становила  $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  у квітні,  $12,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  – у травні,  $21,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  – у червні. Максимальні показники температури повітря за весняно - літній період відмічено в червні ( $33,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) і липні ( $33,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), при цьому дефіцит вологи становив 43,7 і 47,0 мм відповідно. Сума опадів за вегетаційний рік склала 374,4 мм, що значно менше середнього багаторічного показника (595,3 мм). Найвищу (91,6 мм) кількість опадів відмічено в травні 2020 р., мінімальну (7,0 мм) – у жовтні 2019 р. (див. табл. 2.4).

За гідротермічним коефіцієнтом (ГТК = 0,60) погодні умови 2019/20 вегетаційного року були значно посушливішими, що мало значний негативний вплив на формування врожайності пшениці м'якої озимої.

У 2020/21 р. (рис. 2.3, табл. 2.5) особливістю осіннього періоду 2020 р. була надмірна кількість тепла – вересень і жовтень були найтеплішими за період досліджень.

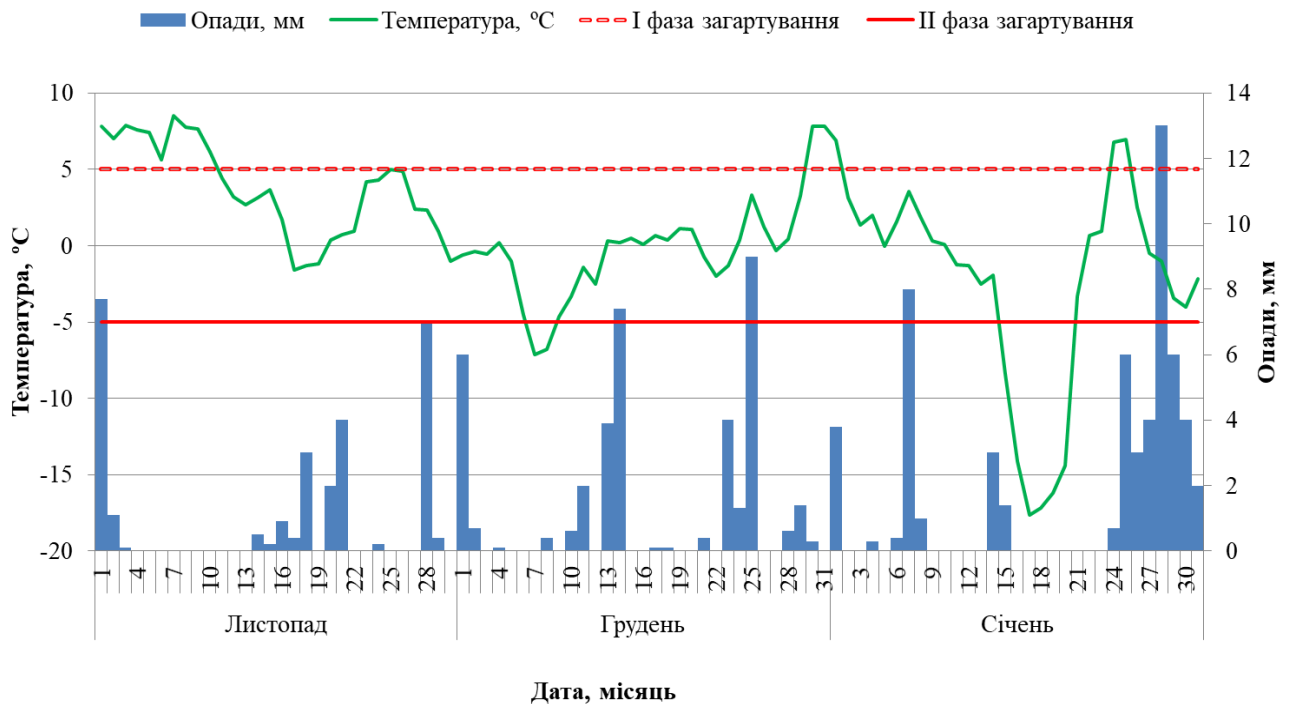


Рисунок 2.3 – Гідротермічні умови осінньо - зимового періоду 2020/21 р.

Середньомісячна кількість опадів у серпні та вересні, коли відбувається накопичення ґрунтової вологи під урожай наступного року, виявилась найменшою й досягла лише 13 % і 38 % від норми відповідно. У вересні - жовтні 2020 р. середньомісячні температури повітря перевищували середні багаторічні на 4,4–5,0 °C. Повітряно - ґрунтова посуха припинилася лише наприкінці вересня внаслідок дощів. Погодні умови в жовтні були сприятливими для осіннього розвитку пшениці м'якої озимої. Високий температурний режим жовтня в поєднанні з помірною кількістю вологи сприяли швидкому росту та розвитку рослин пшениці м'якої озимої. Наприкінці місяця фазовий розвиток наблизився до середніх багаторічних значень [274]. Дефіцит вологи в жовтні становив 23,7 мм, а в листопаді – 10,6 мм до середніх багаторічних показників.

Зимовий період характеризувався перепадами погодних умов. Спостерігали кілька періодів дуже холодної погоди. Січень вирізнявся значним варіюванням середніх добових температур повітря – від +7,0 °С до -17,6 °С, його, як і січень 2020 р., віднесли до найтеплішого за всю історію метеоспостережень в Україні [274].

Таблиця 2.5

Середньомісячні показники температури та сума опадів, 2020/21 р.

Місяць	Температура повітря, °С			Сума опадів, мм			ГТК
	фактична	середня багаторічна	± до багаторічної	фактична	середня багаторічна	± до багаторічної	
Серпень	21,1	20,0	1,1	7,8	61,0	-53,2	0,12
Вересень	18,6	14,2	4,4	21,3	56,6	-35,3	0,38
Жовтень	13,3	8,3	5,0	21,9	45,6	-23,7	0,80
Листопад	3,8	1,2	2,6	27,5	38,1	-10,6	-
Грудень	-0,3	-2,3	2,0	38,3	39,2	-0,9	
Січень	-2,3	-3,7	1,4	56,6	33,1	23,5	
Лютий	-4,7	-2,6	-2,1	49,3	31,3	18,0	
Березень	2,3	1,9	0,4	28,3	30,7	-2,4	
Квітень	7,7	9,5	-1,8	47,2	42,1	5,1	0,16
Травень	14,5	15,4	-0,9	87,0	48,4	38,6	1,82
Червень	20,2	18,8	1,4	100,4	100,8	-0,4	1,66
Липень	23,3	20,9	2,4	111,2	68,4	42,8	1,54
Середнє	9,8	8,5	1,3	49,7	49,6	0,1	-
Сума за ВП				596,8	595,3	1,5	
max	23,3	20,9	2,4	111,2	100,8	10,4	
min	-4,7	-3,7	-1,0	7,8	30,7	-22,9	
ГТК за ВП	1,03						

Примітка: ВП – вегетаційний період; max, min – максимальне та мінімальне значення показника; ГТК – гідротермічний коефіцієнт.

Найхолодніше було в середині січня, коли середні добові температури повітря знизилися до показників -14,4÷-17,6 °С. Морозам передувало утворення снігового покриву, що надійно захистив посіви, тому вимерзання озимини не

спостерігали [275]. За період листопад - січень температура повітря була вищою за норму на 1,4–2,6 °С.

Відновлення вегетації пшениці м'якої озимої відмічено 26 березня. Позитивним чинником для формування майбутнього врожаю пшениці м'якої озимої стала достатня кількість опадів, які спостерігали впродовж холодного періоду в вигляді дощу й снігу, та незначне промерзання ґрунту взимку. Погодні умови сприяли засвоєнню опадів ґрунтом, що дозволило сформувати ресурс вологи на весну, яка була прохолодною, що, в свою чергу, призвело до затримки розвитку рослин пшениці м'якої озимої. У березні не спостерігали стрімкого накопичення тепла, він був холодним з частими (15 діб) заморозками інтенсивністю  $-2,2\text{ °С} \div -7,8\text{ °С}$ . У першій декаді квітня також відмічали зниження температури повітря вночі до  $-0,2\text{ °С} \div -2,1\text{ °С}$ . Травень відрізнявся значним коливанням термічного режиму впродовж доби, особливо перша декада: різниця між максимальною температурою повітря (денний час) і мінімальною (нічний час) досягала  $18,5\text{ °С}$ , що призвело до затримки початку колосіння та нерівномірного цвітіння.

У червні - липні відмічали складні погодні умови в вигляді сильних дощів і шквалів, які призвели до часткового вилягання рослин пшениці м'якої озимої. Середня температура повітря за вегетаційний період 2020/21 р. була  $9,8\text{ °С}$ , що на  $1,3\text{ °С}$  вище середньої багаторічної. Сума опадів становила  $596,8\text{ мм}$  (кліматична норма –  $595,3\text{ мм}$ ), що покращило вологозабезпеченість і сприяло формуванню достатнього рівня продуктивності рослин.

У жовтні 2020 р. перед припиненням осінньої вегетації відмічено недостатню кількість опадів (ГТК = 0,80). У травні, червні 2021 р. випало  $87,0\text{ мм}$  і  $100,4\text{ мм}$  опадів, що відповідає умовам з надмірним зволоженням (ГТК = 1,82 і 1,66 відповідно) та мало позитивний вплив на формування рівня врожайності. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК = 1,03) за період вегетації пшениці м'якої озимої в 2020/21 р. свідчить про достатній рівень зволоження.

**У 2021/22 р.** (рис. 2.4, табл. 2.6) умови для сівби пшениці м'якої озимої під урожай 2022 р. були несприятливими. Вересень і жовтень відзначились

сильним дефіцитом опадів до середньої багаторічної норми – 35,0 мм і 23,5 мм відповідно, що обумовило поступове зменшення запасів вологи в ґрунті, уповільнення росту та розвитку рослин. У передпосівний і посівний період (вересень - жовтень) середня температура повітря була близькою до середнього багаторічного показника, але відмічали нетиповий дефіцит ефективного тепла. Проте погодні умови (невисокий рівень температури повітря, багато прохолодних, часом холодних днів, рясні роси та тумани) не спричинили виникнення посухи [276].

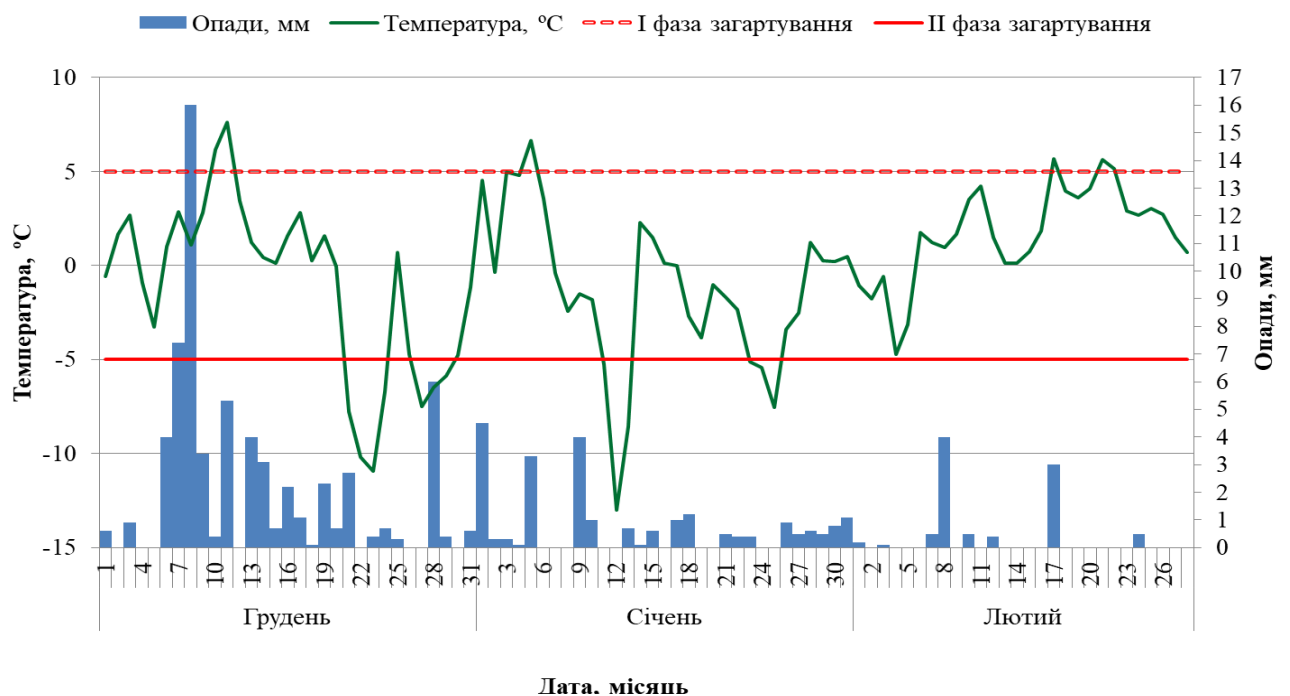


Рисунок 2.4 – Гідротермічний режим зимового періоду 2021/22 р.

Припинення вегетації пшениці м'якої озимої відмітили в середині листопада. Перезимівля, як у більшості останніх років, відбувалась за умов нестійкого снігового покриву або його відсутності, короточасних різких похолодань і відлиг. У листопаді й грудні температура повітря була вищою за норму на 2,9 °C і 0,6 °C відповідно, що покращило фазовий стан посівів озимини. Зима була досить сприятливою, критичних стрибків температури повітря не спостерігали, тому розвиток рослин відбувався в нормальному режимі.

Пізня затяжна прохолодна весна з дефіцитом опадів затримала ріст і перехід з фази в фазу. Весняна вегетація пшениці м'якої озимої проходила за посушливих умов (ГТК = 0,28; 0,65). Опади в першій і другій декадах квітня й травня сприяли поповненню запасів вологи в ґрунті. Переважала прохолодна погода з показниками середніх добових температур повітря на 2–5 °С нижчими від норми, з коливаннями впродовж доби від 1 °С до 28,3 °С.

Таблиця 2.6

Середньомісячні показники температури та сума опадів, 2021/22 р.

Місяць	Температура повітря, °С			Сума опадів, мм			ГТК
	фактична	середня багаторічна	± до багаторічної	фактична	середня багаторічна	± до багаторічної	
Серпень	20,5	20,5	0,0	88,1	52,1	36,0	1,39
Вересень	13,2	14,6	-1,4	18,7	53,7	-35,0	0,16
Жовтень	7,6	8,7	-1,1	17,8	41,3	-23,5	-
Листопад	4,8	1,9	2,9	25,5	39,7	-14,2	
Грудень	-1,1	-1,7	0,6	63,3	41,2	22,1	
Січень	-1,2	-3,5	2,3	22,8	36,7	-13,9	
Лютий	1,7	-2,4	4,1	9,2	31,9	-22,7	
Березень	2,3	2,3	0,0	10,1	34,6	-24,5	
Квітень	8,4	9,8	-1,4	86,0	42,9	43,1	
Травень	14,6	15,7	-1,1	29,3	51,8	-22,5	0,65
Червень	20,7	19,2	1,5	41,7	85,3	-43,6	0,67
Липень	20,4	21,1	-0,7	55,1	70,6	-15,5	0,87
Середнє	9,3	8,9	0,5	39,0	48,5	-9,5	-
Сума за ВП				467,6	581,8	-114,2	
max	20,7	21,1	4,1	88,1	85,3	43,1	
min	-1,2	-3,5	-1,4	9,2	31,9	-43,6	
ГТК за ВП	0,80						

Примітка: ВП – вегетаційний період; max, min – максимальне та мінімальне значення показника; ГТК – гідротермічний коефіцієнт.

Максимальні (20,7 °С) показники середньомісячної температури повітря за весняно - літній період відмічено в червні за дефіциту вологи 43,6 мм. Сума опадів за рік становила 467,6 мм, що на 114,2 мм менше середнього

багаторічного показника. Гідротермічний коефіцієнт за період вегетації 2021/22 р. становив 0,80, що відповідає посушливим умовам.

Отже, за період проведення досліджень агрометеорологічні умови відрізнялися від багаторічних показників за температурним режимом, кількістю атмосферних опадів та розподілом їх за місяцями, що є особливістю умов зони центральної частини Лісостепу України та значною мірою зумовлює зниження врожайності зерна в посушливі роки. У 2018/19–2021/22 рр. середньомісячна температура повітря за вегетаційний період пшениці м'якої озимої перевищувала середній багаторічний показник на 0,4–5,1 °С. Підвищення температури повітря призводить до зменшення кількості опадів і посилення ризику тривалих посух, що є негативним трендом для виробництва зерна пшениці. Але більшою кліматичною проблемою в Україні є вологозабезпечення. За кількістю опадів значно посушливішим був вегетаційний період пшениці м'якої озимої в 2019/20 р. (ГТК = 0,60), що мало суттєвий негативний вплив на рівень урожайності зерна. Схожими були погодні умови в 2018/19 (ГТК = 0,85), 2021/2022 рр. (ГТК = 0,80) : повітряно - ґрунтова посуха під час сівби, прохолодна весна та значні коливання добової температури повітря. У 2020/21 р. спостерігали достатній (ГТК = 1,03) рівень зволоження, але з повітряно - ґрунтовою посухою під час сівби, коливанням термічного режиму впродовж доби навесні, перезволоженням і виляганням посівів під час дозрівання зерна, що також призвело до зниження продуктивності пшениці м'якої озимої. Крім того, спрацював екологічний ефект раннього відновлення вегетації – коротка зима та тривала весна, коли температури повітря є винятково сприятливими для нарощування біомаси рослинами пшениці м'якої озимої. Відмінності за погодними умовами дозволили отримати достовірні дані щодо відповідності рівня їх комфортності для реалізації потенціалу продуктивності пшениці м'якої озимої та об'єктивно оцінити вплив кліматичного фактору зони на мінливість і характер прояву рівня кількісних ознак культури.

### 2.3 Матеріал і методика проведення досліджень

Матеріалом для досліджень були батьківські форми – шість сортів і три перспективні селекційні лінії пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.), створені в лабораторії селекції озимої пшениці, та гібридні популяції F<sub>1</sub>–F<sub>3</sub>. Три сорти та всі три селекційні лінії були створені шляхом парних міжлінійних і міжсортних схрещувань. У 2/3 випадків за материнську форму було використано сорти/лінії селекції МІП, добре пристосовані до місцевих ґрунтово - кліматичних умов (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

#### Походження сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої

Сорт, селекційна лінія	Родовід	Рік
Подольнка	Донецька 48 НДМС-0,001 %	2003*
МІП <sup>1</sup> Ассоль	Sakwa, Hungary / МИР <sup>1</sup> 65 // ЛЮТ 52948	2018*
МІП Дніпрянка	Берегиня / E. g. 134/2000 // ЛЮТ 30125	2018*
МІП Лада	ЛЮТ 52497 / EP 53252	2018*
Грація МИР <sup>1</sup>	EP 52422 / EP 52687	2018*
МІП Ювілейна	Володарка / Дальницька	2019*
EP <sup>2</sup> 55023	МИР 29 / Mv Palotás, Hungary	2023**
ЛЮТ <sup>2</sup> 55198	Перлина Лісостепу / ЛЮТ 53637	2021**
ЛЮТ 37519	МИР 64 / МИР 27	2021**

Примітка: 1. МІП – Миронівський інститут пшениці; МИР – миронівська

2. EP – еритроспермум; ЛЮТ – лютеценс.

\* – рік занесення до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

\*\* – рік передачі лінії на кваліфікаційну експертизу в Український інститут експертизи сортів рослин (УІЕСР) як нові сорти.

За даними таблиці можна стверджувати, що для розширення генетичної бази сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої було залучено схему складних (потрійних) схрещувань (МІП Ассоль, МІП Дніпрянка), включено зразки угорської селекції та наукових дослідних установ України, а також застосовано хімічний мутагенез. Так, сорт Подольнка створено методом

індивідуального добору мутантних рослин, одержаних в результаті обробки насіння сорту Донецька 48 водним розчином мутагену НДМС-0,001 % [89].

Інформацію про господарські та біологічні характеристики сортів пшениці м'якої озимої було отримано з каталогів [277, 278] та безпосередньо від авторів зразків.

**Сорт Подолянка.** Рекомендований для вирощування в Степу, Лісостепу та на Поліссі. Різновидність лютесценс. Створений завдяки співпраці двох установ: МПП ім. В. М. Ремесла НААН та Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, є мутантною формою сорту Донецька 48 від дії N-нітрозодиметилсечовини 0,001 % концентрації. Середньоранній. Має високу зимостійкість, посухостійкість, стійкість проти обсіпання зерна, середньостійкий проти вилягання та ураження борошнистою россою, бурою листовою іржею, корневими гнилями. Якість зерна: вміст білка 13,5–14,7 %, сирі клейковини – 28,7–31,5 %, сила борошна 320–410 о. а., об'єм хліба 1100–1210 см<sup>3</sup>. Борошномельні та хлібопекарські властивості відмінні. Загальна оцінка хлібопекарських властивостей 4,0–4,2 бали. Сильна пшениця. Сорт універсального типу. Невибагливий до умов вирощування, має високу екологічну пластичність. Придатний для вирощування за інтенсивною технологією з внесенням оптимальних доз мінеральних добрив та своєчасним захистом від бур'янів, хвороб і шкідників. Норма висіву 4,5–5,5 млн схожих насінин на 1 га. На високих фонах мінерального живлення для запобігання виляганням необхідно вносити ретарданти.

**Сорт МПП Ассоль.** Різновидність лютесценс. Створений методом індивідуального добору з гібридної популяції за участю угорського сорту Sakwa, сорту МИР 65 і селекційної лінії ЛЮТ 52948 [ЛЮТ 20060 (і. д. МИР 67 – МИР 27 / МИР 61) / ЛЮТ 20051 (МИР 61, Кавказ, NS 954, Roazon)]. Рекомендований для вирощування в Лісостепу України. Високопродуктивний універсального типу, характеризується високою зимо-морозостійкістю, посухостійкістю, груповою стійкістю проти хвороб, відмінними хлібопекарськими якостями зерна (додаток Б.1). Має підвищену компенсаторну

здатність (високий коефіцієнт кушіння, стабільно формує натуру зерна понад 800 г/л). Період яровизаційної потреби 40–50 діб, фотоперіодична чутливість середня. Період післязбирального досягання довгий. Стійкий проти вилягання, обсіпання та проростання зерна в колосі, проти групи хвороб. Якість зерна: натура зерна 816 г/л, вміст сирого протеїну 13,8–14,7 %, сирі клейковини – 27,5–28,4 %, сила борошна 270–320 о. а., об'єм хліба до 680 см<sup>3</sup>. Сорт добре реагує на внесення по колосу мікроелементів, формуючи при цьому високі показники вмісту білка та клейковини. Міцність на злам соломини забезпечує високу стійкість проти прикореневого та стеблового вилягання, завдяки чому сорт не потребує внесення регуляторів росту.

**Сорт МП Дніпрянка.** Різновидність лютесценс. Високопродуктивний, середньостиглий (додаток Б.2). Рекомендований для вирощування в Лісостепу та на Поліссі. Зимостійкість і посухостійкість високі. Період яровизаційної потреби 40–50 діб, фотоперіодична чутливість слабка. Період післязбирального дозрівання довгий. Стійкий проти вилягання, обсіпання та проростання зерна в колосі, проти борошнистої роси, бурі іржі, септоріозу листя та фузаріозу колосу; середньостійкий проти твердої сажки. Якість зерна: натура 828 г/л, вміст сирого протеїну 13,8–14,5 %, сирі клейковини – 24,7–26,6 %, сила борошна 275–366 о. а., об'єм хліба до 760 см<sup>3</sup>. Добре переносить несприятливі умови холодного періоду: недостатній сніговий покрив, часті відлиги взимку та зниження температур навесні.

**Сорт МП Лада.** Різновидність лютесценс. Рекомендований для вирощування в Лісостепу. Високопродуктивний, середньостиглий (додаток Б.3). Зимо-морозостійкість і посухостійкість високі. Період яровизаційної потреби 30–40 діб. Фотоперіодична чутливість слабка. Період післязбирального дозрівання короткий. Стійкий проти вилягання, проростання зерна в колосі, проти фузаріозу колосу, борошнистої роси, бурі іржі, септоріозу листя та колосу. Якість зерна: натура 790 г/л, вміст сирого протеїну 13,6–14,2 %, сирі клейковини – 23,8–27,8 %, сила борошна 285–345 о. а., об'єм

хліба 960 см<sup>3</sup>. Борошномельні та хлібопекарські властивості відмінні. Оптимально підходить для ґрунтів з низьким рівнем родючості.

**Сорт Грація миронівська.** Різновидність еритроспермум. Рекомендований для вирощування в Лісостепу та на Поліссі. Високопродуктивний, середньостиглий (додаток Б.4). Зимостійкість і посухостійкість високі. Період яровизаційної потреби становить 40–50 діб. Фотоперіодична чутливість середня. Період післязбирального дозрівання довгий. Стійкий проти вилягання, обсипання та проростання зерна в колосі, проти бурої іржі, септоріозу листя та фузаріозу колосу, борошнистої роси, корневих гнилей; середньостійкий проти твердої сажки. Якість зерна: натура зерна 821 г/л, вміст сирого протеїну 14,0–15,3 %, сирі клейковини – 26,2–28,5 %, сила борошна 284–368 о. а., об'єм хліба до 720 см<sup>3</sup>. Висока посухостійкість сорту забезпечує стабільне формування високої маси 1000 зерен та високий вихід кондиційного насіння. За умов інтенсивної технології здатний формувати потужну кореневу систему та потовщені стебла.

**Сорт МІП Ювілейна.** Різновидність лютесценс. Створений методом індивідуального добору з гібридної популяції за участю сорту Володарка (Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ; МІП НААН) і сорту Дальницька (Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН). Рекомендований для вирощування в Лісостепу. Високопродуктивний з високою компенсаційною здатністю за рахунок продуктивної кущистості (4–5 шт.) і збереження рослин до жнив, озерненості колоса (55–60 шт.). Належить до групи короткостеблових (90 см), з високою стійкістю проти вилягання (додаток Б.5). Характеризується середньою зимоморозостійкістю, високою посухостійкістю. Має групову стійкість проти хвороб. За якістю зерна сильна пшениця. Натура зерна 790 г/л. Вміст сирого протеїну 13,5–14,8 %, сирі клейковини – 23,8–28,8 %, сила борошна 290–380 о. а., об'єм хліба 1200 см<sup>3</sup>. Поєднує в собі високу врожайність і стабільну якість зерна. Борошномельні та хлібопекарські властивості відмінні. Добре

реагує та витримує високі фони мінерального живлення. Формує високий рівень урожайності в посушливих умовах.

**Селекційна лінія EP 55023.** У 2023 р. планується передати на кваліфікаційну експертизу в Український інститут експертизи сортів рослин (УІЕСР) як новий сорт МІП Паляниця. Створена індивідуальним доббором в результаті виявлення та поліпшення лінії з гібридної популяції МІР 29 / MV Palotás, Hungary. Ранньостигла (виколюється на п'ять діб раніше за стандарт Подолянка). У цьому генотипі поєднано важко сполучні ознаки: скоростиглість, короткостебловість, відмінні хлібопекарські показники (додаток Б.6). Відрізняється короткою соломиною (середня висота рослин – 90 см), має високу стійкість проти вилягання. Середньозимостійка, інтенсивно відростає навесні. Має групову стійкість проти чотирьох хвороб (борошниста роса, бура іржа, тверда сажка, кореневі гнилі). Завдяки ранньому колосінню в період епіфітотій має краще сформоване зерно в порівнянні з середньостиглими сортами, за рахунок чого шкодочинність хвороб виявляється менше. Відрізняється генетично зумовленою здатністю незалежно від попередника формувати високі показники вмісту білка, клейковини (до 36,3 %) і седиментації. Сила борошна до 337 о. а. Сильна пшениця. Маса 1000 зерен до 50,8 г. Сорт інтенсивного типу, позитивно відгукується на підвищення рівня агрофону.

**Селекційна лінія ЛЮТ 55198** (у 2022 р. передана на кваліфікаційну експертизу в УІЕСР як новий сорт МІП Дарунок). Створено методом індивідуального добору з гібридної популяції Перлина Лісостепу (Білоцерківська дослідно-селекційна станція) / ЛЮТ 53637. Високопродуктивна, середньостигла, з високим рівнем зимостійкості та посухостійкості, середньостеблова, стійка проти вилягання, обсіпання й проростання зерна в колосі, має групову стійкість проти хвороб листя та колосу, формує крупне зерно (до 50,0 г) (додаток Б.7). Належить до генотипів з високою сукупною адаптивною здатністю в поєднанні з оптимальним співвідношенням різних параметрів адаптивності. За якістю зерна сильна

пшениця. Натура зерна 860 г/л. Вміст сирого протеїну 14,0 %, сирої клейковини – 29,8 %, сила борошна 380 о. а., об'єм хліба 730 см<sup>3</sup>. Поєднує в собі високу врожайність і стабільну якість зерна. Формує вищий рівень урожайності в сприятливих умовах, добре реагує та витримує високі фони мінерального живлення.

**Селекційна лінія ЛЮТ 37519** (у 2022 р. передана на кваліфікаційну експертизу в УІЕСР як новий сорт МІП Відзнака). Створена методом індивідуального добору з гібридної популяції за участю двох сортів миронівської селекції з комплексом цінних ознак і властивостей – МИР 64 / МИР 27. Високопродуктивна, середньостигла, з високим рівнем зимостійкості та посухостійкості, короткостеблова, стійка проти вилягання, обсіпання й проростання зерна в колосі, має групову стійкість проти хвороб листя та колосу (додаток Б.8). Якість зерна: натура зерна 820 г/л, вміст сирого протеїну 14,5 %, сирої клейковини – 33,9 %, сила борошна 430 о. а., об'єм хліба 910 см<sup>3</sup>. Має високу чутливість до зміни умов вирощування. Максимальна реалізація генетичного потенціалу продуктивності досягається на високих агрофонах і за інтенсивної агротехнології.

Отже, сорти та селекційні лінії пшениці м'якої озимої, які були використані як матеріал для досліджень, відрізняються за рівнем урожайності та стабільності, показниками якості зерна, що потребувало їх детального вивчення.

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконували впродовж 2018/19–2021/22 рр. на дослідних полях селекційної сівозміни МІП, у лабораторії селекції озимої пшениці. Агротехніка вирощування – загальноприйнята для зони Лісостепу України. Попередник – соя. Стандартом служив сорт Подолянка, створений спільно з Інститутом фізіології рослин і генетики НАНУ.

Посів сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої (батьківські компоненти) проводили сівалкою СН-16-10Ц з нормою висіву 5 млн схожих зерен на 1 га, з міжряддями 15 см, ширина ділянки – 1,05 м, облікова площа –

10 м<sup>2</sup> (4-разова повторність). Строки сівби – 5 жовтня (кінець оптимального) і 15 жовтня (початок пізнього). На фоні змін кліматичних умов у зоні Лісостепу України спостерігається тенденція до підвищення врожайності зерна пшениці м'якої озимої за більш пізніх строків сівби. На вибір термінів сівби вплинули зміни гідротермічного режиму восени: подовжений період осінньої вегетації, потепління та посушливі умови в передпосівний і посівний період у 2019/2020–2021/2022 рр. Після дозрівання матеріал збирали комбайном «HEGE-125».

Посів розсадників гібридів першого - третього покоління проводили сівалкою СКС-6-10Ц на ділянках довжиною 1 м, з міжряддями 30 см. Індивідуальні добори по колосу в гібридних розсадниках проводили за висотою рослин (80–100 см), товщиною стебла та стійкістю проти вилягання й основних збудників хвороб (ураженість 10–15 %), подовженістю функціонування прапорцевого листка, довжиною й формою колосу, відсутністю редукції нижніх колосків. Зерно індивідуальних відборів по колосу після обмолоту оцінювали візуально за крупністю зернівок, їх виповненістю, кольором, формою, вирівняністю, скловидністю, глибиною борозенки, ураженістю хворобами та шкідниками.

Новий вихідний матеріал створювали методом внутрішньовидової гібридизації та індивідуального добору кращих за комплексом ознак колосів із гібридних популяцій. Гібридизацію проводили методом подвійного запилення під паперовим ізолятором у співвідношенні на один материнський колос три - п'ять колосів батьківської форми [279]. У випадках значної різниці між початком цвітіння співвідношення зменшувалось до 1:1. Схема схрещувань: повна діалельна,  $n*(n-1)$ , де  $n$  – кількість (шість) батьківських форм.

Для проведення біометричного аналізу на час припинення осінньої вегетації та відновлення весняної вегетації брали проби по 25 рослин сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої та визначали кількість стебел і листків, висоту рослин, масу сирих і абсолютно сухих рослин [280]. Перед збиранням на ділянках сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, в розсадниках  $F_1$ – $F_3$  у фазу повної стиглості збирали з корінням 25 рослин

батьківських компонентів і гібридів першого покоління, 100 – другого й третього. У лабораторних умовах проводили структурний аналіз за елементами: висота рослин, продуктивна кущистість, довжина головного колоса, кількість колосків і зерен у ньому, маса зерна з колоса та з рослини, маса 1000 зерен.

Фенологічні спостереження в процесі росту та розвитку пшениці м'якої озимої проводили шляхом візуальної оцінки посівів у основні фази вегетації (початок сходів, кущіння, відростання, початок виходу в трубку, колосіння, дозрівання) [281]. Початок фенофази фіксували, коли 10 % рослин, а кінець – 75 % увійшли до тієї або іншої фази розвитку. У польових умовах проводили візуальні оцінки зимостійкості (після відновлення весняної вегетації) та ураженості основними хворобами листя (борошниста роса, бура іржа, септоріоз) у період максимального розвитку [282]. Аналіз хлібопекарської якості зерна сортів, селекційних ліній і гібридів пшениці м'якої озимої проводили в лабораторії якості зерна МПП за загальноприйнятими методиками [283, 284].

Висоту рослин визначали безпосередньо в полі перед збиранням: за допомогою мірної лінійки стебло вимірювали від поверхні ґрунту до верхівки колоса (без остюків) з точністю до 1 см. Проводили п'ять замірів на ділянці, підсумковим показником було середнє значення. Стійкість проти вилягання визначали двічі: при виляганні окремих зразків і перед збиранням у фазу воскової стиглості за 9-бальною шкалою.

Аналіз гібридів і їх батьківських форм проводили індивідуально за ознаками висоти рослин та елементами продуктивності [285]. Ступінь фенотипового домінування в гібридів і фенотипових кореляційних зв'язків визначали за методиками [286, 287], частоту (Тч) та ступінь (Тс) позитивних трансгресій у F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> – за [288]. Генетико-статистичний і дисперсійний аналіз проводили відповідно до методичних вказівок [289–291] з використанням комп'ютерних програм та Microsoft Excel і Statistica 8.0.

Для визначення адаптивності використали статистичні показники: середні арифметичні ознак  $\bar{X}$  – середнє по досліді;  $\bar{x}$  – середнє за рік; максимальні

( $x_{\max}$ ) та мінімальні ( $x_{\min}$ ) значення; розмах варіювання ( $R = x_{\max} - x_{\min}$ ) як показник стресостійкості або толерантності; коефіцієнт варіації ( $C_v, \%$ ). Показник компенсаційної здатності або середньої продуктивності генотипу  $(x_{\min} + x_{\max}) / 2$  обчислювали за [292]. Показники пластичності  $b_i$  і стабільності  $S^2_{di}$  – за методикою S. A. Eberhart, W. A. Russell [293]. Параметри середовища, як фону для добору, показники адаптивної здатності та стабільності генотипів визначали за методикою А. В. Кільчевського, Л. В. Хотильової [294, 295].

Показники ознак та параметрів адаптивності генотипів пшениці м'якої озимої ранжували ( $Z$ ) за [296] і визначали інтегрований показник «рейтинг адаптивності сорту» за [297]. Середнє значення ознаки в досліді, або середнє числове значення статистичного показника використовували як базу для порівняння при аналізі. Для розрахунку рейтингу адаптивності середню врожайність зерна кожного генотипу поділили на її середній ранг [89]. Вище місце в ранжуванні призначали показникам: при більшому числовому значенні – середня врожайність ( $\bar{X}$ ); максимальна та мінімальна врожайність ( $x_{\max}, x_{\min}$ ) компенсаторна здатність  $(x_{\max} + x_{\min})/2$ ; гомеостатичність ( $Hom$ ), селекційна цінність генотипу ( $Sc$ ); при меншому числовому значенні – стандартне відхилення ( $S$ ); стресостійкість ( $x_{\max} - x_{\min}$ ); коефіцієнт варіації ( $C_v, \%$ ), як міра відносної стабільності, середньоквадратичне відхилення ( $S^2_{di}$ ), як варіанси стабільності. За показником коефіцієнта регресії, найвищий ранг мали лінії пшениці озимої з  $b_i = 1$ . Позиції знижувались по мірі віддалення від одиниці як у бік збільшення, так і в бік зменшення.

## Висновки до розділу 2

На дослідних полях Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України рівень родючості чорнозему типового малогумусного середньосуглинкового достатній як для одержання високої врожайності якісного зерна пшениці м'якої озимої, так і для проведення селекційних доборів.

За період проведення досліджень агрометеорологічні умови відрізнялися від багаторічних показників за температурним режимом, кількістю атмосферних опадів та розподілом їх за місяцями, що є особливістю умов зони Лісостепу України і значною мірою зумовлює зниження врожайності зерна в посушливі роки. У 2018/19–2021/22 рр. середньомісячна температура повітря за вегетаційний період перевищувала середній багаторічний показник на 0,4–5,1 °С. 2018/19 вегетаційний рік відрізнявся недостатнім (ГТК = 0,85) рівнем зволоження, але з дефіцитом вологи в некритичні періоди розвитку рослин, зі вчасною компенсацією несприятливих погодних умов, раннім ЧВВВ. За кількістю опадів значно посушливішим був вегетаційний період пшениці м'якої озимої в 2019/20 р. (ГТК = 0,60), що мало суттєвий негативний вплив на рівень урожайності зерна. У 2020/21 р. спостерігали достатній (ГТК = 1,03) рівень зволоження, але з повітряно - ґрунтовою посухою під час сівби, коливанням термічного режиму впродовж доби навесні, перезволоженням і виляганням посівів під час дозрівання зерна, що також призвело до зниження продуктивності пшениці м'якої озимої. 2021/22 р. характеризувався слабо посушливими умовами (ГТК = 0,80), з повітряно - ґрунтовою посухою під час сівби, прохолодною весною та значними коливаннями добової температури повітря, що негативно позначилося на формуванні рівня врожайності. Отже, відмінності за погодними умовами дозволили отримати достовірні дані щодо відповідності рівня їх комфортності для реалізації потенціалу продуктивності сортів, селекційних ліній і гібридів пшениці м'якої озимої та об'єктивно оцінити вплив кліматичного фактору зони на мінливість і характер прояву кількісних ознак рослин, виявити особливості формування урожайності та показників якості зерна в умовах Лісостепу України.

Для проведення досліджень і аналізу одержаних даних були використані класичні методики та їх модифікації, різні методи статистичної обробки, що забезпечило достатній рівень об'єктивності одержаних результатів і сприяло вирішенню поставленої мети, а також дозволило зробити обґрунтовані висновки й запропонувати рекомендації для селекції та виробництва.

### РОЗДІЛ 3

## ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК У БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Селекційна робота визначається багатьма факторами, серед яких першочерговим є пошук джерел за комплексом цінних господарських ознак. Найбільш важливою проблемою в теорії селекції залишається процес підбору вихідного матеріалу для різних напрямів селекційної роботи [298–300]. Батьківські компоненти, що використовуються в гібридизації, повинні володіти не лише високим генотиповим рівнем цінних ознак, але й мати підвищені донорські властивості [301]. У результаті схрещування сортів, різних за морфологічними, біологічними та фізіологічними ознаками, з різним рівнем генетичного потенціалу продуктивності й стійкості до біотичних і абіотичних несприятливих факторів середовища утворюється велика кількість генетично змінених форм від кількох батьків, об'єднаних в одному генотипі. Таке різноманіття рекомбінантів слугує вихідним матеріалом для подальшого створення якісно нових генотипів у тісному зв'язку з умовами середовища. Тому для успішного підбору батьківських компонентів для схрещування перш за все визначаються напрям селекції та агроєкологічні умови для запланованої зони вирощування з урахуванням факторів, які можуть лімітувати потенційну врожайність сорту [302].

3.1 Особливості прояву біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації

В умовах глобального потепління клімату питання особливостей осіннього розвитку та перезимівлі рослин пшениці м'якої озимої з року в рік залишається актуальним і в аспекті продовольчої та економічної безпеки нашої держави має велике значення. За результатами багаторічних спостережень теплова аномалія температури повітря, як правило, більшою мірою

спостерігається в зимовий період і певним чином позначається на тривалості осінньої вегетації озимих культур, умовах їх зимівлі та часі відновлення весняної вегетації. Відомо, що при вирощуванні пшениці м'якої озимої важливу роль відіграють погодні умови осіннього періоду вегетації, оскільки в цей час закладаються основи майбутньої врожайності, тому навіть сприятливий гідротермічний режим навесні, як правило, не в змозі нівелювати різницю, що проявляється в озимих рослин у початковій фазі їх розвитку [303]. Також доведено, що дата припинення осінньої вегетації значною мірою впливає не тільки на зимостійкість, але й на врожайність пшениці озимої [304]. Морфофізіологічний стан пшениці м'якої озимої перед входженням рослин у зиму є одним із найважливіших факторів, від якого залежить продуктивність культури. Значний вплив на тривалість осіннього періоду вегетації рослин мають метеорологічні умови року, строки сівби та час появи сходів. Для сівби пшениці озимої кращими вважаються ті строки, коли від початку висіву насіння до припинення осінньої вегетації рослинами є 55–60 діб. За цей час встигають сформуватися від двох до чотирьох стебел на одну рослину, що в більшості років підтверджується високою зимостійкістю культури та одержанням вагової врожайності [305]. Забезпечення оптимальних параметрів посівів пшениці озимої на час припинення осінньої вегетації є одним із найбільш складних завдань у технології її вирощування. Добре відомо, що практично всі агротехнічні прийоми, які застосовуються впродовж осіннього періоду, чи навіть до сівби, мають великий вплив на кущистість рослин, їх масу, щільність стеблостою та фізіологічний стан на час припинення осінньої вегетації [306]. Як надмірно розвинуті, так і недорозвинуті рослини восени мають недостатні адаптивні властивості, які б забезпечували їх стійкість упродовж зимового періоду. Строки сівби належать до тих агротехнічних прийомів, які дають змогу істотно змінювати умови існування рослин. Їхній вплив є настільки великим, що може перевищити дію інших агротехнічних прийомів. Проте самі строки сівби не можуть найбільш повно забезпечувати досягнення оптимальних параметрів посівів перед припиненням осінньої

вегетації. Рання сівба зумовлює загушення посівів, погіршення фітосанітарного стану, зменшення рівня морозо- та зимостійкості рослин, а пізня – недостатню щільність посівів, відсутність вторинної кореневої системи, зменшення накопичення цукрів у клітинах рослин. Різні строки сівби мають вплив на густоту стояння рослин з одиниці площі, їх ріст і розвиток у осінній період, ураження хворобами, перезимівлю, а в кінцевому підсумку на продуктивність, оскільки всі генеративні органи закладаються на ранніх стадіях і в подальшому формують адаптивні властивості рослин до несприятливих умов зимового чи весняно-літнього періодів [307].

За результатами досліджень умови періоду від сівби до припинення осінньої вегетації впливали на формування біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої. Погодні умови осені в 2018–2020 рр. були досить контрастними, різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю опадів. У вересні 2018 р. випало 85,0 мм опадів за кліматичної норми 56,6 мм, у жовтні дефіцит вологи становив 17,3 мм (середній багаторічний показник – 45,6 мм), а середня місячна температура повітря – 16,6 °С і 10,6 °С відповідно. У цілому період вересень–жовтень за умовами зволоження (ГТК = 1,2) був оптимальним для укорінення рослин пшениці м'якої озимої та формування повноцінної надземної маси. Восени 2019 р. відмічали дуже посушливі умови (ГТК = 0,33), що зумовило проблему отримання своєчасних і дружних сходів озимини. Нестача опадів у вересні, жовтні та листопаді становила 44,5 мм, 38,6 мм і 20,8 мм відповідно, а середня температура повітря перевищувала середні багаторічні значення на 1,6–3,6 °С, що призвело до уповільнення інтенсивності росту та розвитку рослин. Погодні умови осені 2020 р. були посушливими (ГТК = 0,59). У вересні–жовтні середні місячні температури повітря перевищували середні багаторічні значення на 4,4–5,0 °С. Кількість опадів за даний період становила 43,2 мм за кліматичної норми 102,2 мм. Дефіцит вологи в листопаді був 10,6 мм, а у вересні – 35,3 мм, що також негативно позначилося на інтенсивності росту та розвитку рослин. Відомо, що посушлива осінь значно подовжує період від сівби до утворення

сходів пшениці озимої. Своєю чергою, затримка розвитку рослин зумовлює підвищену зрідженість, недостатню куцистість, нерозвинену кореневу систему та затримку подальшого розвитку в 1,5–2 рази у зв'язку з низькими температурами в листопаді і, як результат, перехід рослин до зими в непідготовленому стані [274]. Загалом осінній період, як і активна вегетація озимини, за кліматичними показниками закінчувався в третій декаді листопада, коли відмічали від'ємні середні добові температури повітря.

Восени (період від сівби до припинення осінньої вегетації) на ростові процеси рослин пшениці м'якої озимої найбільший суттєвий вплив мали гідротермічні умови та строки сівби. За даними Мостіпана М. І. [308] на куцистість рослин і щільність посівів пшениці м'якої озимої на період настання ЧПОВ найбільший вплив мають строки сівби, що зі свого боку визначає їх потенційні можливості щодо формування врожайності. За результатами наших досліджень обидва чинники суттєво впливали на кількість стебел: рік – 26,5 %, строк сівби – 20,9 % і їх взаємодія – 11,0 %, вплив генотипу та взаємодії рік × генотип був значно нижчим – 1,9 % і 3,4 % відповідно (додаток Д.1). У 2018 р. за оптимальних умов зволоження в осінній період рослини сформували максимальну середню кількість стебел за обох строків сівби – 2,39 шт. і 1,41 шт. відповідно. Посушливі умови 2019 р., які були несприятливими для куциння пшениці м'якої озимої, призвели до формування одного пагона та входу в зиму нерозкущених посівів, що негативно вплинуло на подальший весняно-літній ріст і розвиток рослин усіх досліджуваних сортів і селекційних ліній, а також на рівень урожайності. У 2020 р. сівба 15 жовтня вплинула на скорочення періоду осінньої вегетації, внаслідок чого спостерігали аналогічну тенденцію. За сівби 5 жовтня рівень ознаки варіював від 1,45 шт. у сорту МП Ювілейна до 1,95 шт. у селекційної лінії ЛЮТ 55198 (додаток В.1).

У середньому за три роки досліджень підвищені темпи пагоноутворення мали сорт МП Лада ( $1,59 \pm 0,05$ ) і селекційна лінія ЛЮТ 55198 ( $1,54 \pm 0,04$  шт.), з максимальним показником у сприятливих умовах 2018 р. –  $2,32 \pm 0,11$  і

2,12±0,08 шт. відповідно. Варто відмітити, що за оптимальних умов зволоження 2018 р. виявлено значний ( $C_v = 28,07\text{--}29,04\%$ ) рівень мінливості за обох строків сівби, що характеризує дану ознаку як високомінливу. За роки досліджень коефіцієнт варіації знаходився в межах від незначного (8,95–9,95 %) у сортів МП Ассоль, МП Лада і селекційних ліній ЕР 55023, ЛЮТ 37519 до середнього (10,85–20,00 %) у сортів Грація МИР, МП Дніпрянка, МП Ювілейна, стандарту й селекційної лінії ЛЮТ 55198 (додаток В.1).

Продуктивність пшениці озимої визначається параметрами росту й розвитку рослин і їх фотосинтетичного апарату, а також тривалістю вегетаційного періоду й функціонування листкової поверхні як основного органу фотосинтезу. Важливим показником фотосинтетичної діяльності рослин є площа листкової поверхні, яка залежить від забезпечення рослин вологою, сортових особливостей, добрив, строків сівби тощо [309, 310]. У середньому за роки досліджень за обох строків сівби сорт-стандарт сформував кількість листків  $3,59 \pm 0,18$  шт. Сорти МП Дніпрянка ( $3,94 \pm 0,16$  шт.), МП Лада ( $3,86 \pm 0,16$  шт.) і селекційні лінії ЛЮТ 55198 ( $3,86 \pm 0,17$  шт.), ЕР 55023 ( $3,84 \pm 0,15$  шт.) перевищили його за даним показником (табл. 3.1). У 2018 р. за I строку сівби в рослин пшениці м'якої озимої відмічено значно більшу кількість листків ( $4,44 \pm 0,22 \div 7,56 \pm 0,42$  шт.) порівняно з II строком ( $3,12 \pm 0,07 \div 4,72 \pm 0,09$  шт.), а в дуже посушливих умовах осіннього періоду 2019 р. рослини сформували найменший середній рівень ознаки за обох строків сівби ( $1,00 \pm 0,00 \div 2,88 \pm 0,07$  шт.). У 2020 р. показник варіював від  $2,25 \pm 0,10$  шт. у сорту Грація МИР за II строку сівби до  $7,45 \pm 0,34$  шт. у сорту МП Дніпрянка за I строку. Коефіцієнт варіації за роки досліджень змінювався від середнього у сортів МП Дніпрянка (18,51 %), МП Ассоль (18,89 %), МП Лада (19,98 %) і селекційної лінії ЛЮТ 37519 (17,90 %) до значного у сортів Грація МИР (22,16 %), МП Ювілейна (21,45 %), стандарту Подолянка (21,53 %) і селекційних ліній ЕР 55023 (21,24 %), ЛЮТ 55198 (22,98 %), що характеризує дану ознаку як високомінливу (додаток В.1).

Таблиця 3.1

Біометричні показники сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації,  
середнє за 2018–2020 рр.

Сорт, селекційна лінія	Рік	Кількість стебел, шт.	Кількість листіків, шт.	Висота рослини, см	Маса однієї рослини, г	Маса 25 рослин, г	Маса абсолютно сухих 25 рослин, г
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Подільська стандарт	2018	2,18±0,17	5,68±0,32	18,40±0,45	0,59±0,02	14,75	4,30
	2019	1,00±0,00	1,20±0,05	6,15±0,16	0,13±0,00	3,38	0,99
	2020	1,23±0,06	3,90±0,18	11,46±0,34	0,36±0,02	9,37	2,73
	$\bar{x}$	1,47±0,08	3,59±0,18	12,00±0,32	0,36±0,01	9,17	2,67
МІП Ассоль	2018	1,64±0,10*	4,48±0,16*	18,89±0,37	0,50±0,04*	12,37	3,59
	2019	1,00±0,00	1,34±0,09	6,58±0,19	0,14±0,00	3,37	0,99
	2020	1,49±0,00*	4,25±0,15	16,84±0,45*	0,59±0,04*	14,50	4,11
	$\bar{x}$	1,38±0,03	3,36±0,13	14,10±0,34*	0,41±0,02	10,09	2,89
Грация МІР	2018	1,70±0,13*	4,34±0,13*	18,75±0,52	0,63±0,02	15,62	4,54
	2019	1,00±0,00	1,58±0,11*	7,11±0,25*	0,16±0,01*	4,12	1,21
	2020	1,25±0,06	3,40±0,14	13,62±0,30*	0,45±0,02*	11,25	3,27
	$\bar{x}$	1,31±0,05	3,11±0,13*	13,16±0,36	0,41±0,02	10,33	3,01
МІП Дніпрянка	2018	2,12±0,12	5,32±0,20	22,00±0,53*	0,60±0,02	15,12	4,54
	2019	1,00±0,00	1,28±0,05	5,10±0,18*	0,15±0,01*	3,87	1,13
	2020	1,48±0,02*	5,22±0,23*	14,41±0,33*	0,57±0,04*	14,25	4,14
	$\bar{x}$	1,53±0,05	3,94±0,16	13,83±0,35*	0,44±0,02*	11,08	3,27

Продовження таблиці 3.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
МІП Лада	2018	2,32±0,11	5,86±0,19	17,95±0,28*	0,60±0,02*	15,12	4,41
	2019	1,00±0,00	1,42±0,09*	5,15±0,16	0,14±0,01*	3,62	1,06
	2020	1,45±0,03	4,32±0,18	11,84±0,30*	0,47±0,02*	12,00	3,47
	$\bar{x}$	1,59±0,05	3,86±0,15	11,65±0,25*	0,40±0,02*	10,25	2,98
ЕР 55023	2018	1,94±0,09	5,58±0,18	18,71±0,39	0,67±0,02	16,75	4,61
	2019	1,00±0,00	1,34±0,09	6,29±0,37	0,16±0,01*	4,00	1,17
	2020	1,50±0,00*	4,62±0,17	13,53±0,36*	0,53±0,02*	13,12	3,80
	$\bar{x}$	1,48±0,03	3,84±0,15	12,84±0,37	0,45±0,02*	11,29	3,19
МІП Ювілейна	2018	1,38±0,12*	4,26±0,16*	21,76±0,37*	0,63±0,03	15,75	4,60
	2019	1,00±0,00	1,26±0,07	5,88±0,22	0,14±0,00	3,62	1,06
	2020	1,36±0,05	4,12±0,23	14,65±0,44*	0,50±0,03*	12,37	3,59
	$\bar{x}$	1,25±0,06	3,21±0,15	14,10±0,34	0,42±0,02	10,58	3,08
ЛЮТ 55198	2018	2,12±0,08	5,36±0,18	18,82±0,43	0,70±0,03*	17,50	5,12
	2019	1,00±0,00	1,62±0,10*	9,96±0,56*	0,22±0,01*	5,50	1,60
	2020	1,49±0,03*	4,60±0,22	14,05±0,56*	0,55±0,04*	13,87	4,03
	$\bar{x}$	1,54±0,04	3,86±0,17	14,28±0,42*	0,49±0,02*	12,29	3,58
ЛЮТ 37519	2018	1,70±0,08*	4,40±0,16*	21,62±0,54*	0,70±0,03*	17,62	5,14
	2019	1,00±0,00	1,98±0,06*	7,85±0,37*	0,17±0,01*	4,37	1,28
	2020	1,43±0,04	3,79±0,14	11,81±0,33	0,46±0,03*	11,62	3,38
	$\bar{x}$	1,38±0,04	3,39±0,12	13,76±0,41*	0,45±0,02*	11,20	3,27
<b>НІР<sub>05</sub></b>		<b>0,21</b>	<b>0,47</b>	<b>1,07</b>	<b>0,05</b>	-	-

Примітки: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс;  $\bar{x}$  – середнє значення.

\* – біометричний показник відрізняється достовірно від стандарту.

За результатами дисперсійного аналізу на кількість листків впливали умови року (47,7 %), строк сівби (25,2 %), їх взаємодія (5,0 %), значно менше – генотип (1,7 %) і взаємодія рік × генотип (2,5 %) (додаток Д.1).

Висота рослин не є безпосереднім елементом продуктивності, проте також відіграє важливу роль у формуванні врожайності. Ця ознака є генетично зумовленою, але значно залежить від умов навколишнього середовища [311]. Максимальний рівень показника незалежно від строку сівби був сформований в умовах 2018 р. (табл. 3.2). Установлено, що в середньому висота рослин сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації варіювала від  $11,65 \pm 0,25$  см (МПП Лада) до  $14,28 \pm 0,42$  см (ЛЮТ 55198) (табл. 3.1). Максимальна ( $25,63 \pm 0,35$  см) висота рослин відмічена в сорту МПП Ювілейна в 2018 р. за I строку сівби, найменша ( $15,88 \pm 0,22$  см) – у селекційної лінії EP 55023 за II строку (додаток В.1). Осінній період 2019 р. був дуже посушливим, внаслідок чого рослини сформували мінімальну по досліді середню висоту рослин ( $8,23$  см за I строку сівби та  $5,00$  см за другого). За роки досліджень коефіцієнт варіації в сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої змінювався від низького до високого, що вказує на значну залежність рівня прояву ознаки від умов середовища. За результатами досліджень на висоту рослин суттєво впливали: рік (70,6 %), строк сівби (12,7 %) та їх взаємодія (4,0 %), вплив генотипу та взаємодії рік × генотип був значно нижчим – 1,2 % і 4,0 % відповідно (додаток Д.1).

Виявлено, що за роки вивчення середній показник маси однієї рослини на момент настання ЧПОВ варіював від  $0,36 \pm 0,01$  до  $0,49 \pm 0,02$  г, найбільший ( $0,92 \pm 0,03$  г) рівень був у селекційної лінії EP 55023 (2018 р.; I строк сівби), найменший ( $0,12 \pm 0,00$  г) – у сорту Подолянка (2019 р.; II строк). Мінімальний рівень показника незалежно від строку сівби був сформований в умовах 2019 р. Коефіцієнт варіації змінювався від середнього (16,50–19,62 %) до значного (22,56 %; сорт МПП Дніпрянка) (додаток В.1).

Таблиця 3.2

Параметри варіювання біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації, 2018–2020 рр.

Показник	Рік	Строк сівби	$\bar{x} \pm s_x^1$	Lim min–max <sup>2</sup>	R <sup>3</sup>	Cv <sup>4</sup> , %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Кількість стебел, шт.	2018	I	2,39±0,12	1,16–2,84	1,68	29,04
		II	1,41±0,09	1,00–1,92	0,92	28,07
	2019	I	1,00±0,00	1,00–1,00	0,00	0,00
		II	1,00±0,00	1,00–1,00	0,00	0,00
	2020	I	1,82±0,07	1,47–2,00	0,53	17,56
		II	1,00±0,00	1,00–1,00	0,00	0,00
	$\bar{X}$			<b>1,44</b>	<b>1,00–2,84</b>	<b>1,84</b>
Кількість листків, шт.	2018	I	6,28±0,25	4,44–7,56	3,12	19,88
		II	3,78±0,15	3,12–4,72	1,60	18,78
	2019	I	1,86±0,12	1,40–2,88	1,48	39,73
		II	1,03±0,01	1,00–1,16	0,16	8,57
	2020	I	5,85±0,25	4,55–7,45	2,90	18,95
		II	2,65±0,11	2,25–3,00	0,75	17,18
	$\bar{X}$			<b>3,58</b>	<b>1,00–7,56</b>	<b>6,56</b>
Висота рослини, см	2018	I	21,51±0,50	18,46–25,63	7,17	11,79
		II	17,81±0,40	15,88–21,14	5,26	10,74
	2019	I	8,23±0,32	6,13–13,29	7,16	18,76
		II	5,11±0,20	3,90–6,64	2,74	19,44
	2020	I	16,77±0,45	13,63–21,28	7,65	11,77
		II	10,39±0,29	8,31–12,43	4,12	12,00
	$\bar{X}$			<b>13,30</b>	<b>3,90–25,63</b>	<b>21,73</b>
Маса однієї рослини, г	2018	I	0,81±0,03	0,71–0,92	0,21	16,90
		II	0,44±0,01	0,27–0,52	0,25	12,30
	2019	I	0,18±0,01	0,14–0,29	0,15	26,70
		II	0,14±0,01	0,12–0,15	0,03	14,79
	2020	I	0,71±0,03	0,50–0,86	0,36	23,18
		II	0,28±0,01	0,24–0,34	0,10	16,95
	$\bar{X}$			<b>0,43</b>	<b>0,12–0,92</b>	<b>0,80</b>
Маса 25 рослин, г	2018	I	20,25	17,75–23,00	5,25	-
		II	11,00	6,75–13,00	6,25	
	2019	I	4,50	3,50–5,25	1,75	
		II	3,47	3,00–4,75	1,75	
	2020	I	17,86	12,50–21,50	9,00	
		II	7,11	6,00–8,50	2,50	
	$\bar{X}$			<b>10,70</b>	<b>3,00–23,00</b>	

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7
Маса абсолютно сухих 25 рослин, г	2018	I	5,75	5,07–6,42	1,35	-
		II	3,32	2,04–3,94	1,90	
	2019	I	1,28	1,00–2,07	1,07	
		II	1,05	0,91–1,14	0,23	
	2020	I	5,10	3,57–6,14	2,57	
		II	2,13	1,80–2,42	0,62	
	$\bar{X}$		<b>3,11</b>	<b>0,91–6,42</b>	<b>5,51</b>	

Примітка: 1.  $\bar{x} \pm s_x$  – середнє значення; 2. min, max – мінімальне та максимальне значення; 3. R – розмах варіювання; 4. Cv – коефіцієнт варіації.

За результатами дисперсійного аналізу на рівень маси однієї рослини впливали рік (48,0 %), строк сівби (26,0 %), їх взаємодія (9,0 %), значно менше – генотип (1,6 %) і взаємодія рік  $\times$  генотип (2,2 %) (додаток Д.1).

Середній показник маси 25 рослин у всіх досліджуваних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої перевищував стандарт (табл. 3.1). У 2018 і 2020 рр. за сівби 5 жовтня відмічали значно більшу масу (17,05–23,00 г і 12,50–21,50 г відповідно) порівняно з II строком (6,75–13,00 г; 6,00–8,50 г відповідно), а в посушливих умовах осіннього періоду 2019 р. рослини сформували найменший рівень показника за обох строків сівби (табл. 3.2).

Максимальна маса абсолютно сухих 25 рослин була в 2018 р. За сівби 5 жовтня середній показник варіював від 3,36 г у сорту Подолянка до 4,67 г у селекційної лінії ЛЮТ 55198, за сівби 15 жовтня – від 1,70 г у сорту МП Ассоль до 2,50 г у селекційної лінії ЛЮТ 55198. Незалежно від строків сівби всі досліджувані генотипи переважали стандарт (2,67 г) за середнім значенням показника, а найбільша (3,58 г) маса була в селекційної лінії ЛЮТ 55198 (табл. 3.1).

За результатами досліджень (2018–2020 рр.) встановлено, що формування біоценозу сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на момент часу припинення осінньої вегетації суттєво залежало від умов вирощування, строків сівби, генотипу та їх взаємодії, що безпосередньо впливало на ріст і розвиток рослин, програмуючи в подальшому рівень їх продуктивності.

Доведено, що за сприятливого гідротермічного режиму (2018 р.; строк сівби – 5 жовтня) рівень прояву біометричних показників рослин був максимальним завдяки повній реалізації генетичного потенціалу, а в умовах ґрунтово-повітряної посухи (2019 р.; строк сівби – 15 жовтня) – мінімальним. Домінуюча значущість за впливом належала погодним умовам року, частка впливу яких становила  $26,5 \div 70,6$  %.

Досліджено, що кількість листків і маса однієї рослини різко зменшувались за стресових умов (посуха), а варіювання підвищувалось в умовах сівби 5 жовтня, що необхідно враховувати у веденні селекційного процесу, вивченні вихідного матеріалу та доборі генотипів із завданими параметрами.

Установлено, що найвищу біомасу в середньому по досліді за три роки досліджень мала селекційна лінія ЛЮТ 55198, яка на момент настання ЧПОВ формувала фітоценоз з кількістю стебел 1,54 шт. і листків 3,86 шт., висотою 14,28 см, масою рослини 0,49 г. Визначено, що максимальний рівень прояву показників був за сівби 5 жовтня: кількість стебел – 2,84 шт. (2018 р.), 2,0 шт. (2020 р.), 1,95 шт. (середнє за три роки); маса рослини – 0,29 г (2019 р.), 0,65 г (середнє за три роки). За сівби 15 жовтня відмічали максимальний рівень прояву стосовно маси рослини у 2018 р. (0,52 г), 2019 р. (0,15 г) і в середньому за три роки (0,33 г).

Досліджено, що селекційна лінія ЕР 55023 і сорт МП Лода мали підвищену енергію кушіння за сівби 5 жовтня – 1,88 і 1,87 шт. відповідно, а за сівби 15 жовтня відмічали таку ж тенденцію для сорту – 1,31 шт. (максимальний рівень). За сприятливих термічних умов і вологозабезпеченості (сівба 5 жовтня 2018 р.) вищенаведені генотипи та селекційна лінія ЛЮТ 55198 повністю реалізували свою біологічну здатність утворювати підвищену кількість стебел у період осіннього кушіння (2,84; 2,64 і 2,72 шт. відповідно). Сорт МП Ювілейна, навпаки, мав мінімальний рівень показника в середньому по досліді – 1,25 шт.

### 3.2 Особливості прояву біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час відновлення весняної вегетації

Ріст, розвиток і формування врожайності пшениці м'якої озимої залежать від часу відновлення весняної вегетації (ЧВВВ). Це один із найбільш діючих на продукційний процес рослин природних факторів. Його дію можливо порівняти лише із впливом строків сівби. Численними дослідженнями обґрунтовано, що чим раніше відбувається відновлення весняної вегетації рослин, тим більшою є врожайність посівів пшениці м'якої озимої [312, 313]. За надто раннього або надто пізнього ЧВВВ спостерігається суттєве відхилення від оптимальних темпів росту та розвитку рослин пшениці м'якої озимої, інтенсивності фотосинтетичної діяльності й величини врожаю. Дослідженнями встановлено, що в роки з пізньою весною рослини розвиваються за підвищеної (8–10 °С) температури повітря й більшого надходження сонячної енергії. При цьому температура повітря стрімко наростає, що, своєю чергою, погіршує регенераційні процеси, гальмує ріст, спричинює відмирання частини пагонів або цілих рослин. За ранньої весни вегетація пшениці м'якої озимої проходить за знижених (4–7 °С) температур повітря, які нарастають повільно. Це сприяє весняному відростанню рослин, регенерації пошкоджених органів, перебігу всіх ростових процесів [314]. У останні роки чітко спостерігається зміна клімату у вигляді потепління та нерівномірного перерозподілу опадів у період вегетації, що теж помітно впливає на умови переходу до зимового спокою, зимівлі, відновлення вегетації, росту й розвитку у весняний період [315].

Найголовніший чинник для формування високого рівня врожайності пшениці м'якої озимої – стартове весняне зволоження ґрунту, що залежить від запасів продуктивної вологи в ньому наприкінці осені, кількості зимових опадів і глибини промерзання ґрунту взимку [272]. Погодні умови 2018/19 р. відрізнялися недобором опадів як в осінній період (жовтень–листопад), так і на момент відновлення весняної вегетації рослин пшениці м'якої озимої. Мінімальний сніговий покрив спостерігали 15 листопада, який зберігався

фактично до ЧВВВ. Максимальна висота снігового покриву впродовж зимового періоду сягала позначки 30–32 см, а температура на глибині залягання вузла кущіння варіювала від  $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . ЧВВВ відмітили 4 березня 2019 р., дефіцит вологи відносно багаторічного показника становив 3,5 мм, а температурний режим був вищим за норму на  $2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Запаси вологи в ґрунті, які сформувалися наприкінці жовтня і в листопаді 2019 р., були одними з найменших за останнє десятиріччя, тому надзвичайно важливим було їх поповнення за рахунок зимових опадів. Мінімальна температура ґрунту на глибині (3,0 см) залягання вузла кущіння озимини становила  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Відсутність снігового покриву впродовж зимового періоду призвела до часткової загибелі рослин пшениці м'якої озимої. Незважаючи на теплу, як для зими, погоду, рівень температур повітря був нижчим від біологічного нуля озимих культур, тому відновлення ростових процесів практично не відбулося, крім найтепліших днів. Однак для розвитку рослин не вистачило ефективного тепла, продовжився лише їх лінійний приріст [316]. На початок масового відновлення вегетації рослин (2 березня) вологи в ґрунті було значно менше, аніж за середнім багаторічним показником. Надалі ситуація погіршувалася, адже впродовж березня–квітня відмічали невеликі опади, однак щоразу їх було значно менше від норми. Їх кумулятивна кількість не перевищувала 20–40 % від норми. Внаслідок цього при посиленні вітру спостерігалися суховії, які пригнічували рослини. Погодні умови зумовлювали інтенсивну витрату вологи з верхніх шарів ґрунту. У березні–квітні спостерігали дуже посушливі ( $\text{ГТК} = 0,21$ ) умови весняної вегетації, що спричинило затримку нормального росту та розвитку рослин.

Погодні умови осіннього періоду 2020 р. були сприятливими для розвитку пшениці м'якої озимої: високий температурний режим жовтня в поєднанні з помірною кількістю вологи сприяли швидкому росту та розвитку рослин пшениці м'якої озимої. Зимовий період характеризувався перепадами температур, відзначили кілька періодів дуже холодної погоди. Так, у січні відмічали значне варіювання середніх добових температур повітря – від  $+7,0\text{ }^{\circ}\text{C}$

до  $-17,6^{\circ}\text{C}$ , але вимерзання рослин не спостерігали за снігового покриву. Малосприятливим чинником для озимих культур були високі температури повітря під час відлиг – до  $+7^{\circ}\text{C}$ , що зумовлювало пробудження та певне виснаження рослин, зменшувалася морозостійкість культури, але не критично – значною мірою завдяки доброму стану посівів з осені [275]. Відновлення весняної вегетації відмітили 26 березня 2021 р. за оптимального та достатнього вологозабезпечення ґрунту за температури повітря, близької до оптимуму, що забезпечило повноцінне відростання рослин та добре укорінення. Для березня і квітня характерним було чергування теплих, з відлигою та дощами днів і холодних, морозних ночей. Отже, метеорологічні умови на момент ЧВВВ виявились контрастними, що значно вплинуло на ріст і розвиток рослин.

Відомо, що важливим фактором формування високої врожайності зерна є збільшення продуктивності фотосинтезу. Основними органами асимілюючої системи рослини є стебла та листки. За результатами досліджень на кількість стебел найбільш суттєво впливали чинники: рік – 25,2 %, строк сівби – 23,1 %, генотип – 12,3 % і взаємодія рік  $\times$  генотип – 10,3 % (рис. 3.1, додаток Д.2).

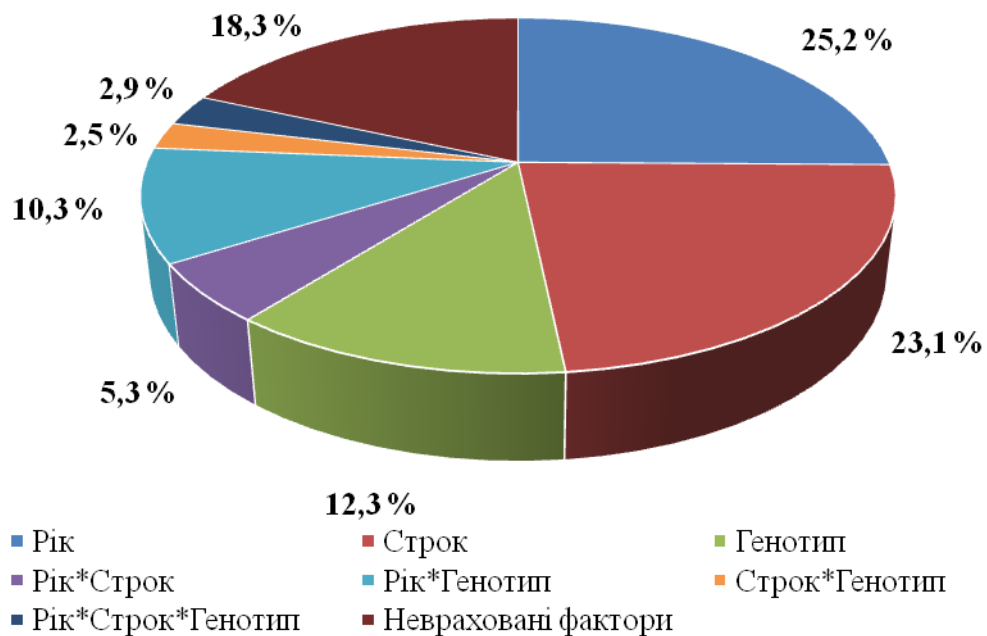


Рисунок 3.1 – Вплив факторів на формування кількості стебел сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час відновлення весняної вегетації, 2019–2021 рр.

У середньому для обох строків сівби рівень показника в умовах 2019 р. і 2021 р. був практично однаковим – 2,58 шт. і 2,59 шт. відповідно, а в посушливому 2020 р. – мінімальним (1,99 шт.). У 2019 р. до кінця березня рослини сформували максимальну (2,31 шт.) середню кількість стебел за сівби 15 жовтня (табл. 3.3). У 2020 р. посушливі умови негативно вплинули на подальший ріст і розвиток рослин усіх сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, а також на рівень урожайності. Значення показника було мінімальним за обох строків сівби – 2,12 і 1,87 шт. відповідно. У 2021 р. спостерігали тенденцію до швидкого відростання та відновлення весняного кущіння, з максимальною (3,00 шт.) кількістю стебел за сівби 5 жовтня. Рівень ознаки варіював від 2,34 шт. у селекційної лінії ЕР 55023 до 2,98 шт. і 2,97 шт. у сортів МПП Дніпрянка і МПП Ассоль (строк сівби 5 жовтня) та від 1,80 шт. до 3,15 шт. у селекційних ліній ЕР 55023, ЛЮТ 55198 відповідно (строк сівби 15 жовтня) (додаток В.2). Кількість стебел у всіх сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за рахунок весняного кущіння збільшилась і становила в середньому по досліді 2,39 шт./рослину (восени – 1,44), що свідчить про підвищений температурний режим взимку. Як наслідок, життєві процеси рослин пшениці м'якої озимої відновлювались, продовжувався приріст вегетативної маси.

Сорт МПП Ассоль мав біологічну здатність до інтенсивного весняного кущіння: максимальний (2,65 шт.) рівень за три роки в середньому, друге місце за строками сівби – 2,97 шт. (5 жовтня) і 2,32 шт. (15 жовтня), а також належав до найбільш посухостійких генотипів – сформував найвищу кількість стебел за обох строків сівби в 2020 р. (табл. 3.4). Селекційна лінія ЕР 55023 на початку відновлення весняної вегетації виявила низьку здатність до утворення нових пагонів і сформувала мінімальну їх кількість як в середньому за три роки (2,07 шт.), так і за строками сівби (2,34 шт. і 1,80 шт. відповідно). У сприятливих умовах селекційна лінія ЛЮТ 55198 мала високу кількість стебел за сівби 5 жовтня – 3,05 шт. (2019 р.) і 3,4 шт. (2021 р.) і максимальну – за другого строку (2,7 шт. і 2,64 шт. відповідно).

Таблиця 3.3

Параметри варіювання біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час відновлення весняної вегетації, 2019–2021 рр.

Показник	Рік	Строк	$\bar{x} \pm s_x^1$	Lim min–max <sup>2</sup>	R <sup>3</sup>	Cv <sup>4</sup> , %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Кількість стебел шт.	2019	I	2,86±0,02	2,52–3,18	0,66	10,47
		II	2,31±0,02	2,00–2,70	0,70	13,20
	2020	I	2,12±0,03	1,73–2,80	1,07	20,59
		II	1,87±0,03	1,40–2,40	1,00	20,57
	2021	I	3,00±0,03	2,67–3,40	0,73	15,30
		II	2,18±0,02	1,68–3,40	1,72	16,86
	$\bar{X}$		<b>2,39</b>	<b>1,40–3,40</b>	<b>2,00</b>	<b>21,54</b>
Кількість листків, шт.	2019	I	10,46±0,07	8,24–11,55	3,31	10,65
		II	7,71±0,07	5,80–8,90	3,10	14,02
	2020	I	6,66±0,07	6,00–8,12	2,12	16,73
		II	5,77±0,04	5,15–6,88	1,73	11,22
	2021	I	8,39±0,09	7,16–10,90	3,74	16,00
		II	5,82±0,05	5,00–10,90	5,90	12,16
	$\bar{X}$		<b>7,47</b>	<b>5,00–11,55</b>	<b>6,55</b>	<b>24,92</b>
Висота рослини, см	2019	I	19,62±0,08	18,63–21,28	2,65	5,99
		II	18,34±0,10	17,21–20,58	3,37	8,17
	2020	I	14,01±0,08	13,22–15,35	2,13	8,76
		II	10,87±0,09	9,26–12,51	3,25	11,75
	2021	I	16,93±0,12	14,84–18,66	3,82	10,88
		II	15,97±0,11	14,55–18,66	4,11	10,45
	$\bar{X}$		<b>15,96</b>	<b>9,26–21,28</b>	<b>12,02</b>	<b>19,78</b>
Маса однієї рослини, г	2019	I	1,00±0,01	0,64–1,28	0,64	21,43
		II	0,71±0,01	0,56–0,89	0,33	19,23
	2020	I	0,56±0,01	0,37–0,76	0,39	26,13
		II	0,44±0,01	0,36–0,55	0,19	18,20
	2021	I	0,82±0,01	0,62–1,06	0,44	18,69
		II	0,63±0,01	0,51–1,06	0,55	18,02
	$\bar{X}$		<b>0,69</b>	<b>0,36–1,28</b>	<b>0,92</b>	<b>29,89</b>
Маса 25 рослин, г	2019	I	24,77	16,09–32,17	16,08	–
		II	17,54	13,90–22,30	8,40	
	2020	I	14,00	9,28–19,09	9,81	
		II	10,88	9,09–13,75	4,66	
	2021	I	20,48	15,43–26,17	10,74	
		II	15,72	12,68–19,27	6,59	
	$\bar{X}$		<b>17,23</b>	<b>9,09–32,17</b>	<b>23,08</b>	

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
Маса абсолютно сухих 25 рослин, г	2019	I	7,08	4,76–9,19	4,43	–
		II	5,30	4,12–6,80	2,68	
	2020	I	3,77	2,54–5,09	2,55	
		II	2,98	2,63–3,71	1,08	
	2021	I	5,56	4,16–7,08	2,92	
		II	4,37	3,52–5,40	1,88	
	$\bar{X}$		<b>4,84</b>	<b>2,54–9,19</b>	<b>6,65</b>	

Примітка: 1.  $\bar{x} \pm s_x$  – середнє значення; 2. min, max – мінімальне і максимальне значення; 3. R – розмах варіювання; 4.  $C_v$  – коефіцієнт варіації.

Сорти МП Дніпрянка та МП Ассоль перевищили стандарт у середньому по досліді, сформували максимальні показники за сівби 5 жовтня – 2,98 шт. і 2,97 шт. відповідно, а за сівби 15 жовтня сорт МП Ассоль зайняв другу позицію – 2,32 шт. За винятком стандарту ( $C_v = 12,18\%$ ) мінливість кількості стебел була значною у всіх генотипів: рівень середнього за три роки досліджень коефіцієнта варіації змінювався від 19,77% (сорт Грація МІР) до 25,84% (селекційна лінія ЛЮТ 37519) (додаток В.2). Відомо, що листки роблять значний внесок у загальну фотосинтетичну діяльність посівів пшениці м'якої озимої та є основним фотосинтезуючим апаратом рослин, де створюються асиміляти, що забезпечують ріст і розвиток рослин та формування врожайності зерна. За результатами досліджень на кількість листків суттєво впливали чинники: рік – 38,7%, строк сівби – 29,0%, генотип – 6,8% і взаємодія рік  $\times$  генотип – 6,9% (додаток Д.2). Максимальна кількість листків була в умовах відновлення весняної вегетації 2019 р. і за сівби 5 жовтня – 9,08 і 10,46 шт./рослину відповідно. Стандарт сформував середню кількість листків за обох строків сівби – 7,22 шт. У 2019 р. за обох строків сівби рослини пшениці м'якої озимої сформували значно більшу (7,02÷10,03 шт.) кількість листків порівняно з 2020 р. (5,72÷7,50 шт.) і 2021 р. (6,46÷8,50 шт.). Рівень ознаки змінювався за сівби 5 жовтня від 6,00 шт. у сорту МП Ювілейна (2020 р.) до 11,55 шт. у сорту МП Дніпрянка (2019 р.), 15 жовтня – від 5,00 шт. у селекційної лінії ЛЮТ 37519 (2021 р.) до 8,9 шт. у ЛЮТ 55198 (2019 р.).

Таблиця 3.4

Біометричні показники сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час відновлення весняної вегетації,  
2019–2021 рр.

Сорт, селекційна лінія	Рік	Кількість стебел, шт.	Кількість листіків, шт.	Висота рослини, см	Маса однієї рослини, г	Маса 25 рослин, г	Маса абсолютно сухих 25 рослин, г
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Подільська стандарт	2019	2,36±0,03	8,28±0,23	18,18±0,18	0,74±0,02	18,26	5,34
	2020	2,37±0,04	6,63±0,16	12,41±0,17	0,56±0,01	13,66	3,64
	2021	2,42±0,05	6,77±0,12	15,79±0,17	0,65±0,01	16,36	4,50
	$\bar{x}$	2,38±0,02	7,23±0,12	15,46±0,21	0,65±0,01	16,09	4,49
МІП Ассоль	2019	2,54±0,06	9,23±0,17*	18,69±0,11*	0,77±0,01*	19,11	5,65
	2020	2,60±0,05*	7,50±0,14*	13,86±0,22*	0,65±0,02*	16,20	4,36
	2021	2,80±0,10*	8,60±0,33*	17,30±0,26*	0,81±0,02*	20,22	5,52
	$\bar{x}$	2,65±0,04*	8,44±0,14*	16,61±0,21*	0,74±0,01*	18,51	5,18
Грация МІР	2019	2,63±0,04*	9,78±0,16*	19,95±0,12*	1,01±0,02*	25,12	7,39
	2020	1,81±0,03*	5,81±0,11*	11,93±0,24	0,45±0,01*	11,34	3,05
	2021	2,47±0,04	6,62±0,09	15,79±0,24	0,65±0,01	16,26	4,44
	$\bar{x}$	2,30±0,04	7,40±0,16	15,89±0,29	0,70±0,02*	17,57	4,96
МІП Дніпрянка	2019	2,87±0,07*	10,03±0,24*	20,93±0,13*	1,01±0,03*	25,10	7,31
	2020	2,20±0,06	6,86±0,16	13,65±0,29*	0,60±0,03*	14,87	3,95
	2021	2,66±0,07*	6,81±0,20	16,37±0,23*	0,70±0,02	17,43	4,79
	$\bar{x}$	2,58±0,04*	7,90±0,18*	16,98±0,28*	0,77±0,02*	19,13	5,35

Продовження таблиці 3.4

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
МІП Лада	2019	2,58±0,07*	9,33±0,27*	17,93±0,16	0,87±0,03*	21,59	6,33
	2020	1,84±0,03*	5,93±0,08*	12,01±0,23*	0,44±0,01*	10,98	2,96
	2021	2,83±0,07*	7,64±0,22*	17,28±0,22*	0,85±0,02*	21,25	5,84
	$\bar{x}$	2,42±0,05	7,63±0,16	15,74±0,25	0,72±0,02*	17,94	5,04
ЕР 55023	2019	2,27±0,05*	7,02±0,18*	18,18±0,16	0,60±0,01*	15,00	4,44
	2020	1,60±0,04*	5,80±0,12*	11,26±0,30*	0,41±0,01*	10,13	2,95
	2021	2,34±0,06	6,46±0,21	15,31±0,20	0,62±0,02	15,45	4,28
	$\bar{x}$	2,07±0,04*	6,43±0,11*	14,91±0,27	0,54±0,01*	13,52	3,89
МІП Ювілейна	2019	2,56±0,04*	9,13±0,21*	18,82±0,23	0,74±0,02	18,18	5,32
	2020	1,88±0,03*	5,90±0,06*	13,12±0,22*	0,52±0,02	12,97	3,50
	2021	2,52±0,10	6,56±0,21	15,99±0,14	0,66±0,02	16,31	4,46
	$\bar{x}$	2,32±0,04	7,20±0,15	15,98±0,21	0,64±0,01	15,82	4,43
ЛЮТ 55198	2019	2,88±0,03*	9,75±0,18*	19,04±0,13*	1,01±0,03*	23,98	6,93
	2020	1,90±0,04*	5,80±0,14*	12,42±0,32	0,49±0,01*	12,35	3,34
	2021	3,02±0,07*	7,68±0,22*	18,09±0,23*	0,92±0,02*	22,72	6,24
	$\bar{x}$	2,60±0,05*	7,74±0,17*	16,51±0,28*	0,80±0,02*	19,68	5,50
ЛЮТ 37519	2019	2,58±0,06*	9,24±0,28*	19,12±0,27*	0,96±0,05*	24,09	6,98
	2020	1,73±0,03*	5,72±0,07*	11,34±0,29*	0,38±0,01*	9,48	2,64
	2021	2,24±0,09	6,83±0,29	16,17±0,29	0,68±0,03	16,94	4,61
	$\bar{x}$	2,18±0,05*	7,26±0,18	15,54±0,31	0,67±0,03	16,83	4,74
<b>НІР<sub>05</sub></b>		<b>0,14</b>	<b>0,36</b>	<b>0,59</b>	<b>0,04</b>		-

Примітки: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс;  $\bar{x}$  – середнє значення; \* – різниця порівняно із стандартом Подолянка достовірна.

Найбільшу облистяність мав сорт МП Ассоль, який мав максимальну середню кількість листків по досліді (8,44 шт.) і за обох строків сівби (9,77 шт. і 7,11 шт. відповідно) і мінімальну (18,74 %) мінливість показника за три роки. Незалежно від строків сівби в умовах 2020 і 2021 рр. сорт МП Ассоль сформував найвищу (7,50 шт. і 8,50 шт.) по досліді кількість листків на одну рослину. Коефіцієнт варіації показника в генотипів пшениці м'якої озимої знаходився на рівні  $18,74 \div 46,68 \%$ , що характеризує дану ознаку як високомінливу (додаток В.2).

У середньому висота рослин сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на момент ЧВВВ становила за обох строків сівби 15,96 см, проте прояв цієї ознаки значно змінювався залежно від строків сівби та умов року вирощування (табл. 3.4). За результатами дисперсійного аналізу найбільший вплив на рівень ознаки мали рік (69,5 %), строк сівби (7,6 %), генотип (4,0 %) і взаємодія рік  $\times$  генотип (3,8 %) (додаток Д.2). Розмах мінливості був від  $9,26 \pm 0,06$  см у селекційної лінії ЕР 55023 (2020 р.; за сівби 15 жовтня) до  $21,28 \pm 0,20$  см у сорту МП Дніпрянка (2021 р.; за сівби 5 жовтня) (додаток В.2). На момент ЧВВВ динаміка висоти зазнала певних змін – вищими були рослини сортів МП Дніпрянка (16,98 см), МП Ассоль (16,61 см) і селекційної лінії ЛЮТ 55198 (16,51 см), що вказує на їх біологічну здатність інтенсивного весняного відростання, тобто швидко реагувати на покращення умов вирощування. Сорт МП Дніпрянка на момент ЧПОВ займав четверту позицію по досліді за висотою рослин, а два інших генотипи мали здатність до інтенсивного росту восени. Мінімальний рівень ознаки відмічали в короткостебловій селекційної лінії ЕР 55023, як у середньому по досліді (14,64 см), так і за першого строку сівби (15,95 см), а також у середньому за 2020 р. і 2021 р. – 11,26 см і 15,31 см відповідно. В умовах 2019 р. разом із стандартом займала сьому позицію (18,18 см). Середній ( $C_v = 19,78 \%$ ) ступінь варіювання ознаки дає змогу найбільш ефективно оцінити генотипи за фенотиповим її проявом (додаток В.2).

Виявлено, що в середньому за роки досліджень маса однієї рослини у превалюючої більшості досліджуваних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на момент ЧВВВ переважала сорт-стандарт ( $0,65 \pm 0,01$  г) за рахунок формування підвищеної кількості пагонів і листків, здатності до інтенсивного росту та розвитку (див. табл. 3.3). Виняток становили селекційна лінія ЕР 55023 і сорт МІП Ювілейна – 0,54 г і 0,64 г відповідно (додаток В.2). За результатами досліджень максимальний вплив на формування показника мали чинники: рік (40,2 %), строк сівби (18,1 %), генотип (10,2 %), взаємодія рік  $\times$  генотип (12,8 %) (рис. 3.2, додаток Д.2).

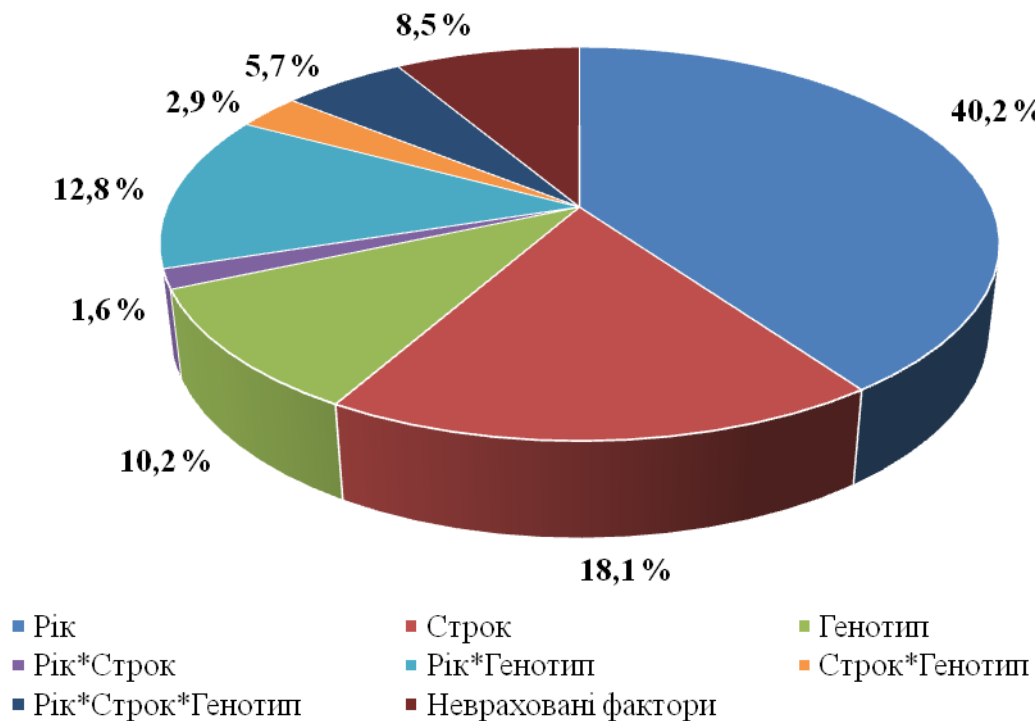


Рисунок 3.2 – Вплив факторів на формування маси однієї рослини сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час відновлення весняної вегетації, 2019–2021 рр.

Найбільший рівень ознаки відмічали в селекційній лінії ЛЮТ 55198 в середньому по досліді (0,80 г) і за обома строками сівби (0,93 г і 0,68 г відповідно), а також у сприятливих умовах 2019 р. і 2021 р. – 1,01 г і 0,92 г відповідно. У посушливих умовах 2020 р. за сівби 15 жовтня максимальний показник сформував сорт МІП Ассоль – 0,55 г, що несуттєво перевищило

стандарт (0,51 г) і підтвердило високий рівень їх посухостійкості. Значення ознаки варіювало від 0,36 г у селекційної лінії ЕР 55023 (2020 р.; строк сівби – 15 жовтня) до 1,28 г у селекційної лінії ЛЮТ 37519 (2019 р.; 5 жовтня). Коефіцієнт варіації (29,89 %) підтвердив високий рівень мінливості (додаток В.2).

Динаміка накопичення сухої речовини пов'язана із забезпеченням рослин вологою, елементами живлення та дотриманням агротехнічних заходів, при цьому за однакових умов вирощування вона залежить від індивідуальних особливостей кожного генотипу. За роки досліджень встановлено ті ж самі особливості формування рівня маси 25 живих і абсолютно сухих рослин, що й однієї рослини: мінімальні показники відмічали в умовах 2020 р. за другого строку сівби. У селекційної лінії ЕР 55023 і сорту МП Ювілейна рівень ознаки був найменшим – 13,52 г; 3,89 г і 15,82 г; 4,43 г відповідно, а максимальний – у селекційної лінії ЛЮТ 55198 – 19,68 г; 5,50 г. За дуже посушливих умов осені 2019 р. в середньому за обох строків сівби найбільшу біомасу сформував сорт МП Ассоль – 16,20 г і 4,36 г відповідно (див. табл. 3.4).

Отже, встановлено, що величина біометричних показників рослин пшениці м'якої озимої на момент часу відновлення весняної вегетації суттєво залежала від наявності запасів продуктивної вологи в ґрунті та відповідного температурного режиму, строку сівби й генотипу, а також від взаємодії рік × генотип. Найбільш суттєвим був вплив року та строку сівби – 25,2÷69,5 % і 7,6÷29,0 % відповідно.

Визначено, що на момент ЧВВВ суттєво підвищувався вплив генотипу (здатності до інтенсивного відростання та адекватної реакції до зміни умов середовища) та його взаємодії з умовами року. На протигагу на час припинення осінньої вегетації більший вплив на рівень висоти та маси однієї рослини мав строк сівби, а кількості листків – умови року. На кількість стебел істотно більше впливав чинник генотипу навесні, ніж восени: 12,3 % і 1,9 % відповідно.

Доведено різний характер прояву ознак і їх мінливості. Стримуючим фактором для відновлення ростових процесів і ефективного розвитку рослин

пшениці м'якої озимої була посушлива погода, дефіцит вологи в ґрунті. В умовах 2019 р. проявилась значна перевага рослин сортів і селекційних ліній за середніми показниками висоти (17,21–21,28 см), кількості стебел (2,00–3,18 шт.), кількості листків (5,80–11,55 шт.), маси однієї рослини (0,56–1,28 г).

Доведено, що в роки досліджень формування параметрів біометричних показників після відновлення активної весняної вегетації в сприятливі за погодою дні інтенсивніше проходило в посівах пшениці м'якої озимої за сівби 5 жовтня, що сприяло формуванню біомаси з масою однієї рослини в середньому 0,79 г (за сівби 15 жовтня – 0,58 г).

Визначено, що сорт МПП Ассоль мав біологічну здатність до інтенсивного весняного куціння, що дозволило сформувати рослини з найвищими середніми показниками кількості стебел і листків – 2,65 шт. 8,44 шт. відповідно, а також відносився до найбільш посухостійких генотипів. У дуже посушливих умовах 2019 р. в середньому за обох строків сівби сорт МПП Ассоль сформував найбільшу біомасу – 16,20 г і 4,36 г відповідно. Мінімальний рівень біометричних показників відмічали в короткостебловій селекційній лінії ЕР 55023 і сорту МПП Ювілейна. Максимальну середню масу 25 рослин відмічали в селекційній лінії ЛЮТ 55198 (19,68 г; 5,50 г). Установлено середній ( $C_v = 19,78\%$ ) рівень мінливості за три роки за висотою рослин, значний – за кількістю стебел і листків, масою однієї рослини ( $C_v = 21,54\%$ ;  $24,92\%$ ;  $29,89\%$  відповідно).

### 3.3 Мінливість показників елементів структури продуктивності рослин та вплив факторів на їх рівень

Створення високопродуктивних із стабільною врожайністю сортів зернових культур завжди було і є головним завданням селекції. Урожайність пшениці м'якої озимої зумовлена характером прояву структурних елементів продуктивності, які мають значну мінливість під впливом біотичних та абіотичних чинників довкілля. Саме результати їх формування найбільш повно відображують вплив умов вирощування рослин у процесі їх онтогенезу.

Основними показниками, що визначають рівень урожайності, є щільність продуктивного стеблостою та продуктивність колоса, рівень прояву яких обумовлюється світловим і температурним режимами, вологозабезпеченістю ґрунту та ін. Усі ці фактори знаходяться в тісному та постійному взаємозв'язку. Вони визначають інтенсивність росту і розвитку рослин на різних етапах вегетації, та, в кінцевому рахунку, їх продуктивність [317–320]. Важливим напрямом у селекції сортів пшениці є збільшення врожайності за рахунок підвищення продуктивності колоса, що завжди було актуальним і вирішувалося селекціонерами різними шляхами. Одні пов'язують вирішення проблеми зі збільшенням кількості зерен, інші надають перевагу крупності зерна. Ефективність доборів за цими ознаками не завжди може задовольнити селекціонера, бо рівень їх прояву по-різному і в більшості випадків суттєво змінюється під впливом умов зовнішнього середовища. Тому важливо з'ясувати особливості формування та прояву ознак, визначити вплив кожної із них на загальну продуктивність і встановити взаємозв'язок між ними. Зусилля селекціонерів спрямовані на створення сортів із вдалим поєднанням в одному генотипі високих параметрів усіх основних елементів продуктивності, що уможливить максимально підвищити врожайність зерна [321–323].

Для ефективного управління продукційним процесом пшениці озимої необхідно створювати сорти, які поєднують високий генетичний потенціал урожайності зі стійкістю до стресорів і здатністю використовувати сприятливі умови середовища. Урожайність є результатом складної динамічної рівноваги багатьох процесів, вплив яких різноспрямований. Результати досліджень свідчать про суттєвий вплив на формування елементів структури врожайності як погодних умов року, так і генотипу. Велика увага в селекційно-генетичних дослідженнях приділяється висоті рослин, яка відіграє важливу роль у формуванні високого рівня врожайності [311]. Залежно від умов середовища рівень прояву ознаки варіював від 74,0 см (ЛЮТ 37519, ЕР 55023; II і I строк сівби відповідно; 2019/20 р.) до 121,4 см (ЛЮТ 55198; I строк сівби; 2020/21 р.) (додаток Г).

Таблиця 3.5

Параметри варіювання елементів структури продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Елемент структури врожайності	Рік	Строк сівби	$\bar{x} \pm s_x^1$	Lim <sup>2</sup> (min÷max)	R <sup>3</sup>	Cv <sup>4</sup> , %	НІР <sub>05</sub> <sup>5</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Висота рослини, см	2019	I	102,1±0,93	90,0÷110,0	20,0	4,1	2,64	
		II	94,3±0,99	86,0÷103,0	17,0	4,7		
	2020	I	85,7±1,11	74,1÷94,2	20,1	5,4	3,05	
		II	86,8±1,03	74,0÷96,9	22,9	5,5		
	2021	I	110,0±0,83	95,8÷118,7	22,9	3,8	2,23	
		II	102,7±0,83	92,8÷115,3	22,5	3,8		
	$\bar{X}^6$			<b>96,9</b>	<b>74,0÷118,7</b>	<b>44,7</b>	<b>4,6</b>	-
Кількість продуктивних стебел, шт.	2019	I	4,3±0,13	3,8–5,1	1,3	18,6	0,39	
		II	4,2±0,14	3,6÷5,4	1,8	20,7		
	2020	I	3,3±0,18	3,2÷3,6	0,4	27,9	0,59	
		II	3,2±0,14	3,0÷3,6	0,6	20,7		
	2021	I	3,8±0,23	3,3÷4,4	1,1	19,6	0,45	
		II	3,9±0,16	3,5÷4,4	0,9	15,4		
	$\bar{X}$			<b>3,8</b>	<b>3,0÷5,4</b>	<b>2,4</b>	<b>20,5</b>	-
Головний колос	довжина, см	2019	I	10,2±0,14	9,5÷11,2	1,7	7,2	0,42
			II	10,3±0,13	9,2÷11,6	2,4	6,0	
		2020	I	8,1±0,18	6,9÷8,9	2,0	6,5	0,29
			II	8,4±0,18	7,7÷9,3	1,6	6,9	
		2021	I	9,6±0,10	8,5÷10,4	1,9	7,8	2,80
			II	9,2±0,12	8,3÷10,8	2,5	7,8	
	$\bar{X}$			<b>9,3</b>	<b>6,9÷11,6</b>	<b>4,7</b>	<b>7,0</b>	-
	кількість колосків, шт.	2019	I	18,3±0,28	17,3÷20,4	3,1	6,2	0,74
			II	18,3±0,22	16,6÷20,0	3,4	5,4	
		2020	I	15,9±0,30	15,2÷17,0	1,8	7,9	0,77
			II	16,0±0,33	15,1÷16,6	1,5	7,3	
		2021	I	17,5±0,26	16,8÷18,3	1,5	7,7	0,86
			II	17,1±0,24	16,2÷18,4	2,2	8,4	
$\bar{X}$			<b>17,2</b>	<b>15,1÷20,4</b>	<b>5,3</b>	<b>7,2</b>	-	
кількість зерен, шт.	2019	I	49,8±1,38	44,0÷55,7	11,7	15,1	4,06	
		II	49,4±1,22	41,5÷56,5	15,0	12,2		
	2020	I	33,2±1,63	28,1÷36,0	7,9	12,1	2,33	
		II	32,9±1,50	30,1÷35,5	5,4	12,9		
	2021	I	46,1±0,79	41,8÷51,3	9,5	14,8	4,26	
		II	43,4±0,87	40,9÷50,3	9,4	14,1		
$\bar{X}$			<b>42,5</b>	<b>28,1÷56,5</b>	<b>28,4</b>	<b>13,5</b>	-	

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Маса зерна з головного колоса, г	2019	I	2,3±0,07	2,0÷2,6	0,6	13,9	0,21
		II	2,2±0,07	1,9÷2,5	0,6	15,9	
	2020	I	1,3±0,08	1,0÷1,6	0,6	15,9	0,12
		II	1,3±0,08	1,1÷1,6	0,5	17,9	
	2021	I	2,0±0,05	1,6÷2,2	0,6	18,4	0,24
		II	1,9±0,04	1,5÷2,5	1,0	18,8	
$\bar{X}$			<b>1,8</b>	<b>1,0÷2,6</b>	<b>1,6</b>	<b>16,8</b>	-
Маса зерна з рослини, г	2019	I	6,0±0,27	5,2÷6,7	1,5	19,9	0,76
		II	5,8±0,28	5,2÷6,4	1,2	21,6	
	2020	I	2,6±0,29	1,5÷4,1	2,6	36,4	0,49
		II	2,5±0,28	1,8÷3,7	1,9	30,6	
	2021	I	4,4±0,17	3,6÷5,2	1,9	29,6	0,81
		II	4,5±0,17	3,1÷5,7	2,6	29,2	
$\bar{X}$			<b>4,3</b>	<b>1,5÷6,7</b>	<b>5,2</b>	<b>27,9</b>	-
Маса 1000 зерен, г	2019	I	49,9±1,37	46,7÷51,2	4,5	13,1	4,22
		II	47,6±1,43	42,9÷53,2	10,3	14,4	
	2020	I	38,1±0,94	31,8÷41,4	9,6	12,4	2,29
		II	38,8±0,84	31,8÷42,0	10,2	12,9	
	2021	I	42,4±0,98	40,7÷43,8	3,1	9,2	2,53
		II	41,7±0,95	37,2÷47,1	9,9	10,3	
$\bar{X}$			<b>43,1</b>	<b>31,8÷53,2</b>	<b>21,4</b>	<b>12,1</b>	-

Примітка: 1.  $\bar{x} \pm s_x$  – середнє значення; 2. max, min – максимальні та мінімальні значення; 3. R – розмах варіювання; 4.  $C_v$  – коефіцієнт варіації; 5.  $NI_{P_{05}}$  – найменша істотна різниця за 95 % рівня значущості; 6.  $\bar{X}$  – середнє значення за 2018/19–2020/21 рр.

Мінімальні ( $74,0 \pm 1,04 \div 96,9 \pm 1,14$  см) показники за обох строків сівби відмічали в гостро посушливих (ГТК = 0,60) умовах 2019/20 р., адаптивна норма (середнє по досліді) була найнижчою. Максимальний ( $88,8 \pm 0,82 \div 121,4 \pm 1,16$  см) рівень ознаки був у сприятливому (ГТК = 1,03) 2021 р. (табл. 3.5). Залежно від строків сівби та умов року сорти і селекційні лінії пшениці м'якої озимої за висотою рослин переходили до різних груп: МП Ассоль, МП Грація, МП Ювілейна, ЛЮТ 55198, як і стандарт, належали до групи середньостеблових (101–120 см) в умовах 2019 р. (I строк) і 2021 р., до короткостеблових – 2019 р. (II строк) і 2020 р. (додаток В.3).

Сорт МП Дніпрянка в умовах 2019 і 2021 рр. мав стеблостій на рівні  $103,0 \pm 1,04 \div 113,2 \pm 1,25$  см, а в 2020 р. –  $95,6 \pm 1,27$  см. Незалежно від умов року сорт МП Лада за сівби 15 жовтня мав висоту рослин  $83,8 \pm 0,69 \div 92,8 \pm 0,76$  см, за сівби 5 жовтня в роки з достатньою кількістю опадів (2021, 2019) –  $103,0 \pm 1,33$  і  $105,1 \pm 0,66$  см відповідно, в посушливому 2020 р. –  $75,2 \pm 0,69$  см. Селекційна лінія ЛЮТ 37519 сформувала стеблостій з різною висотою: за сівби в перший строк –  $100,0 \pm 0,82$  см (2019 р.),  $81,0 \pm 0,98$  см (2020 р.) і  $105,1 \pm 0,66$  см (2021 р.), за другого строку –  $86,0 \pm 0,86$  см,  $74,0 \pm 1,04$  см,  $92,8 \pm 0,76$  см відповідно, що свідчить про її високу чутливість до умов середовища. Незалежно від строків сівби в роки з оптимальним вологозабезпеченням (2019, 2021) селекційна лінія ЕР 55023 стабільно входила до групи короткостеблових, а в посушливому 2019 р. – до напівкарликів. Установлено незначне варіювання за висотою рослин у всіх сортів і селекційних ліній пшениці озимої. Коефіцієнт варіації знаходився в межах від 3,8 % до 5,5 %, що відповідає низькому рівню мінливості (табл. 3.6). За результатами дисперсійного аналізу на прояв ознаки найбільший вплив мали фактори «рік» і «генотип» – 46,9 % і 29,2 % відповідно, строк сівби впливав значно менше (5,9 %), хоча теж суттєво (рис. 3.3, додаток Д.3).

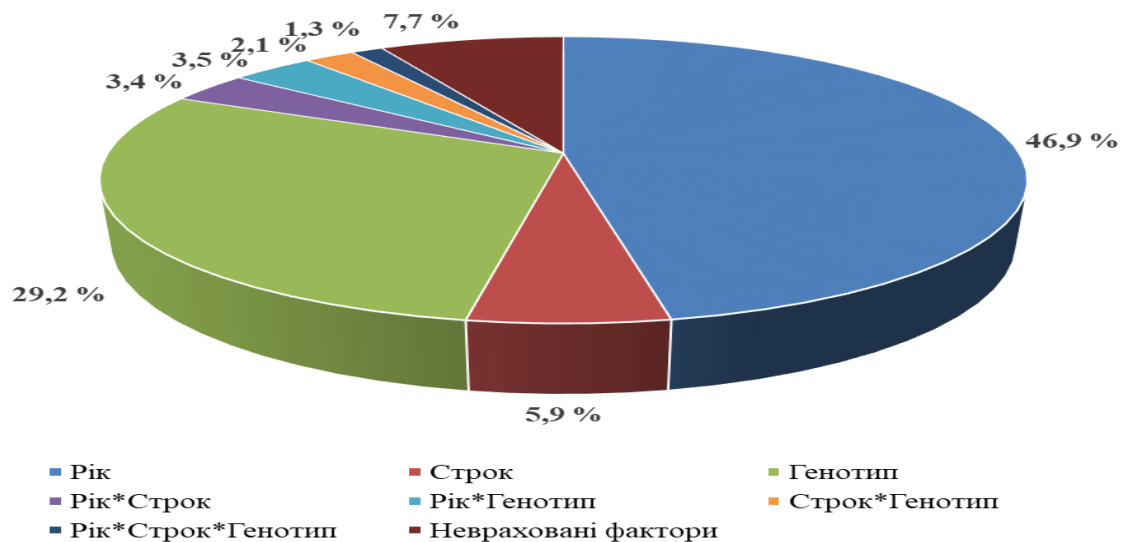


Рисунок 3.3 – Вплив факторів на формування висоти рослин сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Таблиця 3.6

Структура елементів продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, середнє за 2018/19–2020/21 рр.

Сорт, селекційна лінія	Статистичний показник*	Елементи структури продуктивності **							
		ВР	КПС	Головний колос				МЗР	МТЗ
				ДК	ККК	КЗК	МЗК		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Подільська- стандарт	$\bar{X}$	104,4±0,88	3,5±0,16	9,3±0,14	16,9±0,31	41,4±1,07	1,7±0,05	4,1±0,25	42,5±0,83
	max	118,7±1,03	3,9±0,15	10,2±0,20	17,8±0,37	48,9±1,36	2,2±0,07	5,4±0,36	50,2±1,27
	min	91,1±0,83	3,0±0,15	8,5±0,13	16,2±0,36	34,6±0,61	1,5±0,03	2,8±0,25	39,1±0,82
	Cv, %	3,94	20,57	6,57	8,27	11,67	13,76	28,62	8,79
МІП Ассоль	$\bar{X}$	101,7±1,45	3,6±0,18	9,5±0,11	17,4±0,28	43,1±1,00	1,9±0,05	4,5±0,26	44,4±0,78
	max	109,7±0,92	4,5±0,26	10,7±0,15	18,2±0,25	50,5±1,12	2,3±0,06	6,2±0,33	48,8±0,87
	min	92,3±1,22	3,2±0,13	8,5±0,08	16,5±0,34	35,0±0,53	1,5±0,03	2,4±0,17	41,8±0,80
	Cv, %	4,36	20,31	5,83	8,00	10,17	12,96	26,52	8,63
Грація МІР	$\bar{X}$	96,1±1,09	4,4±0,18	9,1±0,12	17,4±0,23	42,5±1,21	1,8±0,08	4,0±0,28	43,0±1,26
	max	105,3±0,83	5,4±0,15	11,6±0,15	20,9±0,25	56,5±1,58	2,6±0,05	6,4±0,33	53,2±0,62
	min	82,5±0,91	3,4±0,13	7,9±0,09	15,8±0,29	32,5±0,84	1,2±0,06	2,4±0,15	37,0±0,90
	Cv, %	4,72	22,68	6,58	6,53	13,09	18,06	29,36	13,21
МІП Дніпрянка	$\bar{X}$	103,8±1,09	4,1±0,18	9,6±0,14	17,7±0,28	44,5±1,34	1,9±0,06	4,5±0,27	44,9±1,17
	max	110,0±1,04	4,7±0,27	11,0±0,25	20,0±0,37	54,7±2,06	2,4±0,09	6,4±0,22	52,6±2,23
	min	94,2±1,40	3,4±0,15	8,8±0,10	16,3±0,20	33,5±0,61	1,4±0,04	2,8±0,14	41,2±0,91
	Cv, %	4,93	21,07	7,04	7,69	14,75	16,75	29,90	12,10
МІП Лада	$\bar{X}$	91,5±0,96	3,8±0,15	9,6±0,16	17,4±0,23	43,9±1,07	1,8±0,07	4,4±0,22	43,4±1,32
	max	105,1±0,66	4,2±0,15	10,3±0,29	18,3±0,37	50,3±2,04	2,3±0,07	6,3±0,25	51,0±1,65
	min	75,2±1,47	3,3±0,16	8,6±0,10	15,4±0,26	31,0±0,63	1,3±0,05	2,2±0,14	36,6±1,37
	Cv, %	5,20	19,38	7,34	7,33	13,10	18,68	28,35	14,47

Продовження таблиці 3.6

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
ЕР 55023	$\bar{X}$	85,1±0,82	3,5±0,13	8,6±0,11	16,2±0,24	38,3±1,24	1,6±0,06	3,7±0,22	39,7±1,21
	max	95,8±0,62	4,7±0,17	9,5±0,12	17,3±0,26	44,0±1,88	2,0±0,09	5,3±0,30	46,7±1,59
	min	74,1±1,69	3,0±0,18	7,4±0,10	15,1±0,18	30,1±0,56	1,1±0,04	1,8±0,19	31,8±0,77
	Cv, %	5,55	17,58	6,17	6,71	13,81	17,41	28,61	12,28
МП Ювілейна	$\bar{X}$	97,7±0,77	3,6±0,16	9,2±0,13	16,8±0,26	42,0±1,21	1,8±0,06	4,2±0,21	42,9±0,90
	max	112,9±0,49	4,0±0,19	10,0±0,17	17,8±0,33	48,8±1,55	2,2±0,05	5,9±0,25	48,4±0,80
	min	85,9±0,99	3,2±0,14	8,3±0,09	15,9±0,13	34,3±0,81	1,4±0,04	2,5±0,15	39,0±0,87
	Cv, %	3,73	19,19	6,61	6,78	14,33	17,24	25,13	10,98
ЛЮТ 55198	$\bar{X}$	102,5±0,75	3,9±0,16	9,7±0,20	17,5±0,31	44,8±1,48	2,0±0,07	4,6±0,31	45,2±1,23
	max	121,4±1,16	4,5±0,15	10,9±0,22	18,7±0,36	51,3±1,52	2,5±0,08	6,3±0,24	51,0±1,75
	min	90,1±0,99	3,4±0,10	7,9±0,23	15,6±0,33	31,3±1,36	1,2±0,05	2,1±0,20	38,5±0,73
	Cv, %	3,98	21,76	9,61	8,48	15,29	15,71	26,10	12,23
ЛЮТ 37519	$\bar{X}$	89,9±0,85	4,1±0,18	9,2±0,17	17,3±0,27	42,2±1,44	1,9±0,08	4,2±0,23	42,0±1,41
	max	105,1±0,66	5,1±0,20	11,2±0,19	20,4±0,21	55,7±1,43	2,6±0,11	6,7±0,23	51,2±2,03
	min	74,0±1,04	3,3±0,11	6,9±0,09	15,0±0,26	28,1±0,81	1,0±0,04	1,5±0,20	31,8±1,06
	Cv, %	4,51	22,06	8,19	7,11	15,59	21,56	28,62	16,47

Примітка: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; \* –  $\bar{X}$  – середнє значення; max, min – максимальні та мінімальні значення; Cv – коефіцієнт варіації, %; \*\* – ВР – висота рослин, см; КПС – кількість продуктивних стебел, шт.; ДК – довжина колоса, см; ККК – кількість колосків у колосі, шт.; КЗК – кількість зерен з колоса, шт.; МЗК – маса зерна з колоса, г; МЗР – маса зерна з рослини, г; МТЗ – маса 1000 зерен, г.

У формуванні високопродуктивних агрофітоценозів пшениці м'якої озимої важливе значення має кушіння, що дозволяє рослинам використовувати життєвий простір і є одним із засобів підтримки гомеостазу. Продуктивна кущистість – один з головних елементів, що визначає зернову продуктивність рослин і залежить від генотипу, умов вирощування та взаємодії «генотип–умови року» [320, 324]. Рівень ознаки варіював від 3,0 шт. (ЕР 55023 і стандарт; II строк сівби; 2020 р.) до 5,4 шт. (Грація МИР; II строк сівби; 2019 р.). Виділено сорти (Грація МИР, МП Дніпрянка, МП Лада) та селекційні лінії (ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198), які за цим показником перевищували стандарт за обох строків сівби кожного року і в середньому по досліді (додаток В.3). Сорт Грація МИР формував щорічно максимальний рівень показника за сівби 15 жовтня, а селекційна лінія ЛЮТ 37519 – 5 жовтня. Мінімальну кількість продуктивних стебел відмічали в селекційній лінії ЕР 55023 за обох строків сівби, за винятком I строку в 2018/19 р. Біологічна здатність до утворення високої кількості продуктивних стебел була в сортів Грація МИР ( $4,4 \pm 0,18$  шт.), МП Дніпрянка ( $4,1 \pm 0,18$  шт.) і селекційної лінії ЛЮТ 37519 ( $4,1 \pm 0,18$  шт.). Прояв ознаки на рівні середнього по досліді (3,8 шт.) відмічали в селекційній лінії ЛЮТ 55198 ( $3,9 \pm 0,16$  шт.) і сортів МП Лада ( $3,8 \pm 0,15$  шт.), МП Ассоль ( $3,6 \pm 0,18$  шт.). Найбільшу середню мінливість ознаки відмічали в сорту Грація МИР ( $3,4 \div 5,4$  шт.;  $C_v = 22,68\%$ ) і селекційної лінії ЛЮТ 37519 ( $3,3 \div 5,1$  шт.;  $C_v = 22,06\%$ ), мінімальну – в ЕР 55023 ( $3,0 \div 4,7$  шт.;  $C_v = 17,58\%$ ). Середній рівень мінливості показника був за сівби 15 жовтня у 2018/19 р., 2020/21 р. і 5 жовтня – в 2019/20 р. (табл. 3.5). Виявлено, що формування ознаки більше зумовлено умовами року (52,3 %) і генотипом (23,6 %) (рис. 3.4, додаток Д.3).

Продуктивність колоса є однією з головних ознак, які визначають урожайність пшениці озимої, і значно варіює залежно від умов вирощування. Виявлено, що довжина головного колоса змінюється під впливом ґрунтово-кліматичних умов, що складаються на період формування елементів колоса [325].

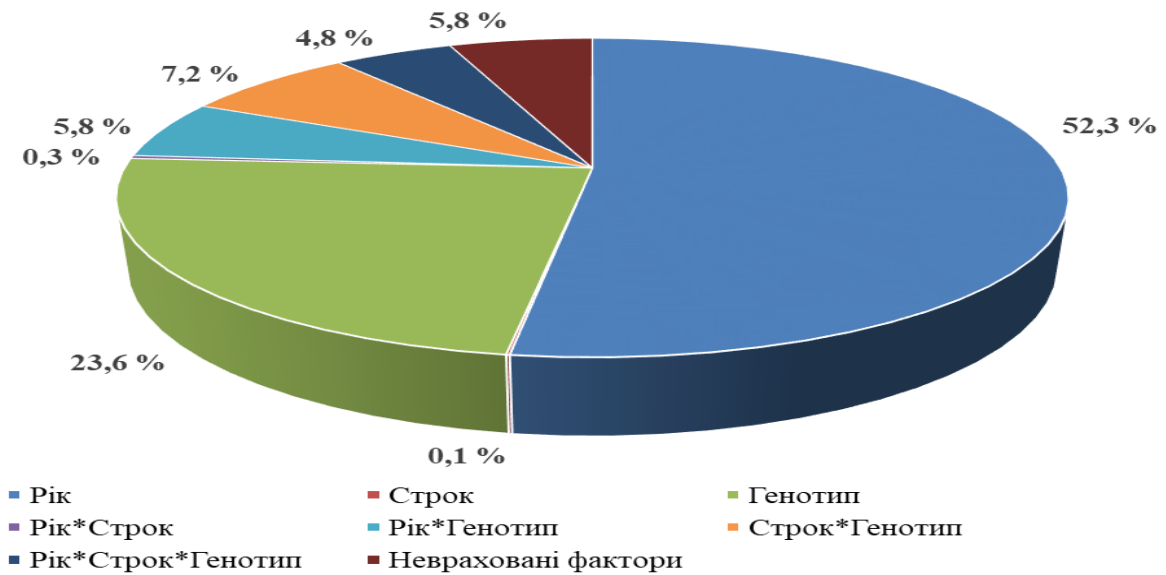


Рисунок 3.4 – Вплив факторів на формування кількості продуктивних стебел сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Одними з найважливіших чинників зовнішнього середовища, що впливають на його довжину, є температура, інтенсивність освітлення і тривалість дня. Колос із найбільшою довжиною і кількістю колосків у ньому формується за умов помірних температур повітря та інтенсивного освітлення. Це сповільнює ростові процеси, збільшує період закладання сегментів майбутніх члеників колосового стрижня. Колос стає довшим, а отже, зростає потенціал його зернової продуктивності. Розсіяне освітлення в поєднанні з невисокими температурами (5–10 °С) і доброю забезпеченістю рослин елементами живлення сприяє утворенню крупного колоса [325]. У середньому за роки досліджень рослини сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, як і стандарт, сформували колос середньої довжини – 9,3 см. Рівень прояву ознаки варіював від  $7,4 \pm 0,10$  см (селекційна лінія ЕР 55023; I строк сівби; 2019/20 р.) до  $11,6 \pm 0,15$  см (сорт Грація МИР; II строк сівби; 2018/19 р.). Максимальні середні по досліді значення показника незалежно від строку сівби були в умовах 2018/19 р. Мінімальні значення відмічали в 2019/20 р. на фоні дефіциту опадів у квітні (ГТК = 0,35) з великою кількістю днів (12) з температурою повітря вище +10 °С, що прискорило розвиток колоса та його

елементів і негативно вплинуло на довжину. Виявлено, що за сівби 15 жовтня в 2018/19 і 2019/20 рр. рослини мали довший колос порівняно з I строком, а в 2020/21 р. – навпаки. Тривалість періоду розвитку пшениці м'якої озимої від відновлення вегетації до початку наливу зернівки (III–VIII етап органогенезу) була найменшою в 2020/21 р., при цьому формування колоса в рослин другого строку сівби відбувалось за нижчої середньої добової температури повітря, ніж першого. За довжиною колоса стандарт ( $9,3 \pm 0,14$  см) перевищували селекційна лінія ЛЮТ 55198 ( $9,7 \pm 0,20$  см) і сорти МП Дніпрянка ( $9,6 \pm 0,14$  см), МП Лада ( $9,6 \pm 0,16$  см), МП Ассоль ( $9,5 \pm 0,11$  см). Останній мав найменший ( $C_v = 5,83$  %) ступінь мінливості по досліді. Мінімальним ( $8,6 \pm 0,11$  см) був колос у короткостеблової селекційної лінії ЕР 55023. Незалежно від сортових особливостей дана ознака мала незначну фенотипову мінливість ( $C_v = 5,6$ – $8,8$  %) з розмахом варіації  $0,2$ – $2,0$  см. Установлено, що формування кількісної ознаки «довжина головного колоса» обумовлено погодними умовами року ( $59,5$  %) і генотипом ( $8,4$  %) (рис. 3.5, додаток Д.3).

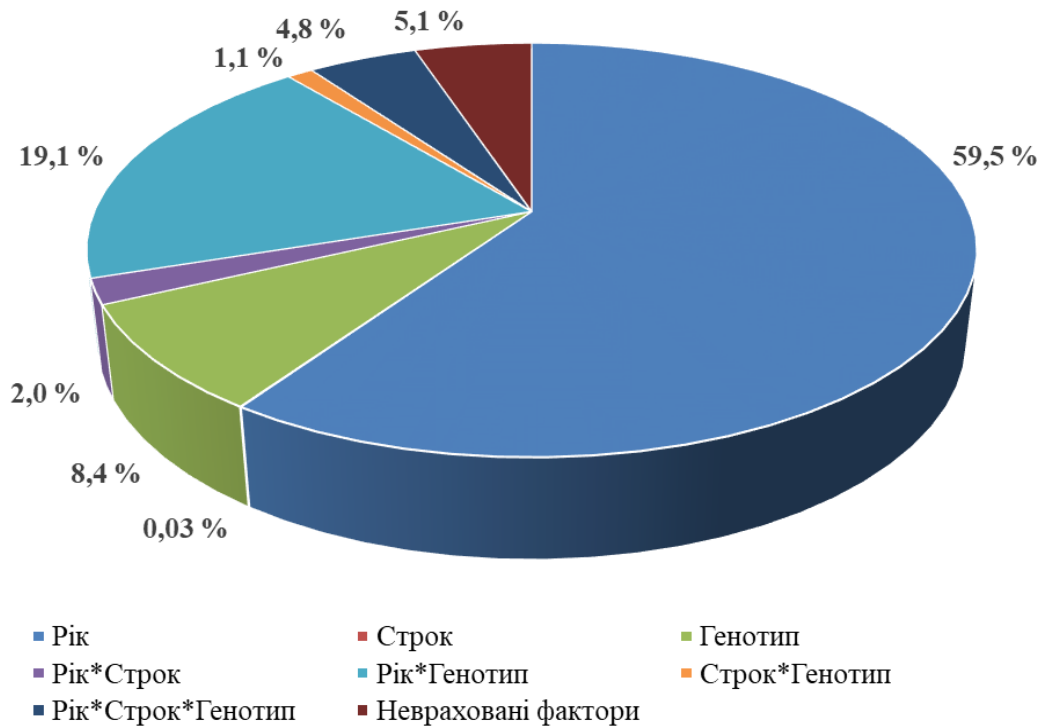


Рисунок 3.5 – Вплив факторів на формування довжини головного колоса сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Продуктивність колоса визначається кількістю та масою зерен з одного колоса. Разом з тим, їх кількість і величина обумовлюються сприятливими умовами для росту та розвитку рослин пшениці м'якої озимої на початку III етапу органогенезу, який характеризується диференціацією конуса наростання, тобто утворенням майбутнього колоса. Чим кращими для неї будуть умови вирощування в цей період і чим триваліший час рослини будуть знаходитись на цьому етапі розвитку, тим більше формується сегментів з більшою кількістю колосків у колосі. Важлива роль в озерненості колоса належить кількості квіток у колоску. Утворення квіткових горбиків та їх редукція проходять у фазу виходу рослин у трубку, тому період від ЧВВВ до цієї фази є досить важливим у формуванні озерненості колоса як одного з важливих елементів структури врожаю [322].

За результатами досліджень рівень прояву кількості колосків у колосі варіював від  $15,0 \pm 0,26$  шт. (ЛЮТ 37519; I строк сівби; 2019/20 р.) до  $20,9 \pm 0,25$  шт. (Грація МИР; II; 2018/19 р.). Отримані експериментальні дані свідчать, що строки сівби не мали суттєвого впливу на прояв цієї ознаки. Слід відмітити, що в 2018/19 р. за обох строків сівби даний показник був максимальним і знаходився на рівні 18,3 шт. У переважної більшості досліджуваних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої кількість колосків у колосі перевищувала стандарт (16,9 шт.). Рівень мінливості був слабким, що зумовлено нормою реакції генотипу: максимальний (8,27; 8,48 %) – у стандарту та селекційної лінії ЛЮТ 55198 відповідно, мінімальний (6,53 %) – у сорту Грація МИР (див. табл. 3.6). Виявлено, що формування кількості колосків у головному колосі пшениці м'якої озимої більшою мірою зумовлено умовами року вирощування (54,4 %), ніж генотипом (10,4 %) і строками сівби (0,5 %) (рис. 3.6, додаток Д.3).

За свідченням більшості науковців, кількість зерен з головного колоса є одним із важливих елементів структури врожайності пшениці м'якої озимої. Озерненість колосу залежить від генотипових особливостей, а саме довжини колоса, кількості колосків, фертильності квіток і від умов навколишнього

середовища під час цвітіння, запилення та запліднення. Ознака «кількість зерен із головного колоса» відзначається незначною мінливістю і є важливим елементом продуктивності колоса [326].

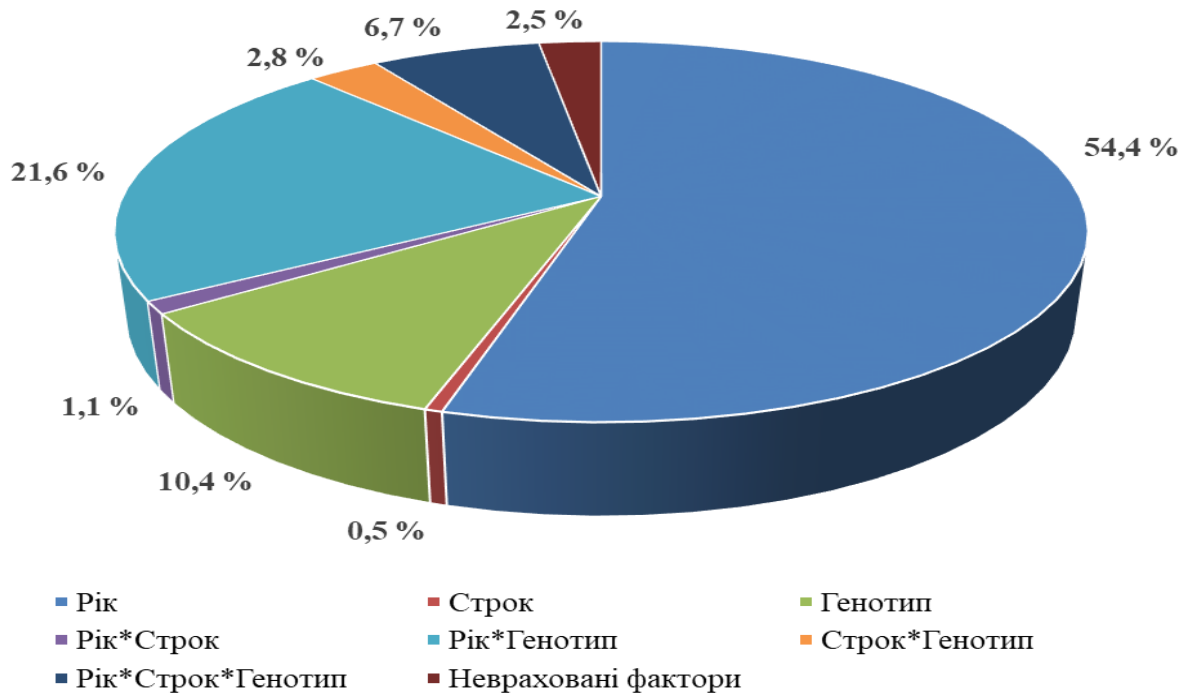


Рисунок 3.6 – Вплив факторів на формування кількості колосків у головному колосі сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Кількість зерен у головному колосі – другий за вкладом в урожайність зерна елемент структури. Безпосередньо формування зернівок відбувається на X етапі органогенезу. Нестача вологи на VI і IX е. о., коли рослини дуже чутливі до несприятливих погодних умов, призводить до значного погіршення озерненості колоса та зниження врожайності [307], що спостерігалось у 2019/20 р.:  $33,2 \pm 1,63$  шт. (I строк сівби) і  $32,9 \pm 1,50$  шт. (II), розмах варіації – 28,1–36,3 шт. і 30,1–35,5 шт. відповідно. За дефіциту вологи в межах групи генотипів, що вивчали, відмічали суттєву редукцію кількості зерен у напівкарликових селекційних ліній: ЛЮТ 37519 ( $28,1 \pm 0,81$  шт.; I строк сівби і  $30,4 \pm 1,39$  шт.; II строк) і EP 55023 ( $30,9 \pm 0,68$  шт.; I строк сівби і  $30,1 \pm 0,56$  шт.; II строк). Незалежно від погодних умов року сорти та селекційні лінії пшениці

м'якої озимої сформували більшу кількість зерен у головному колосі за сівби 5 жовтня. За середнім показником для всіх від строків сівби та умов року стандарт ( $41,4 \pm 1,07$  шт.) і адаптивну норму (42,5 шт.) перевищили сорти: МП Дніпрянка ( $44,5 \pm 1,34$  шт.), МП Лада ( $43,9 \pm 1,07$  шт.), МП Ассоль ( $43,1 \pm 1,00$  шт.) і селекційна лінія ЛЮТ 55198 ( $44,8 \pm 1,48$  шт.), що характеризує їх як генотипи з високим рівнем продуктивності. За ознакою відмічено середній рівень мінливості ( $C_v = 10,7\text{--}17,6\%$ ) (табл. 3.6). Установлено, що на показник озерненості колоса суттєво впливали умови навколишнього середовища (73,0 %) і сортові особливості (5,3 %) (рис. 3.7, додаток Д.3).

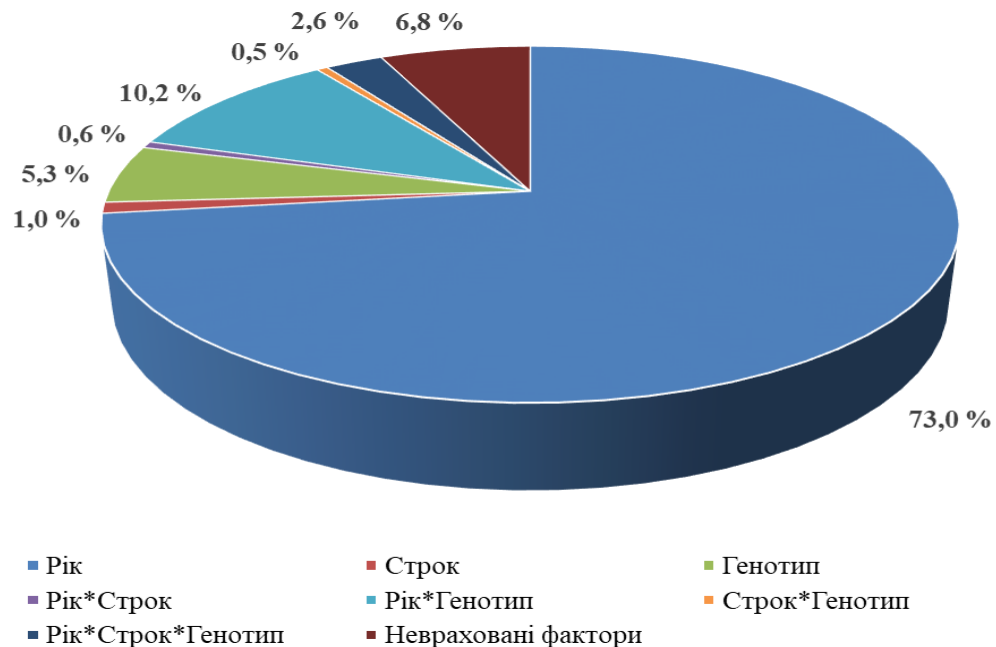


Рисунок 3.7 – Вплив факторів на формування кількості зерен у головному колосі сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Маса зерна з головного колоса залежить від озерненості та від забезпечення рослин пшениці озимої вологою і поживними речовинами. Мінімальні показники за обох строків сівби відмічали в посушливих (ГТК = 0,88) умовах періоду наливу та досягання зерна 2020 р. За результатами досліджень середнє значення ознаки за обох строків сівби знаходилося практично на одному рівні: у 2019 р. – 2,3; 2,2 г, у 2020 р. – 1,3; 1,3 г, у 2021 р. – 2,0; 1,9 г відповідно. Вищу масу зерна з головного колоса

незалежно від умов року та строків сівби формували сорт МП Ассоль і селекційна лінія ЛЮТ 55198: у 2018/19 р. – 2,2 г і 2,3 г (I строк сівби); 2,3 і 2,5 г (II строк сівби) відповідно; в 2019/20 р. – 1,5 г і 1,4 г; 1,2 г і 1,5 г відповідно. Слід відмітити, що дані генотипи, як і стандарт, під впливом лімітуючих факторів зовнішнього середовища мали найменшу мінливість за ознакою. Висока продуктивність колоса забезпечувалась у сорту МП Ассоль за рахунок підвищеної озерненості та крупності зерна, а в селекційній лінії ЛЮТ 55198 – максимального рівня цих ознак у середньому по досліді (табл. 3.6). У несприятливому 2019/20 р. більшу масу зерна сформували стандарт (1,5±0,03; 1,6±0,03 г) і сорти: МП Дніпрянка (1,6±0,03 г; 1,4±0,04 г), МП Ассоль (1,5±0,03 г; 1,5±0,03 г), МП Ювілейна (1,4±0,04 г; 1,5±0,05 г), що свідчить про підвищений рівень їх посухостійкості. Рівень мінливості ознаки був середній. Установлено, що строки сівби не мали суттєвого впливу на формування маси зерна з головного колоса, яка суттєво залежала від умов року (66,2 %) і сортових особливостей (7,0 %) (рис. 3.8, додаток Д.3).

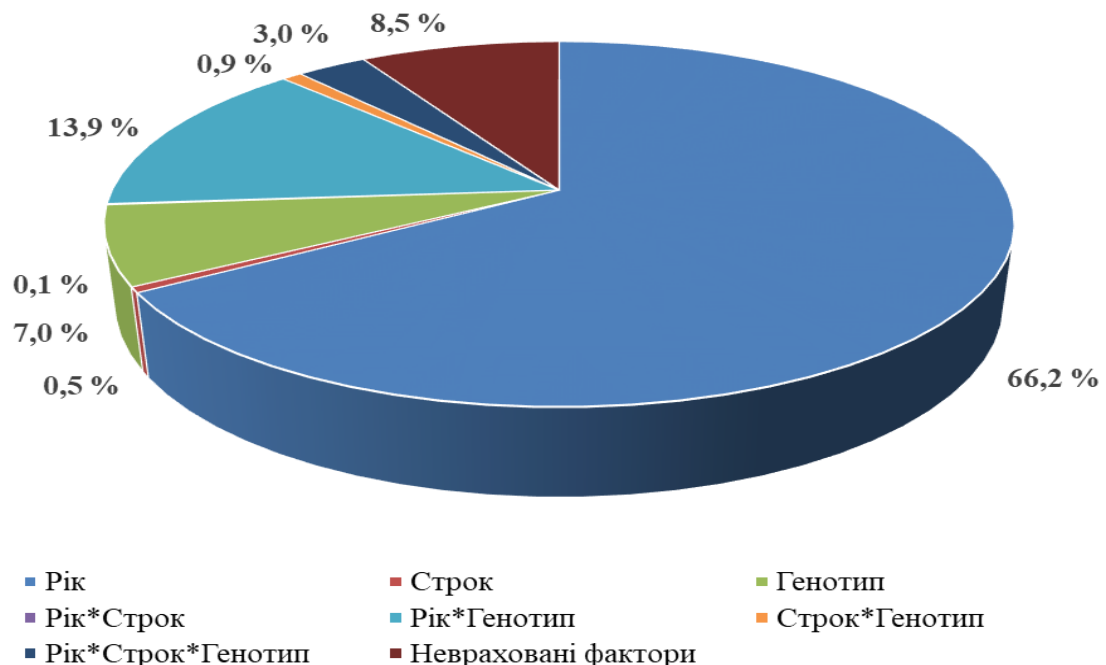


Рисунок 3.8 – Вплив факторів на формування маси зерна з головного колоса сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Маса зерна з рослини є динамічною величиною, яка змінюється у сортів залежно від генотипу та умов вирощування. Особливий вплив мають умови, які складаються під час формування, наливу та досягання зерна [326]. Екологічний фактор впливав і на масу зерна з рослини, яка варіювала за роками та строками сівби. Найвищий (6,0; 5,8 г; I і II строк сівби відповідно) рівень ознаки відмічали в умовах 2018/19 р., коли червень (період формування, наливу та дозрівання зерна) був сприятливим за кількістю опадів і температурним режимом, а найнижчий (2,6; 2,5 г) – у посушливому 2019/20 р.

За кількістю випадків з більшим рівнем маси зерна з рослини переважав I строк сівби переважав у 2018/19 р. – чотири, 2019/20 р. – три, 2020/2021 р. – сім. За продуктивністю рослини у сприятливі роки сорт МП Дніпрянка не реагував на строк сівби, а за дефіциту вологи (2019/20 р.) завдяки біологічній особливості до утворення великої ( $3,4 \pm 0,15$  шт.) кількості продуктивних стебел та високої ( $36,3 \pm 0,94$  шт.) озерненості колоса сформував максимальну ( $4,1 \pm 0,23$  г) масу зерна з рослини. Виділено сорти: МП Ассоль ( $4,5 \pm 0,26$  г), МП Дніпрянка ( $4,5 \pm 0,27$  г), МП Лада ( $4,4 \pm 0,22$  г), МП Ювілейна ( $4,2 \pm 0,21$  г) і селекційні лінії ЛЮТ 55198 ( $4,6 \pm 0,31$  г), ЛЮТ 37519 ( $4,2 \pm 0,23$  г), які за середнім показником перевищили стандарт ( $4,1 \pm 0,25$  г). Незалежно від строку сівби сорти МП Ассоль і МП Дніпрянка переважали стандарт у сприятливі роки, а в 2019/20 р. – за сівби 5 жовтня. Значний ( $C_v = 20,5\text{--}36,3\%$ ) рівень мінливості за ознакою був у всіх сортів та селекційних ліній з розмахом варіації від 0,3 г до 2,0 г. Установлено, що формування продуктивності рослини істотно зумовлено умовами року вирощування (80,6 %) і генотипом (4,2 %) (рис. 3.9, додаток Д.3).

До основних елементів структури, які вносять значний вклад у формування врожайності, належить маса зернівки, або маса 1000 зерен. Це важливий елемент структури врожайності, що характеризує крупність та виповненість зерна. Існує тісний кореляційний зв'язок між продуктивністю колоса і масою 1000 зерен [325].

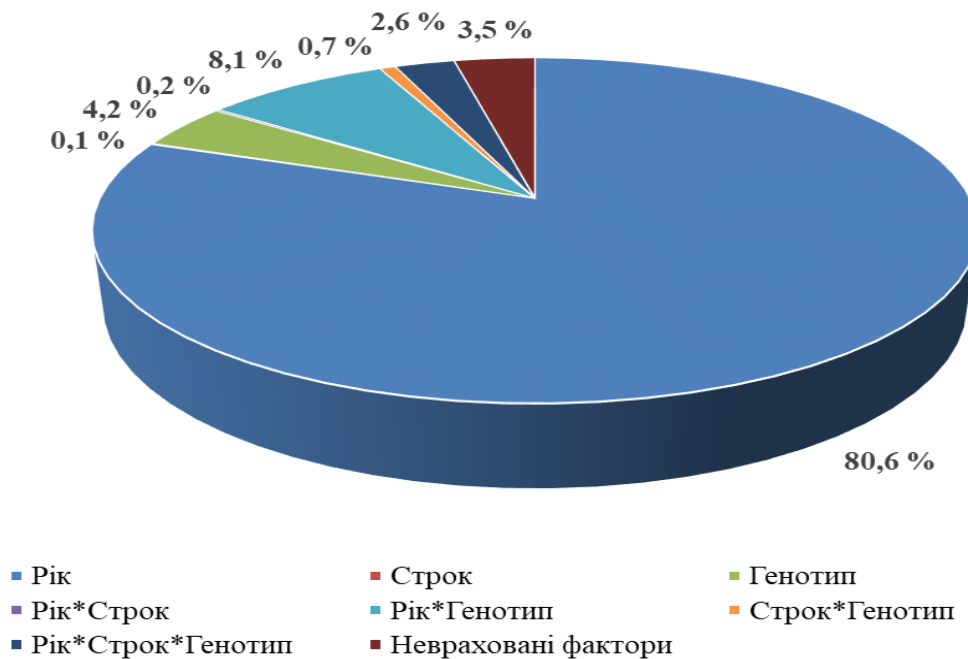


Рисунок 3.9 – Вплив факторів на формування маси зерна з рослини сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Найвищий рівень показника рослини пшениці озимої сформували у сприятливих умовах 2018/19 р. за обох строків сівби (49,9; 47,6 г відповідно). Відомо, що надзвичайно важливим періодом у циклі розвитку пшениці озимої є фаза наливу зерна, коли формується маса зернівки і решта якісних показників. Повітряна посуха в цей період знижує виповненість зерна. Тому мінімальний ( $38,1 \pm 0,94$  г; I строк сівби;  $38,8 \pm 0,84$  г; II строк) рівень показника був за дефіциту вологи в 2019/20 р. Слід відмітити, що найбільш крупнозерними були сорти МП Ассоль ( $41,8 \pm 0,80$  г; I строк сівби;  $42,0 \pm 0,72$  г; II строк), МП Дніпрянка ( $41,4 \pm 0,72$  і  $41,2 \pm 0,91$  г відповідно), МП Ювілейна ( $39,0 \pm 0,87$  і  $41,5 \pm 0,77$  г відповідно) за обох строків сівби, що свідчить про їх високу адаптивну здатність в умовах посухи. За роки досліджень маса 1000 зерен варіювала від  $31,8 \pm 0,77$  г (селекційна лінія EP 55023; 2019/20 р.; II строк сівби) до  $53,2 \pm 0,62$  г (ЛЮТ 55198; 2018/19 р.; II строк), а в стандарті – від  $39,1 \pm 0,82$  г (2020/21 р.; II строк) до 50,2 г (2018/19 р.; I строк). У сприятливих умовах рослини формували вищий показник за сівби 5 жовтня, у посушливих – 15 жовтня. Достовірною різниця між рівнем маси 1000 зерен за строками сівби

була у сортів і селекційних ліній МП Лада, Подолянка (2018/19 р.), МП Ювілейна, ЕР 55023, ЛЮТ 37519 (2019/20 р.), Грація МИР, ЕР 55023 (2020/21 р.). Високу середню масу 1000 зерен мали сорти МП Дніпрянка ( $44,9 \pm 1,17$  г), МП Ассоль ( $44,4 \pm 0,78$  г), МП Лада ( $43,4 \pm 1,32$  г), Грація МИР ( $43,0 \pm 1,26$  г), МП Ювілейна ( $42,9 \pm 0,90$  г) і селекційна лінія ЛЮТ 55198 ( $45,2 \pm 1,23$  г). За нормою реакції найвищий (10,3 г) розмах варіювання відмічено за II строку сівби у 2018/19 р., а найменший (3,1 г) – за I строку у 2020/21 р. Рівень мінливості ознаки був середнім. Виявлено, що маса 1000 зерен більшою мірою варіювала залежно від умов року вирощування та сортових особливостей, вплив цих факторів становив 66,6 % і 9,0 % відповідно (рис. 3.10, додаток Д.3).

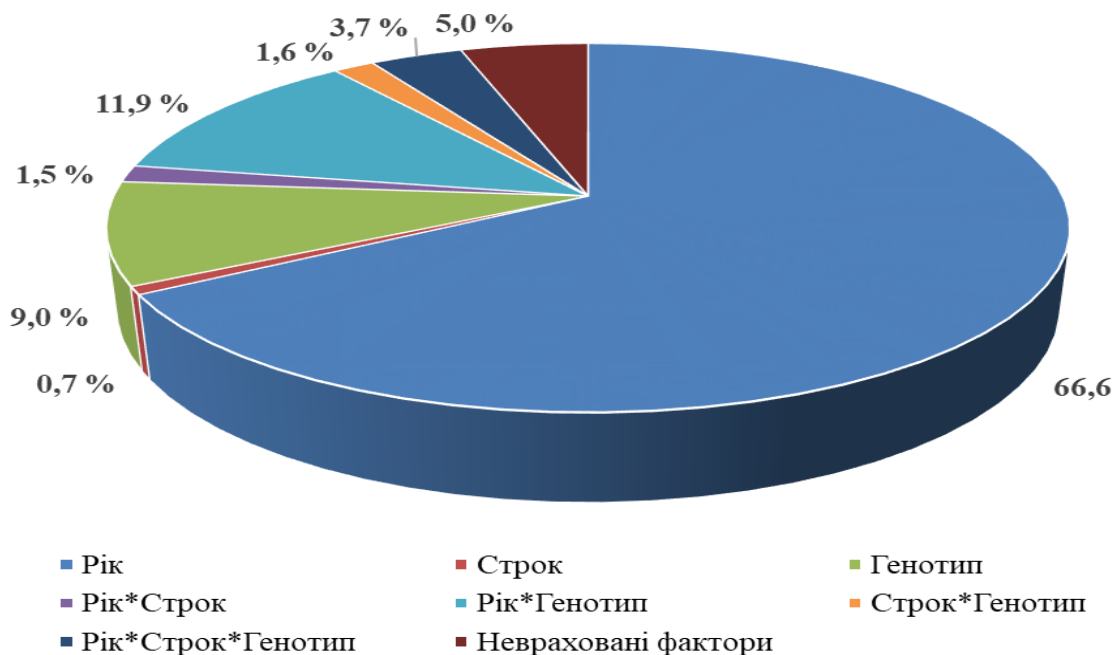


Рисунок 3.10 – Вплив факторів на формування маси 1000 зерна сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

За результатами проведених досліджень виявлено, що максимальна реалізація потенціалу рослин пшениці м'якої озимої за елементами структури продуктивності відбувалася за оптимальних умов вирощування – в роки з вищою вологозабезпеченістю і за сівби 5 жовтня. Доведено, що суттєвий вплив

на формування елементів структури продуктивності мали погодні умови року, генотип та взаємодія між ними.

Установлено незначне варіювання за висотою рослин у всіх сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої. Коефіцієнт варіації знаходився в межах від 3,4 % до 6,6 %, що відповідає низькому рівню мінливості.

Доведено, що формування продуктивної кущистості більше зумовлено погодними умовами року (52,3 %) і сортовими особливостями (23,6 %), ніж строками сівби. Відповідно мінливість ознаки «кількість продуктивних стебел» була різною: від  $C_v=16,4\%$  (II строк сівби у посушливому 2019/20 р.) до  $C_v = 27,6\%$  (I строк сівби у сприятливому 2020/21 р.).

Виявлено, що рівень мінливості ознак «озерненість головного колоса» та «маса 1000 зерен» був середнім –  $C_v = 10,7-17,6\%$  і  $C_v = 8,8-16,9\%$  відповідно. Незалежно від сортових особливостей довжина головного колоса мала незначну фенотипову мінливість ( $C_v = 5,6-8,8\%$ ) з розмахом варіації 0,2–2,0 см.

Визначено рівень мінливості ознак: за кількістю колосків у колосі – максимальний (8,27; 8,48 %) у стандарту та селекційної лінії ЛЮТ 55198 відповідно, мінімальний (6,53 %) у сорту Грація МИР; за масою зерна з колоса –  $C_v = 13,1-20,5\%$ ; з рослини –  $C_v = 20,5-36,3\%$  з розмахом варіації від 0,3 г до 2,0 г.

Виділено сорти МП Ассоль, Грація МИР, МП Дніпрянка, МП Ювілейна та селекційні лінії ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, які сформували елементи продуктивності з високим рівнем стабільності, незалежно від строків сівби та умов року вирощування, що свідчить про їх високу адаптивну здатність. Для створення нових високопродуктивних сортів пшениці озимої для умов центральної частини Лісостепу України вищевказані генотипи необхідно включати в програми схрещувань як цінні батьківські компоненти.

Особливості формування елементів продуктивності рослин, які об'єктивно впливають на рівень урожайності зерна, можуть бути надійними критеріями для вирішення головної задачі в селекції пшениці м'якої озимої –

підвищити потенціал урожайності зерна з урахуванням регіональних змін клімату.

### 3.4 Кореляційна залежність між урожайністю та елементами продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої

У селекції сільськогосподарських культур, зокрема пшениці м'якої озимої, важливе значення має визначення особливостей вихідного матеріалу за рівнем та мінливістю кількісних ознак рослин, а також за взаємозв'язками між ними. Відомо, що параметри ознак рослин знаходяться в певній залежності між собою. Селекціонеру необхідно знати, за якими ознаками добір буде найбільш ефективний, тому вивчення кореляцій між цінними господарськими ознаками в сортів як вихідного матеріалу в селекції має важливе значення. Добір буде ефективним, якщо його вести за ознаками, що мають істотний позитивний зв'язок з продуктивністю. Елементи продуктивності пов'язані між собою в багатьох випадках небажаними кореляціями, тому вивчення характеру кореляційних зв'язків між ними дозволяє виявити, за рахунок яких складових можна збільшити урожайність пшениці й тим самим підвищити ефективність селекційної роботи [327, 328].

При цьому важливо знати взаємозв'язки між складовими врожайності. У зв'язку з цим актуальним є дослідження кореляцій між кількісними ознаками рослин та визначення частки мінливості, яка залежить від впливу однієї ознаки на іншу [329].

Вивчення взаємозв'язків ознак дає можливість встановити особливості розвитку та формування їх рівня в рослин пшениці м'якої озимої. Реакцію сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на зміну умов середовища через коефіцієнти кореляції між кількісними ознаками було визначено в різні за гідротермічним режимом роки та з використанням багатосередовищних випробувань (строки сівби), що дало можливість створити стресові умови.

Якщо в таких умовах ознака тісно корелює з продуктивністю, то можна ефективно вести добір саме за нею, особливо на ранніх етапах селекції.

За результатами кореляційного аналізу підвищення врожайності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої було суттєво пов'язано з усіма елементами структури продуктивності, що свідчить про пряму залежність між досліджуваними ознаками (табл. 3.7). Не виявлено негативного зв'язку між урожайністю та складовими ознаками продуктивності колосу і рослини, що сприяє ефективному спрямованому добору цінних високоврожайних генотипів.

Досліджено, що кореляції мали високий рівень ( $r = 0,72 \div 0,97$ ) і були достатньо стабільними в різних погодних умовах, що можна пояснити постійним добором у селекційному процесі під час створення сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, взятих у якості матеріалу для проведення досліджень, з підвищеними озерненістю колоса, виповненістю зерна, його масою, тобто на високу врожайність і стійкість до стресорів.

За сівби 15 жовтня в умовах 2021 р. зв'язок урожайності з елементами продуктивності слабшав, вірогідно тому, що за більш сприятливих умов за першого строку сівби рослини розвивалися більш синхронно, тобто збільшувалась компенсаторна здатність генотипів.

Таблиця 3.7

Кореляційна залежність урожайності та елементів структури продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Рік	Строк сівби	Висота рослин	Кількість продуктивних стебел	Елементи структури головного колоса	
				довжина	кількість колосків
2019	I	0,51	0,46	0,94	0,91
	II	0,54	0,78	0,87	0,78
2020	I	0,74	-0,41	0,83	0,95
	II	0,85	-0,36	0,91	0,97
2021	I	0,40	0,20	0,89	0,86
	II	0,47	0,39	0,47	0,52

Продовження таблиці 3.7

Рік	Строк сівби	Елементи структури головного колоса		Маса зерна з рослини	Маса 1000 зерен
		кількість зерен	маса зерна		
2019	I	0,95	0,91	0,82	0,87
	II	0,91	0,84	0,82	0,81
2020	I	0,91	0,93	0,97	0,93
	II	0,96	0,91	0,85	0,83
2021	I	0,77	0,88	0,87	0,72
	II	0,51	0,49	0,35	0,42

Винятком був показник «кількість продуктивних стебел», який мав непостійний зв'язок з урожайністю: в посушливий 2019/20 р. – достовірно негативний, у сприятливі 2018/19 і 2020/21 рр. – позитивний. Нівелювати втрату частини продуктивного стеблостою через дефіцит вологи можуть інші елементи продуктивності, які формуються на наступних етапах органогенезу в більш сприятливих умовах. Так, кількість зерен з колоса в більшості випадків залежить від дії чинників у період першої половини вегетації, а маса зерна з колоса реалізується в кінці вегетації [329].

Визначено достовірний прямий зв'язок середньої та значної сили ( $r = 0,40 \div 0,85$ ) висоти рослин із урожайністю зерна, що створює певні труднощі за добору короткостеблових високопродуктивних рослин.

Для підвищення ефективності селекційного процесу важливе значення має поглиблене вивчення взаємозв'язків урожайності з елементами продуктивності та якісними показниками, впливу лімітуючих чинників і визначення рівня прояву цінних ознак і властивостей, а також меж їх варіювання, що дає змогу оцінити екологічну пластичність.

Установлено високі та середні позитивні коефіцієнти кореляції між урожайністю та кількістю зерен з колоса ( $r = 0,51 \div 0,96$ ), масою зерна з колосу ( $r = 0,49 \div 0,93$ ). На основі встановлених кореляційних залежностей можна зробити висновок, що добір на врожайність в умовах центральної частини Лісостепу України необхідно проводити за кількістю зерен і їх масою з колоса.

### Висновки до розділу 3

Досліджено особливості формування та мінливості біометричних показників, елементів продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої та виділено джерела, які є перспективними для використання їх у практичній селекційній роботі з метою підвищення її ефективності.

З'ясовано, що використання біометричного аналізу в процесі підбору батьківських компонентів для створення нових форм дозволило виявити загальні тенденції впливу умов вирощування на формування структури рослин, уточнити характеристики сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої та встановити структурні особливості, що визначають їх переваги над стандартом.

Установлено, що формування біоценозу сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на момент часу припинення осінньої вегетації, її відновлення та в період стиглості зерна суттєво залежало від умов вирощування, строку сівби, генотипу та їх взаємодії. Домінуюча (25,2÷80,6 %) значущість за впливом належала погодним умовам року.

Визначено, що після відновлення весняної вегетації суттєво підвищувався вплив генотипу (здатності до інтенсивного відростання та адекватної реакції до зміни умов середовища) та його взаємодії з умовами року. На противагу на час припинення осінньої вегетації більший вплив на рівень висоти та маси рослин мав строк сівби, а кількості листків – умови року. На кількість стебел істотно більше впливав чинник генотипу навесні, ніж восени: 12,3 % і 1,9 % відповідно.

Доведено, що за сприятливого гідротермічного режиму (2018/19 р.; строк сівби 5 жовтня) рівень реалізації потенціалу рослин пшениці м'якої озимої був максимальним, а в умовах ґрунтово-повітряної посухи (2019/20 р.; строк сівби 15 жовтня) – мінімальним.

Установлено різний характер прояву цінних ознак і їх мінливості. Стримуючим фактором для ростових процесів і ефективного розвитку рослин пшениці м'якої озимої була посушлива погода, дефіцит вологи в ґрунті. В умовах 2018/19 р. проявилась значна перевага рослин сортів і селекційних ліній

за середніми біометричними показниками на момент ЧПОВ: висота становила  $15,88 \div 25,63$  см, кількість стебел і листків –  $1,00 \div 2,84$  шт. і  $3,12 \div 7,56$  шт., маса однієї рослини –  $0,27 \div 0,92$  г; ЧВВВ –  $17,21 \div 21,28$  см;  $2,00 \div 3,18$  шт. і  $5,80 \div 11,55$  шт.;  $0,56 \div 1,28$  г відповідно.

Досліджено, що на момент ЧПОВ кількість листків ( $1,86 \pm 0,12$  шт.) і маса однієї рослини (0,18 г) різко зменшувались за стресових умов (посуха), а варіювання підвищувалось в умовах сівби 5 жовтня, що необхідно враховувати у веденні селекційного процесу, вивченні вихідного матеріалу та доборі генотипів із заданими параметрами.

Доведено, що за сівби 5 жовтня в роки досліджень формування параметрів біометричних показників у посівах пшениці м'якої озимої проходило за сприятливих погодних умов, що забезпечило формування фітоценозу з масою рослини в середньому: на момент ЧПОВ – 0,57 г, ЧВВВ – 0,79 г (за сівби 15 жовтня – 0,29 г і 0,58 г відповідно).

Передбачається, що визначений рівень цінних ознак дає можливість досягнення високої інтенсивності формоутворення при гібридизації, а серед одержаного різноманіття гібридних генотипів спрямованим добором можна одержати трансгресивні форми, які поєднують високий рівень ознак продуктивності.

Установлено, що найвищу біомасу в середньому по досліді за три роки досліджень мала селекційна лінія ЛЮТ 55198, яка на момент настання ЧПОВ/ЧВВВ формувала фітоценоз з кількістю стебел  $1,54/2,60$  шт. і листків  $3,86/7,74$  шт., висотою  $14,28/16,51$  см, масою рослини  $0,49/0,80$  г відповідно.

Визначено, що сорт МІП Лада і селекційна лінія ЛЮТ 55198 мали біологічну здатність утворювати підвищену кількість стебел у період осіннього кущіння –  $1,59 \pm 0,05$  шт. і  $1,54 \pm 0,04$  шт. відповідно, сорт МІП Ассоль достовірно перевищував стандарт навесні ( $2,65 \pm 0,04$  шт.), а сорт МІП Дніпрянка – в обидва періоди вегетації ( $1,53 \pm 0,05$  шт. і  $2,58 \pm 0,04$  шт. відповідно).

Підтверджено високий рівень толерантності до дефіциту вологи після відновлення весняної вегетації у сорту МП Ассоль, який у дуже посушливих умовах 2019/20 р. в середньому за обох строків сівби сформував найбільшу масу рослини 0,65 г, що істотно переважала стандарт.

Установлено середній рівень мінливості за три роки за висотою рослин на момент ЧПОВ ( $C_v = 19,78\%$ ) і під час відновлення вегетації навесні ( $C_v = 14,08\%$ ), значний – за кількістю листків ( $C_v = 20,52\%$  і  $C_v = 18,39\%$  відповідно) і масою рослини ( $C_v = 24,92\%$  і  $C_v = 29,89\%$  відповідно), різний – за кількістю стебел ( $C_v = 12,50\%$  і  $C_v = 21,54\%$  відповідно).

З'ясовано, що за підвищеного рівня стійкості до лімітуючих чинників середовища (гідротермічний режим, строк сівби) в осінній і весняно-літній періоди вегетації зростає рівень прояву цінних ознак і збільшувались їх кореляції з урожайністю, що дозволяє визначити оптимальні параметри первинних доборів, які забезпечать підвищення продуктивності рослин, цілеспрямованість і ефективність селекції.

Виявлено різний ступінь варіювання за елементами структури продуктивності: незначний – висота рослин ( $C_v = 4,6\%$ ), довжина колоса ( $C_v = 7,0\%$ ), кількість колосків у колосі ( $C_v = 7,2\%$ ); середній – кількість зерен в колосі ( $C_v = 13,5\%$ ) і їх маса ( $C_v = 16,8\%$ ), маса 1000 зерен ( $C_v = 12,1\%$ ); високий – кількість продуктивних стебел ( $C_v = 20,5\%$ ), маса зерна з рослини ( $C_v = 27,9\%$ ).

Виділено сорти МП Ассоль, Грація МИР, МП Дніпрянка, МП Ювілейна та селекційні лінії ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, які сформували елементи продуктивності з високим рівнем стабільності, незалежно від строків сівби та умов року вирощування, що свідчить про їх високу адаптивну здатність. Для створення нових високопродуктивних сортів пшениці озимої для умов центральної частини Лісостепу України вищевказані генотипи необхідно включати в програми схрещувань як цінні батьківські компоненти.

Не виявлено негативного зв'язку між урожайністю і складовими ознаками продуктивності колосу та рослини, що сприяє ефективному спрямованому

добору цінних високоврожайних генотипів. Позитивні кореляції мали високий рівень ( $r = 0,72 \div 0,97$ ) і були достатньо стабільними в різних погодних умовах. Винятком був показник «кількість продуктивних стебел», який мав непостійний зв'язок з урожайністю: у посушливий 2019/20 р. – достовірно негативний, у сприятливі 2018/19 і 2020/21 рр. – позитивний. За сівби 15 жовтня в умовах 2020/21 р. зв'язок урожайності з елементами продуктивності слабшав, вірогідно тому, що за більш сприятливих умов за першого строку сівби рослини розвивалися більш синхронно, тобто збільшувалась компенсаторна здатність генотипів.

Визначено достовірний прямий зв'язок середньої та значної сили ( $r = 0,40 \div 0,85$ ) висоти рослин із урожайністю зерна, що створює певні труднощі за добору короткостеблових високопродуктивних рослин. Установлено високі та середні позитивні коефіцієнти кореляції між урожайністю та кількістю зерен з колоса ( $r = 0,51 \div 0,96$ ), масою зерна з колосу ( $r = 0,49 \div 0,93$ ), що свідчить про ефективність добору нових форм з високою урожайністю в умовах центральної частини Лісостепу України за цими ознаками.

Отже, встановлені особливості формування та мінливості біометричних показників і елементів структури продуктивності дозволяють підвищити ефективність ведення селекційного процесу в плані підбору батьківських компонентів для схрещування, вивчення вихідного матеріалу та добору нових форм із заданими параметрами.

Результати досліджень розділу 3 висвітлені у шести наукових працях, які наведено в списку використаних джерел [330–335] і в додатку 3.

## РОЗДІЛ 4

### АДАПТИВНІСТЬ СОРТІВ І СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА КОМПЛЕКСОМ ЦІННИХ ОЗНАК В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Для успішного підбору батьківських компонентів для схрещування перш за все визначаються напрям селекції та агроєкологічні умови для запланованої зони вирощування з урахуванням факторів, які можуть лімітувати потенційну врожайність сорту [336]. У 2018/19–2020/21 рр. були проведені дослідження з використанням інтегральної оцінки в багатосередовищних випробуваннях (два строки сівби) для їх детального вивчення та ідентифікації сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої з підвищеною врожайністю, якістю зерна та стабільністю з метою залучення кращих у схрещування в якості батьківських компонентів в умовах Лісостепу України.

#### 4.1 Параметри адаптивної здатності та стабільності за потенціалом продуктивності

Головним напрямом селекції пшениці м'якої озимої є підвищення рівня продуктивності. Врожайний потенціал сорту завжди використовується як найважливіша його характеристика, тому дослідження елементів продуктивності за їх впливом на врожайність проводиться вже тривалий час, оскільки збільшення урожайності – одне з найважливіших завдань, пов'язане зі значною його складністю і комплексністю [336].

##### 4.1.1 Урожайність зерна

Урожайність пшениці м'якої озимої формується в результаті складної взаємодії рослин з комплексом умов зовнішнього середовища. У самій рослині

закладені великі потенційні можливості самовідтворення, але вони можуть бути реалізовані лише за оптимальних умов вегетації, які забезпечуються не тільки гідротермічним режимом, але і комплексом основних технологічних заходів при вирощуванні. Найвища врожайність зерна пшениці м'якої озимої формується під впливом складного комплексу як природних ресурсів, так і агротехнічних заходів. Забезпечуючи оптимальні умови росту рослин – водний, поживний, світловий та інші необхідні для життєдіяльності рослин фактори, а також змінюючи час їх дії, можливо формувати кількісні показники продуктивності пшениці м'якої озимої за рахунок оптимізації параметрів різних елементів структури врожаю [337]. За останні десятиліття врожайність зернових культур у світі значно зросла, переважно за рахунок селекційно-генетичного поліпшення сортового складу, підвищення потенціалу продуктивності генотипів, адаптивності до мінливості агроекологічних чинників, толерантності до стресових факторів біотичного та абіотичного походження. Роль сорту в забезпеченні стійкості рослинницької галузі вагома – до 50 % отримання надбавки валового виробництва зерна. Інноваційний потенціал нових сортів підвищує ефективність сучасних агротехнологій, окупність техногенних факторів за рахунок вищої продуктивності, кращої якості зерна та адаптивної здатності [338]. Це підкреслює важливість основного напрямку в підвищенні продуктивності – селекційно-генетичних розробок, які за даними провідних вчених, забезпечують основний приріст урожайності та валових зборів зерна в останні роки [339, 340]. Продуктивність визначається генетичними особливостями рослини та здатністю до їх реалізації в конкретних умовах вирощування [341–343]. Зміна клімату впливає на строки посіву/дозрівання та тривалість фаз вирощування й зрештою – на врожайність зерна [344, 345]. Негативний вплив чинників може виявлятися у зниженні рівня зимо- і морозостійкості, посухо- і жаростійкості, підвищенні інтенсивності ураження хворобами та ін. [346]. Отже, врожайність є підсумковим показником, що характеризує господарську й селекційну цінність досліджуваного матеріалу [347], а строки сівби є важливим елементом технології вирощування, від вибору

якого значно залежить рівень урожайності. Реакцію генотипів на умови вирощування оцінювали шляхом розрахунків за показниками врожайності та якості зерна з визначенням середніх значень, стандартного відхилення, мінімуму і максимуму, розмаху варіації та коефіцієнта варіації, гомеостатичності та селекційної цінності. Загальну тенденцію адаптивності до певних умов вирощування за результатами досліджень визначали за коефіцієнтом регресії  $b_i$ . Рівень урожайності сортів і селекційних ліній та її варіювання дозволив виокремити роки з найбільш сприятливими погодними умовами. Для характеристики впливу умов середовища конкретного року використали показники: «індекс середовища» (ІС) – різниця між середньою врожайністю всіх генотипів конкретного року та їх середньою врожайністю за весь досліджуваний період; «відносний індекс середовища» (ВІС) – виражений у відсотках відносно оптимуму умов. Це дозволило розподілити роки за рівнем урожайності в досліді [89].

Найбільш сприятливим для формування врожайності зерна був 2018/19 р. з середнім показником 7,59 т/га, що суттєво перевищував середнє по досліді 5,42 т/га (табл. 4.1). Це підтверджується високими значеннями показників ІС (2,18 т/га) та ВІС (140 %). Умови 2020/21 р. також були сприятливі – середня врожайність становила 6,37 т/га, ІС – 0,95 т/га, ВІС – 118 %. Погодні умови посушливого 2019/20 р. були суттєво незадовільними: середня врожайність становила 2,29 т/га, ІС – -3,13 т/га, ВІС – 42 %. Рівень урожайності зерна сортів і ліній варіював від 0,94/ т/га (посушливий 2019/20 р.) до 8,88 т/га (найбільш сприятливий 2018/19 р.). Найвищу (5,74–5,90 т/га) середню врожайність за три роки в порівнянні з середнім по досліді (5,42 т/га) і стандартом Подолянка (5,34 т/га) сформували сорти МІП Ассоль, МІП Дніпрянка та селекційна лінія ЛЮТ 55198. Середня за три роки мінливість урожайності за коефіцієнтом варіації становила 20,4 %, розмах варіювання – від 9,6 % (сприятливий рік) до 37,2 % (несприятливий). Аналіз параметрів адаптивності дав можливість виділити генотипи, які поєднували високу продуктивність і стабільність у мінливих умовах навколишнього середовища (табл. 4.2).

Таблиця 4.1

Урожайність зерна сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, т/га

Сорт, селекційна лінія	Рік						Середнє
	2018/19		2019/20		2020/21		
	Строк сівби						
	5.10	15.10	5.10	15.10	5.10	15.10	
Подолянка – стандарт	7.68	6.92	2.34	3.59	4.81	6.73	5.34
МПП Ассоль	7,47	7,70	3,45	3,10	6,87	6,82	5,90
Грація МИР	8.34	8.07	1.98	2.30	4.38	6.91	5.33
ЕР 55023	6.59	5.54	1.26	0.94	6.25	5.72	4.38
МПП Ювілейна	7.52	7.33	2.31	2.85	6.30	5.87	5.36
МПП Лада	7.91	7.39	1.93	2.49	7.07	7.20	5.66
МПП Дніпрянка	8.25	7.98	3.58	2.77	6.51	6.24	5.89
ЛЮТ 55198	7.76	7.93	2.00	2.23	7.14	7.41	5.74
ЛЮТ 37519	8.88	7.43	0.75	1.37	6.75	5.68	5.14
Середнє по строку	7,82	7,36	2,18	2,40	6,23	6,51	5,42
max	8.88	8.07	3.58	3.59	7.14	7.41	5.90
min	6.59	5.54	0.75	0.94	4.38	5.68	4.38
Cv, %	8.3	10.6	41.8	34.4	15.8	10.0	20.14
Середнє за рік	7,59		2,29		6,37		5,42
Cv, %	9.6		37.2		12.9		20.4
ІС, т/га	2.17		-3.13		0.95		-
ВІС, %	140		42		118		-

Примітки: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; max, min – максимальне і мінімальне значення показника; Cv – коефіцієнт варіації; ІС – індекс середовища; ВІС – відносний індекс середовища.

За показником компенсаторної здатності  $(x_{\max} + x_{\min}) / 2$  вищу ступінь (ранги 1–3) відповідності між генотипом і факторами довкілля мали сорти: МПП Ассоль, МПП Дніпрянка та Грація МИР. Слід відмітити, що сорти МПП Ассоль і МПП Дніпрянка мали найвищий нижній поріг урожайності (3,10 і 2,77 т/га, ранги 1 і 2) у стресових (посушливих) умовах 2019/20 р. Їх урожайність меншою мірою змінювалась залежно від погодних умов, про що свідчать найнижчі коефіцієнти варіації –  $Cv = 32,0$  і  $35,0$  %, ранги 1 і 2 відповідно, а також найвищі показники гомеостатичності (здатність підтримувати низьку варіабельність ознаки) –  $Hom = 18,5$  і  $16,8$ , ранги 1 і 2 відповідно, та селекційної цінності генотипу (вказує на ступінь стійкості сорту) –  $Sc = 2,37$  і  $1,98$ , ранги 1 і 2 відповідно.

Таблиця 4.2

Параметри та рейтинг адаптивності за ознакою «врожайність зерна» сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Сорт, селекційна лінія	Статистичні параметри											$\bar{X}/\bar{X} Z$ – РАС
	$\bar{X} - Z$	$s - Z$	$Cv - Z$	$x_{\max} - Z$	$x_{\min} - Z$	$(x_{\max} + x_{\min})/2 - Z$	$R - Z$	$Hom - Z$	$Sc - Z$	$b_i - Z$	$S^2_{di} - Z$	
Подольнка – стандарт	5,34–6	1,92–2	36,0–3	7,68–7	2,34–3	5,01–4	5,34–3	14,8–3	1,63–4	0,80–8	0,61–8	1,15–4
МІП Ассоль	5,90–1	1,89–1	32,0–1	7,70–6	3,10–1	5,40–2	4,60–1	18,5–1	2,37–1	0,82–7	0,11–2	2,70–1
МІП Дніпрянка	5,89–2	2,06–4	35,0–2	8,25–3	2,77–2	5,51–1	5,48–4	16,8–2	1,98–2	0,89–5	0,27–5	2,02–2
МІП Ювілейна	5,36–5	2,05–3	38,3–4	7,52–8	2,31–4	4,92–6	5,22–2	14,0–4	1,64–3	0,90–4	0,09–1	1,34–3
ЛЮТ 55198	5,74–3	2,58–7	44,9–6	7,93–4	2,00–5	4,96–5	5,93–6	12,8–6	1,45–5	1,12–6	0,23–4	1,11–5
МІП Лада	5,66–4	2,46–6	43,5–5	7,91–5	1,93–7	4,92–7	5,98–7	13,0–5	1,38–6	1,07–2	0,18–3	1,09–6
Грація МІР	5,33–7	2,59–8	48,7–7	8,34–2	1,98–6	5,16–3	6,36–8	10,9–7	1,26–7	1,08–3	1,03–9	0,87–7
ЛЮТ 37519	5,14–8	3,05–9	59,3–9	8,88–1	0,75–9	4,81–8	8,14–9	8,7–8	0,43–9	1,32–9	0,39–6	0,67–8
ЕР 55023	4,38–9	2,35–5	53,6–8	6,59–9	0,94–8	3,76–9	5,65–5	8,2–9	0,63–8	1,00–1	0,51–7	0,62–9
Середнє	5,42	2,33	43,47	7,86	2,01	4,94	5,85	13,08	1,42	1,00	0,38	-
НІР <sub>05</sub>	0,66											

Примітки:  $\bar{X}$  – середнє значення врожайності, т/га;  $Z$  – ранг;  $s$  – стандартне відхилення, т/га;  $Cv$  – коефіцієнт варіації, %;  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальна і мінімальна врожайність, т/га;  $(x_{\max} + x_{\min}) / 2$  – компенсаторна здатність, т/га;  $R$  – розмах варіювання (норма реакції, показник стресостійкості), т/га;  $Hom$  – гомеостатичність;  $Sc$  – селекційна цінність генотипу;  $b_i$  – коефіцієнт лінійної регресії;  $S^2_{di}$  – середньоквадратичне відхилення;  $\bar{X} Z$  – середній ранг;  $\bar{X} / \bar{X} Z$  – РАС – рейтинг адаптивності сорту; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютеценс.

Сорти МП Ассоль, МП Дніпрянка, МП Ювілейна і стандарт Подолянка мали слабку реакцію на умови вирощування –  $b_i = 0,82; 0,89; 0,90$  і  $0,80$  відповідно, що вказує на їх здатність формувати вищий рівень продуктивності за несприятливих умов. Більш стабільними за показником середньоквадратичного відхилення від лінії регресії ( $S^2_{di}$ ) виокремлено сорти МП Ювілейна та МП Ассоль –  $S^2_{di} = 0,09$  і  $0,11$ , ранги 1 і 2 відповідно.

Для остаточної оцінки рівня адаптивності використали методи непараметричної статистики та узагальнений показник «рейтинг адаптивності сорту» (РАС) [89]. Генотипи, які мали найкраще співвідношення врожайності та параметрів адаптивності, зайняли перші місця в рейтингу адаптивності сорту. Вищу адаптивність за показником РАС (перша й друга позиції) мали сорти МП Ассоль і МП Дніпрянка з більш оптимальним співвідношенням показників стабільності та пластичності. Вони характеризувались кращими показниками (найвищі середня і мінімальна врожайність, компенсаторна здатність, гомеостатичність і стабільність), тому можуть формувати вищий рівень урожайності за несприятливих умов вирощування, про це свідчать мінімальні коефіцієнти варіації (32,0; 35,0 % відповідно). На третьому місці в РАС був сорт МП Ювілейна, який переважав стандарт за урожайністю, менше реагував на погіршення умов вирощування, мав вищу стресостійкість і стабільність.

Усі генотипи з параметрами адаптивності, гіршими за стандарт Подолянка (РАС ранг 4), за показниками  $b_i > 1$  і  $S^2_{di} > 0$  належали до таких, що формували вищий рівень урожайності у сприятливих умовах, але були нестабільними. Серед них виділено селекційну лінію ЛЮТ 55198 (РАС ранг 5), у якої показники середньої врожайності (5,74 т/га, ранг 3), її максимального рівня (7,93 т/га, ранг 4) і стабільності ( $S^2_{di} = 0,23$ , ранг 4) перевищувала стандарт, а за параметрами  $x_{min}$ ,  $(x_{max} + x_{min}) / 2$ ,  $S_c$  була на рівні середнього по досліді.

#### 4.1.2 Висота рослин

Оптимальна висота рослин пшениці м'якої озимої дозволяє уникнути втрати зерна через вилягання та оптимізувати індекс урожайності. Вона як лінійний параметр продукційного процесу (через об'єми вегетативної маси) є складовою інших його елементів – зернової продуктивності, а відтак і якості зерна. Тому висота рослин є ознакою, що може більш конкретно характеризувати адаптивний потенціал сорту, ніж зернова продуктивність [89].

За результатами досліджень диференціація показника ВІС для біометричних даних вегетативної частини мала менш виражений характер. Показники ВІС за висотою рослин і врожайністю мали загальну тенденцію до збільшення / зменшення накопичення біомаси залежно від умов середовища й збігались за характеристиками значень вегетаційного періоду (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Висота рослин сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, см

Сорт, селекційна лінія	Рік						Середнє
	2018/19		2019/20		2020/21		
	Строк сівби						
	5.10	15.10	5.10	15.10	5.10	15.10	
Подольанка – стандарт	106	104	88	88	115	115	103
МПП Ассоль	106	100	86	90	113	113	101
Грація МИР	102	90	78	81	105	105	94
ЕР 55023	92	85	67	68	92	92	83
МПП Ювілейна	96	97	81	82	107	107	95
МПП Лада	103	104	88	84	102	102	97
МПП Дніпрянка	106	107	89	89	110	110	102
ЛЮТ 55198	97	105	87	88	120	120	103
ЛЮТ 37519	100	87	76	64	97	97	87
Середнє по строку	101	98	82	82	107	107	96
max	106	107	89	90	120	120	103
min	92	85	67	64	92	92	83
Cv, %	5,0	8,6	9,0	11,5	8,3	8,3	8,5
Середнє за рік	99		82		107		96
Cv, %	7,0		10,0		8,1		8,4
ІС, см	3,3		-14		11		-
ВІС, %	103		85		111		-

Примітки: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; max, min – максимальне і мінімальне значення показника; Cv – коефіцієнт варіації; ІС – індекс середовища; ВІС – відносний індекс середовища.

Так, у 2019/20 р. за ознакою «врожайність» ВІС становив 42 % (незадовільне середовище), а за «висотою рослин» – 82 %, тобто вегетаційний період максимально наближений до помірно несприятливих за вологозабезпеченістю. Процес формування вегетативної маси та висоти рослин сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої проходив у гостро посушливих умовах (критичні періоди «сівба–припинення осінньої вегетації» та «кущіння–вихід у трубку»), що призвело до переходу генотипів в іншу класифікаційну групу за даною ознакою – з групи низько- і середньорослих до напівкарликів.

За результатами досліджень (табл. 4.4) мінливість ( $C_v$ , %) висоти рослин у більшості генотипів знаходилась на середньому рівні. Серед них незначну мінливість та високу стресостійкість (ранги 1 і 2) проявили низькорослі (в середньому за три роки) два сорти: МПП Лада ( $\bar{X} = 97$  см;  $C_v = 8,2$  %;  $R = 20$  см) і МПП Дніпрянка ( $\bar{X} = 102$  см;  $C_v = 9,0$  %;  $R = 21$  см). Вони найменше реагували на зміну умов вирощування за коефіцієнтом лінійної регресії ( $b_i = 0,70$  і  $0,86$  відповідно) і за сумою рангів знаходились на другій і третій сходинці. За коефіцієнтом регресії до найбільш наближених до середньопластичних генотипів ( $b_i = 0,98$ ) віднесли сорти з підвищеною адаптивністю за урожайністю – МПП Ассоль ( $\bar{X} = 101$  см;  $C_v = 10,3$  %;  $R = 27$  см) і МПП Ювілейна ( $\bar{X} = 95$  см;  $C_v = 11,0$  %;  $R = 26$  см), які посіли перші позиції в загальному рейтингу адаптивності.

Селекційна лінія ЕР 55023 і сорт Грація МИР ( $b_i = 1,03$ ) наблизились до рівня середньопластичних генотипів, але за сумою рангів посіли п'яте й шосте місце відповідно, тому їх можна віднести до середньоадаптивних за ознакою «висота рослин». Селекційні лінії ЛЮТ 55198 і ЛЮТ 37519 з найвищою чутливістю до зміни умов вирощування ( $b_i = 1,18$  і  $1,16$  відповідно) та найбільшою сумою рангів мали знижений рівень адаптивності.

Таблиця 4.4

Параметри адаптивності за ознакою «висота рослин» сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої,  
2018/19–2020/21 рр.

Сорт, селекційна лінія	Статистичні параметри												РАС
	$\bar{X}$	$s - Z$	$x_{\max}$	$x_{\min}$	$(x_{\max} + x_{\min})/2$	$R - Z$	$Cv - Z$	Ном	Sc	$b_i - Z$	$S^2_{di} - Z$	$\sum Z$	
Подольнка – стандарт	103	11,2–6	115	88	102	27–5	10,9–4	944	79	1,06–3	3,8–1	19	4
МІП Ювілейна	95	10,5–3	107	81	94	26–4	11,0–4	862	72	0,98–1	5,7–2	14	1
МІП Ассоль	101	10,5–3	113	86	100	27–5	10,3–3	980	77	0,98–1	5,8–3	15	2
МІП Дніпрянка	102	9,2–2	110	89	100	21–2	9,0–2	1128	82	0,86–4	10,3–5	15	2
МІП Лада	97	8,0–1	104	84	94	20–1	8,2–1	1179	78	0,70–7	25,9–7	17	3
ЕР 55023	83	11,0–4	92	67	80	25–3	13,3–7	621	60	1,03–2	8,9–4	20	5
Грація МИР	94	11,1–5	105	78	92	27–5	11,9–5	784	69	1,03–2	14,8–6	23	6
ЛЮТ 55198	103	13,5–8	120	87	104	33–6	13,2–6	781	75	1,18–6	50,9–8	34	7
ЛЮТ 37519	87	13,0–7	100	64	82	36–7	15,0–8	579	56	1,16–5	77,4–9	36	8
Середнє	96	10,9	107	80	94	27	11,43	873	72	1,00	22,62	-	-
НІР <sub>05</sub>	7,2												

Примітки:  $\bar{X}$  – середнє значення, см;  $s$  – стандартне відхилення, см;  $Z$  – ранг;  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальна і мінімальна висота рослин, см;  $(x_{\max} + x_{\min})/2$  – компенсаторна здатність, см;  $R$  – розмах варіювання (норма реакції, показник стресостійкості), см;  $Cv$  – коефіцієнт варіації, %; Ном – гомеостатичність; Sc – селекційна цінність генотипу;  $b_i$  – коефіцієнт лінійної регресії;  $S^2_{di}$  – середньоквадратичне відхилення (показник стабільності генотипу);  $\sum Z$  – сума рангів; РАС – рейтинг адаптивності сорту; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

## 4.1.3 Маса 1000 зерен

До низки адаптивних морфологічних ознак належать лінійні розміри зернівки, які визначають у цілому виповненість, крупність, масу 1000 зерен і натуру зерна, що привертають велику увагу селекціонера. У посушливі роки за параметрами даних показників оцінюється посухостійкість генотипів пшениці м'якої озимої [348].

За результатами досліджень погодні умови в період колосіння–воскова стиглість суттєво впливали на врожайність пшениці м'якої озимої, масу 1000 зерен і натурну вагу. Диференціація показника ВІС за масою 1000 зерен у роки досліджень мала менш чіткий характер, ніж за врожайністю (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Маса 1000 зерен сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, г

Сорт, селекційна лінія	Рік						Середнє
	2018/19		2019/20		2020/21		
	Строк сівби						
	5.10	15.10	5.10	15.10	5.10	15.10	
Подолянка – стандарт	50,1	47,1	37,7	37,6	41,8	39,0	42,2
МІП Ассоль	44,2	44,9	37,3	33,4	40,2	38,4	39,7
Грація МИР	48,9	46,2	34,9	36,5	41,8	41,0	41,6
ЕР 55023	49,8	49,4	41,5	36,4	44,0	41,2	43,7
МІП Ювілейна	48,6	43,2	38,0	37,1	40,6	39,0	41,1
МІП Лада	45,9	44,8	37,0	35,2	41,8	38,8	40,6
МІП Дніпрянка	47,3	49,3	40,6	37,2	40,2	38,7	42,2
ЛЮТ 55198	50,0	49,4	41,2	38,8	42,8	44,3	44,4
ЛЮТ 37519	46,5	44,3	39,4	41,4	37,0	37,5	41,0
Середнє по строку	47,9	46,5	38,6	37,1	41,1	39,8	41,8
max	50,1	49,4	41,5	41,4	44,0	44,3	44,4
min	44,2	43,2	37,0	33,4	37,0	37,5	39,7
Cv, %	4,3	5,2	5,7	6,0	4,8	5,2	5,2
Середнє за рік	47,2		37,8		40,4		41,8
Cv, %	4,9		6,1		5,2		5,4
ІС, г	5,4		-4,0		-1,4		-
ВІС, %	113		90		97		-

Примітки: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; max, min – максимальне і мінімальне значення показника; Cv – коефіцієнт варіації; ІС – індекс середовища; ВІС – відносний індекс середовища.

Для формування маси 1000 зерен і врожайності найбільш сприятливим був 2018/19 р., а 2019/20 р. – найгіршим. За результатами оцінки маси 1000 зерен встановлено значну варіацію показника в роки з оптимальними та стресовими умовами: у 2018/19 р. середнє (47,9 г) значення показника було вищим на 9,4 г, ніж у 2019/20 р. Виділено селекційні лінії ЕР 55023 (43,7 г) і ЛЮТ 55198 (44,4 г), які за цією ознакою переважали стандарт Подолянка (42,2 г) і середній показник по досліді (41,8 г).

Маса 1000 зерен належить до ознак з низьким рівнем модифікаційної мінливості, що підтверджується результатами досліджень (табл. 4.6). Найменшу мінливість з високими показниками гомеостатичності та стресостійкості (ранги 1–3) мали селекційні лінії ЛЮТ 37519 ( $C_v = 8,5\%$ ;  $Hom = 485$ ;  $R = 9,5$  г), ЛЮТ 55198 ( $C_v = 9,2\%$ ;  $Hom = 482$ ;  $R = 11,2$  г) і сорт МПП Ювілейна ( $C_v = 9,5\%$ ;  $Hom = 434$ ;  $R = 11,5$  г). Вищою стабільністю ( $S^2_{di}$ ) ознаки разом зі стандартом Подолянка характеризувались сорт МПП Лада та селекційна лінія ЛЮТ 55198 ( $S^2_{di} = 1,2$  і  $1,4$ ; ранги 2 і 3 відповідно). Сильну реакцію на зміну умов середовища ( $b_i = 1,14$ ;  $1,17$ ) мали селекційна лінія ЕР 55023 і сорт Грація МИР, а слабку – лінія ЛЮТ 37519, яка меншою мірою ( $b_i = 0,65$ ) реагувала на погіршення умов вирощування.

У загальному рейтингу перше місце зайняла середньопластична ( $b_i = 0,99$ , ранг 1) селекційна лінія ЛЮТ 55198. Основні її переваги: перші ранги за середньою і мінімальною масою 1000 зерен, компенсаторною здатністю, селекційною цінністю; другі – за максимальною масою 1000 зерен, гомеостатичністю та стресостійкістю. Друге (МПП Ювілейна) і третє (ЛЮТ 37519) місце в РАС за значеннями були практично на одному рівні. Найменшу адаптивну здатність за даною ознакою мали сорти Грація МИР і МПП Ассоль. Останній був найбільш адаптивний за врожайністю, проте її високий рівень визначався не крупністю зерен, а підвищеною озерненістю колоса. Решта сортів і селекційних ліній, які знаходились у середній частині загального РАС, належали до генотипів з середньою адаптивністю за ознакою «маса 1000 зерен».

Таблиця 4.6

Параметри та рейтинг адаптивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за ознакою «маса 1000 зерен», 2018/19–2020/21 рр.

Сорт, селекційна лінія	Статистичні параметри											$\bar{X}/\bar{X} Z -$ РАС
	$\bar{X} - Z$	$s - Z$	$x_{\max} -$ $Z$	$x_{\min} -$ $Z$	$(x_{\max} +$ $x_{\min})/2$ $- Z$	$R - Z$	$Cv - Z$	$Hom -$ $Z$	$Sc - Z$	$b_i - Z$	$S_{di}^2 -$ $Z$	
Подольнка – стандарт	42,2–3	4,80–8	50,1–1	37,6–2	43,9–2	12,5–6	11,4–8	371–8	31,7–5	1,18–6	0,8–1	9,29–5
ЛЮТ 55198	44,4–1	4,09–5	50,0–2	38,8–1	44,4–1	11,2–3	9,2–2	482–2	34,5–1	0,99–1	1,4–3	22,21–1
МІП Ювілейна	41,1–5	3,89–2	48,6–6	37,1–4	42,9–5	11,5–4	9,5–3	434–3	31,4–6	0,92–3	2,2–5	9,82–2
ЛЮТ 37519	41,0–6	3,47–1	46,5–7	37,0–5	41,8–7	9,5–1	8,5–1	485–1	32,6–2	0,64–7	8,0–8	9,81–3
МІП Дніпрянка	42,2–3	4,48–6	49,3–4	37,2–3	43,3–3	12,1–5	10,6–6	398–6	31,9–4	1,05–2	3,2–6	9,67–4
ЕР 55023	43,7–2	4,73–7	49,8–3	36,4–6	43,1–4	13,4–7	10,8–7	404–5	32,0–3	1,14–4	1,9–4	9,25–6
МІП Лада	40,6–7	3,93–3	45,9–8	35,2–7	40,6–8	10,7–2	9,7–4	419–4	31,1–7	0,95–2	1,2–2	8,27–7
МІП Ассоль	39,7–8	3,97–4	44,9–9	33,4–9	39,2–9	11,5–4	10,0–5	397–7	29,6–9	0,95–2	1,9–4	6,24–8
Грація МИР	41,6–4	4,93–9	48,9–5	34,9–8	41,9–6	14,0–8	11,9–9	350–9	29,7–8	1,17–5	3,5–7	5,86–9
Середнє	41,8	4,25	48,2	36,4	42,3	11,8	10,16	416	31,6	1,00	2,69	-
НІР <sub>05</sub>	3,6											

Примітки:  $\bar{X}$  – середнє значення маси 1000 зерен, г;  $Z$  – ранг;  $s$  – стандартне відхилення, г;  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальна і мінімальна маса 1000 зерен, г;  $(x_{\max} + x_{\min})/2$  – компенсаторна здатність;  $R$  – розмах варіювання (норма реакції, показник стресостійкості);  $Cv$  – коефіцієнт варіації, %;  $Hom$  – гомеостатичність;  $Sc$  – селекційна цінність генотипу;  $b_i$  – коефіцієнт лінійної регресії;  $S_{di}^2$  – середньоквадратичне відхилення (показник стабільності генотипу);  $\bar{X} Z$  – середній ранг;  $\bar{X}/\bar{X} Z -$  РАС – рейтинг адаптивності сорту; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

## 4.2 Параметри адаптивної здатності та стабільності за показниками якості зерна

Якість зерна пшениці м'якої озимої належить до найскладніших селекційних ознак і значною мірою залежить від генетичного потенціалу сорту, ґрунтово-кліматичних умов вирощування, системи удобрення [349, 350]. Для досягнення якісного стрибка (зсуву) в селекції на високу врожайність і якість зерна необхідно створити новий тип рослини, який об'єднав би в одному генотипі ці дві вищезазначені ознаки, між якими існує зворотний кореляційний зв'язок. Вміст білка є одним із основних показників якості зерна та борошна, якому приділяється особлива увага в селекційного процесі. Вміст білка в зерні пшениці та її продуктивність – це генетично зумовлені, багатфакторні характеристики, які реалізуються всією сукупністю складних фізіолого-біохімічних процесів, що відбуваються у рослинному організмі [351]. Погодні умови в період наливу–дозрівання визначають у подальшому активність амілазного комплексу зерна, яка безпосередньо впливає на якість хліба [349, 352]. Основні показники якості зерна, такі як вміст білка та клейковини, її якість, формуються значно вищими в сухі та посушливі роки, а за надмірного зволоження, особливо в період наливу зерна, мають нижчий рівень прояву [97]. Більш сприятливими умовами для накопичення клейковинних білків є достатня забезпеченість вологою і температура повітря не вище 26–28 °С, а для якості клейковини – 30–32 °С і вище [38]. Отже, на якість зерна пшениці значно впливають агроєкологічні умови її вирощування.

### 4.2.1 Вміст білка

За результатами досліджень погодні умови періоду наливу та дозрівання зерна мали певні особливості. Так, у 2018/19 р. цей період був сприятливим, в основному за рахунок достатньої (48,4 мм; на рівні норми) кількості опадів у травні з середньомісячною температурою повітря 17,8 °С (перевищення

багаторічного показника на 1,9 °С). У червні (ГТК = 1,28; 86,8 мм опадів) відмічали підвищений температурний режим (22,8 °С; перевищення норми на 3,8 °С), що позитивно вплинуло на рівень урожайності, але не сприяло формуванню високих показників якості зерна.

У 2019/20 р. період наливу та дозрівання зерна був посушливий і жаркий, що вплинуло на накопичення в зерні азоту. За надмірного (91,6 мм; ГТК = 2,37) зволоження в травні середньомісячна температура повітря становила 12,8 °С (на 2,6 °С нижче за середній багаторічний показник). У червні випало лише 57,1 мм опадів, дефіцит вологи склав 43,7 мм. Середньомісячна температура повітря становила 21,7 °С (перевищення норми на 2,9 °С), що уповільнило надходження продуктів фотосинтезу в зернівки, внаслідок чого сформувалось щупле зерно з низькою масою 1000 зерен.

У 2020/21 р. під час важливого періоду в циклі розвитку рослин, коли формується маса 1000 зерен і їх якісні характеристики, спостерігали прохолодну погоду з надмірною вологозабезпеченістю. У травні середньомісячна температура повітря становила 14,5 °С (нижче норми на 0,8 °С), що призвело до затримки розвитку рослин. У червні відмічали оптимальну для періоду наливу зерна температуру повітря – 20,2 °С (вище норми на 1,4 °С). У червні, липні відмічали складні погодні умови у вигляді несприятливих метеорологічних явищ – сильних дощів і шквалів, які призвели до локального вилягання рослин пшениці м'якої озимої. У травні і червні 2021 р. випало 87,0 і 100,4 мм опадів (ГТК = 1,82 і 1,66 відповідно), що відповідає умовам з надмірним зволоженням, які позитивно вплинули на формування рівня врожайності, але не сприяли формуванню високоякісного зерна пшениці м'якої озимої.

За показниками ВІС, розрахованими за даними вмісту білка в зерні сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, вегетаційні періоди (роки) знаходились у межах сприятливої норми – 94÷111 % (табл. 4.7). Максимальні показники індексів ІС і ВІС відмічено в 2019/20 р. – 1,2 г та 111 % відповідно.

Таблиця 4.7

## Вміст білка в зерні сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, %

Сорт, селекційна лінія	Рік						Середнє
	2018/19		2019/20		2020/21		
	Строк сівби						
	5.10	15.10	5.10	15.10	5.10	15.10	
Подольанка – стандарт	8,3	9,3	10,3	10,6	8,3	9,8	9,4
МП Ассоль	8,1	9,1	9,4	11,4	7,0	9,0	9,0
Грация МИР	10,2	10,7	12,5	13,4	7,5	10,0	10,7
ЕР 55023	12,7	12,2	15,0	14,2	13,0	14,5	13,6
МП Ювілейна	8,8	9,8	10,8	12,0	9,0	8,0	9,7
МП Лада	9,4	10,4	12,6	12,4	8,7	9,3	10,5
МП Дніпрянка	10,2	12,1	11,5	12,3	8,3	12,5	11,2
ЛЮТ 55198	11,8	10,6	12,1	12,7	14,5	10,8	12,1
ЛЮТ 37519	12,1	10,6	11,8	13,8	11,1	12,5	12,0
Середнє по строку	10,2	10,5	11,8	12,5	9,7	10,7	10,9
max	12,7	12,2	15,0	14,2	14,5	14,5	13,6
min	8,1	9,1	9,4	10,6	7,0	8,0	9,0
Cv, %	16,7	10,3	13,6	9,2	26,6	19,4	16,0
Середнє за рік	10,4		12,2		10,2		10,9
Cv, %	13,5		11,6		22,8		16,0
IC, %	-0,6		1,2		-0,7		-
BIC, %	95		111		94		-

Примітки: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; max, min – максимальне і мінімальне значення показника; Cv – коефіцієнт варіації; IC – індекс середовища; BIC – відносний індекс середовища.

Високі температури повітря, інтенсивність сонячної радіації та посуха в період наливу зерна стали сприятливими чинниками для формування підвищеного вмісту білка: в таких умовах зменшується надходження вуглеводів у зерно, але відбувається збільшення вмісту азоту. Значно нижчі показники IC і BIC, практично на одному рівні, були в умовах попереднього та наступного років – -0,6 % і -0,7 % та 95 % і 94 % відповідно. Показник вмісту білка варіював у межах від 7,0 % до 15,0 % і мав вищу мінливість порівняно з ознаками «маса 1000 зерен» і «вміст клейковини в зерні». Мінливість ознаки за коефіцієнтом варіації становила в середньому за три роки 16,0 %, розмах варіювання – від 11,6 % (сприятливий рік) до 22,8 % (несприятливий). Максимальний (12,2 %) середній показник вмісту білка був у 2019/20 р., коли врожайність була мінімальною. Між досліджуваними генотипами відмітили

помітну різницю за вмістом білка –  $9,4 \div 15,0$  %. Подібний розмах спостерігали і в умовах 2020/21 р. (прохолодна погода з надмірною кількістю опадів) –  $7,0 \div 14,5$  %. Середній показник за період досліджень знаходився в межах від 9,0 до 12,5 %, у стандарту – 9,4 %. У селекційних ліній ЕР 55023 і ЛЮТ 55198 відмітили найвищий середній показник – 13,6 % і 12,1 % відповідно. З них лінія ЕР 55023 незалежно від умов середовища формувала максимальний показник по досліді (виняток – I строк сівби в 2020 р.).

Найменший розмах варіювання даного показника і мінімальний коефіцієнт варіації був у селекційних ліній з підвищеним вмістом білка, гомеостатичності, з високою селекційною цінністю та нейтральною або слабкою ( $b_i = 0,71 \div 0,75$ ) реакцією на умови вирощування: ЕР 55023 ( $R = 2,8$  %;  $Cv = 7,5$  %;  $\bar{X} = 13,6$  %;  $Hom = 181$ ;  $Sc = 11,10$ ) і ЛЮТ 37519 ( $R = 3,2$  %;  $Cv = 8,6$  %;  $\bar{X} = 12,0$  %;  $Hom = 140$ ;  $Sc = 9,2$ ) (табл. 4.8). За максимальним вмістом білка та вищою компенсаторною здатністю виділено селекційні лінії: ЕР 55023 ( $x_{max} = 15,0$  %,  $(x_{max} + x_{min}) / 2 = 13,6$  %); ЛЮТ 55198 ( $x_{max} = 14,5$  %,  $(x_{max} + x_{min}) / 2 = 12,6$  %) і ЛЮТ 37519 ( $x_{max} = 13,8$  %,  $(x_{max} + x_{min}) / 2 = 12,2$  %).

Найвищу чутливість на зміну умов вирощування відмітили в сортів Грація МИР ( $b_i = 1,86$ ), МП Лادا ( $b_i = 1,47$ ), МП Ассоль ( $b_i = 1,31$ ), МП Ювілейна ( $b_i = 1,17$ ). Найбільш наближеним до середньопластичних генотипів, з адекватною реакцією на зміну умов середовища був сорт МП Дніпрянка ( $b_i = 1,02$ ), який разом зі стандартом Подолянка віднесли до найбільш стабільних за показником  $S_{di}^2 \rightarrow 0$ . За рейтингом адаптивності сорту до кращих за вмістом білка віднесено селекційні лінії ЕР 55023 і ЛЮТ 37519, які зайняли найвищі ранги показників: мінімальний вміст білка ( $x_{min} = 12,2$  % і 10,6 %; ранги 1 і 2 відповідно), компенсаторна здатність ( $(x_{max} + x_{min}) / 2 = 13,6$  % і 12,2 %; ранги 1 і 3 відповідно), стресостійкість ( $R = 2,8$  % і 3,2 %; ранги 2 і 3 відповідно), коефіцієнт варіації ( $Cv = 7,5$  % і 8,6 %; ранги 1 і 2 відповідно), гомеостатичність ( $Hom = 181$  і 140; ранги 1 і 2 відповідно) та селекційна цінність ( $Sc = 9,20$  і 8,83; ранги 1 і 2 відповідно).

Таблиця 4.8

Параметри та рейтинг адаптивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за ознакою «вміст білка»,  
2018/19–2020/21 рр.

Сорт, селекційна лінія	Статистичні параметри											$\bar{X}/\bar{X} Z$ – РАС
	$\bar{X} - Z$	$s - Z$	$x_{\max} - Z$	$x_{\min} - Z$	$(x_{\max} + x_{\min})/2 - Z$	$R - Z$	$Cv - Z$	$Hom - Z$	$Sc - Z$	$b_i - Z$	$S^2_{di} - Z$	
Подольнка – стандарт	9,4–8	0,90–1	10,6–9	8,3–4	9,5–8	2,3–1	9,5–3	99–4	7,4–5	0,87–2	0,16–1	2,26–4
ЕР 55023	13,6–1	1,02–2	15,0–1	12,2–1	13,6–1	2,8–2	7,5–1	181–1	11,1–1	0,71–5	0,87–7	6,50–1
ЛЮТ 37519	12,0–3	1,03–3	13,8–3	10,6–2	12,2–3	3,2–3	8,6–2	140–2	9,2–2	0,75–4	0,79–6	3,99–2
ЛЮТ 55198	12,1–2	1,30–4	14,5–2	10,6–2	12,6–2	3,9–4	10,8–4	112–3	8,8–3	0,16–9	2,50–9	3,02–3
МП Дніпрянка	11,2–4	1,48–7	12,5–6	8,3–4	10,4–6	4,2–6	13,3–5	84–5	7,4–4	1,02–1	1,86–8	2,19–5
МП Лада	10,5–6	1,52–8	12,6–5	8,7–3	10,7–4	3,9–4	14,5–7	72–6	7,2–6	1,47–7	0,49–3	1,95–6
МП Ювілейна	9,7–7	1,33–5	12,0–7	8,0–5	10,0–7	4,0–5	13,7–6	71–7	6,5–7	1,17–3	0,78–5	1,67–7
Грація МИР	10,7–5	1,89–9	13,4–4	7,5–6	10,5–5	5,9–8	17,7–9	61–8	6,0–8	1,86–8	0,60–4	1,59–8
МП Ассоль	9,0–9	1,34–6	11,4–8	7,0–7	9,2–9	4,4–7	14,9–8	61–8	5,5–9	1,31–6	0,31–2	1,25–9
Середнє	10,9	1,31	12,9	9,0	10,9	3,8	12,3	98	7,7	1,00	0,93	-
НІР <sub>05</sub>	2,4											

Примітки:  $\bar{X}$  – середнє значення вмісту білка, %;  $Z$  – ранг;  $s$  – стандартне відхилення, %;  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальне і мінімальне значення вмісту білка, %;  $(x_{\max} + x_{\min})/2$  – компенсаторна здатність, %;  $R$  – розмах варіювання (норма реакції, показник стресостійкості), %;  $Cv$  – коефіцієнт варіації, %;  $Hom$  – гомеостатичність;  $Sc$  – селекційна цінність генотипу;  $b_i$  – коефіцієнт лінійної регресії;  $S^2_{di}$  – середньоквадратичне відхилення (показник стабільності генотипу);  $\bar{X} Z$  – середній ранг;  $\bar{X}/\bar{X} Z$  – РАС – рейтинг адаптивності сорту; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютеценс.

Селекційна лінія ЛЮТ 55198 зайняла третє місце за рахунок вищих рангів (у межах 2–4) більшості статистичних параметрів. Отже, вищеперераховані генотипи були найбільш адаптивними за ознакою «вміст білка».

#### 4.2.2 Вміст клейковини

Відомо, що якісні показники зумовлюються як генотипово, так і фенотипово. З-поміж багатьох показників, які характеризують хлібопекарські якості пшениці, важливе місце належить клейковині, яка визначає такі фізичні властивості, як об'єм і пружність тіста та якість і споживчу цінність хліба. Цінність продовольчого зерна культури значною мірою залежить від рівня його білковості, а відтак і вмісту сирої клейковини, оскільки між цими показниками існує досить тісний кореляційний зв'язок. Оскільки біосинтез запасних білків відбувається під контролем специфічної генетичної системи, що включається в роботу в період наливу зерна, то і вміст сирої клейковини значною мірою залежить від умов, що складаються в даний період [353].

За результатами досліджень (табл. 4.9) тісний зв'язок між вмістом білка та клейковини підтверджується характером диференціації та напрямом прояву ВІС. У 2018/19 р. за найвищої врожайності показник ВІС був менший за оптимум, але в межах норми – 91 %. У середньому за три роки мінливість вмісту клейковини в зерні пшениці м'якої озимої становила 12,1 %, з розмахом варіювання від 11,0 % (2019/20 р.) до 12,8 % (2020/21 р.). Максимальний рівень показника відмічено в 2019/20 р. за ВІС = 110 % (умови середовища вищі оптимуму) та індексу середовища 2,6 %. Між досліджуваними сортами і селекційними лініями виявлена значна мінливість за вмістом клейковини, розмах варіювання становив від 18,2 % до 37,0 %. Виявлено, що селекційні лінії ЕР 55023, ЛЮТ 55198 і сорт Грація МИР мали високий рівень показника – понад 28 %.

Таблиця 4.9

Вміст клейковини сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, %

Сорт, селекційна лінія	Рік						Середнє
	2019/20		2019/20		2020/21		
	Строк сівби						
	5.10	15.10	5.10	15.10	5.10	15.10	
Подольанка – стандарт	20,2	24,7	26,5	26,4	26,5	25,1	24,9
МПП Ассоль	19,8	21,5	24,1	27,6	18,2	24,5	22,6
Грация МИР	23,6	28,6	30,3	32,9	24,7	28,3	28,1
ЕР 55023	27,6	24,6	37,0	33,0	26,1	29,3	29,6
МПП Ювілейна	19,5	24,1	25,1	30,5	24,0	22,6	24,3
МПП Лада	18,8	21,9	27,3	29,7	24,6	25,8	24,7
МПП Дніпрянка	24,0	27,2	26,9	27,2	24,6	27,9	26,3
ЛЮТ 55198	24,5	27,8	28,7	27,9	34,8	26,6	28,4
ЛЮТ 37519	24,3	24,1	26,6	29,7	28,2	27,6	26,8
Середнє по строку	22,5	24,9	28,1	29,4	25,6	26,2	26,1
max	27,6	28,6	37,0	33,0	34,8	28,3	29,6
min	18,8	21,5	24,1	26,4	18,2	22,6	22,6
Cv, %	13,3	10,0	13,6	8,1	17,0	8,0	11,7
Середнє за рік	23,7		28,7		26,1		26,2
Cv, %	12,5		11,0		12,8		12,1
IC, %	-2,4		2,6		-0,1		-
ВІС, %	91		110		100		-

Примітки: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; max, min – максимальне і мінімальне значення показника; Cv – коефіцієнт варіації; IC – індекс середовища; ВІС – відносний індекс середовища.

Незважаючи на збіг середніх показників вмісту білка й клейковини за роками, строками сівби та генотипами, ранги статистичних параметрів не співпадали (табл. 4.10). Мінливість вмісту клейковини для більшості генотипів була на рівні середнього значення, але не вище 15,3 %. Найменшу мінливість і високу стресостійкість (ранги 1 і 2) мали сорт МПП Дніпрянка ( $\bar{X} = 26,3\%$ ;  $Cv = 5,5\%$ ;  $R = 3,9\%$ ) і селекційна лінія ЛЮТ 37519 ( $\bar{X} = 26,8\%$ ;  $Cv = 7,6\%$ ;  $R = 5,6\%$ ) за найвищих показників гомеостатичності та селекційної цінності (475 і 354 та 22,6 і 21,7; ранги 1 і 2 відповідно). Селекційні лінії ЕР 55023 і ЛЮТ 55198 з найвищими показниками середнього, максимального і мінімального вмісту клейковини, максимальної компенсаторної здатності (ранги 1 і 2) зайняли четверте і п'яте місця в РАС.

Таблиця 4.10

Параметри та рейтинг адаптивності за ознакою «вміст клейковини» сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/19–2020/21 рр.

Сорт, селекційна лінія	Статистичні параметри											$\bar{X}/\bar{X} Z$ – РАС
	$\bar{X} - Z$	$s - Z$	$x_{\max} - Z$	$x_{\min} - Z$	$(x_{\max} + x_{\min})/2 - Z$	$R - Z$	$Cv - Z$	$Hom - Z$	$Sc - Z$	$b_i - Z$	$S^2_{di} - Z$	
Подольнка – стандарт	24,9–6	2,22–3	26,5–8	20,2–6	23,4–8	6,3–3	8,9–3	279–3	19,0–6	0,84–2	2,2–3	5,37–6
ЛЮТ 37519	26,8–4	2,02–2	29,7–5	24,1–3	26,9–4	5,6–2	7,6–2	354–2	21,7–2	0,72–4	2,3–4	8,65–1
МІП Дніпрянка	26,3–5	1,46–1	27,9–6	24,0–4	26,0–5	3,9–1	5,5–1	475–1	22,6–1	0,42–7	1,8–2	8,51–2
Грація МИР	28,1–3	3,16–5	32,9–3	23,6–5	28,3–3	9,3–4	11,3–5	249–5	20,1–3	1,26–3	3,2–5	7,02–3
ЛЮТ 55198	28,4–2	3,17–6	34,8–2	24,5–2	29,7–2	10,3–6	11,2–4	255–4	20,0–4	0,37–8	14,0–8	6,50–4
ЕР 55023	29,6–1	4,46–9	37,0–1	24,6–1	30,8–1	12,4–9	14,3–8	207–6	19,7–5	1,35–6	13,4–9	5,81–5
МІП Лада	24,7–7	3,55–8	29,7–5	18,8–8	24,3–7	10,9–7	14,4–9	172–8	15,6–7	1,58–7	0,4–1	3,67–7
МІП Ювілейна	24,3–8	3,29–7	30,5–4	19,5–7	25,0–6	11,0–8	13,6–6	179–7	15,5–8	1,33–5	3,1–6	3,71–8
МІП Ассоль	22,6–9	3,14–4	27,6–7	18,2–9	22,9–9	9,4–5	13,9–7	163–9	14,9–9	1,12–1	5,5–7	3,27–9
Середнє	26,2	2,94	30,7	21,9	26,3	8,8	11,2	259	18,8	1,00	5,1	-
НІР <sub>05</sub>	5,1											

Примітки:  $\bar{X}$  – середнє значення вмісту клейковини, %;  $Z$  – ранг;  $s$  – стандартне відхилення, %;  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальний і мінімальний вміст клейковини, %;  $(x_{\max} + x_{\min})/2$  – компенсаторна здатність, %;  $R$  – розмах варіювання (показник стресостійкості), %;  $Cv$  – коефіцієнт варіації, %;  $Hom$  – гомеостатичність;  $Sc$  – селекційна цінність генотипу;  $b_i$  – коефіцієнт лінійної регресії;  $S^2_{di}$  – середньоквадратичне відхилення;  $\bar{X} Z$  – середній ранг;  $\bar{X}/\bar{X} Z$  – РАС – рейтинг адаптивності сорту; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

### 4.2.3 Сила борошна

Сила борошна є основним фактором, що визначає його хлібопекарські властивості. Під терміном «сила борошна» розуміють його здатність утворювати тісто, яке має певні структурно-механічні властивості (пружність, еластичність, пластичність, в'язкість) під час дозрівання і вистоювання, а в процесі випікання – формувати хліб певної якості. Сила борошна визначає об'єм хліба та формоутримувальну здатність подових виробів. Залежно від рівня показника встановлюють параметри технологічного процесу: температуру, тривалість бродіння [353].

Диференціація показника ВІС для сили борошна мала такий же характер, як і за вмістом білка та клейковини (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Сила борошна сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, о. а.

Сорт, селекційна лінія	Рік						Середнє
	2018/19		2019/20		2020/21		
	Строк сівби						
	5.10	15.10	5.10	15.10	5.10	15.10	
Подольанка – стандарт	225	255	425	257	290	272	287
МП Ассоль	237	274	249	433	260	329	297
Грація МИР	126	203	260	263	125	142	187
ЕР 55023	139	192	284	365	272	160	235
МП Ювілейна	261	229	290	350	197	259	264
МП Лада	232	255	344	280	340	277	288
МП Дніпрянка	162	224	311	395	280	255	271
ЛЮТ 55198	354	236	290	463	267	227	306
ЛЮТ 37519	393	343	420	345	269	275	341
Середнє по строку	237	246	319	350	256	244	275
max	393	343	425	463	340	329	341
min	126	192	249	257	125	142	187
Cv, %	38,5	18,2	20,2	21,0	24,0	24,3	24,4
Середнє за рік	241		335		250		275
Cv, %	28,9		20,6		23,5		24,4
ІС, о.а.	-34		59		-25		-
ВІС, %	88		122		91		-

Примітки: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; max, min – максимальне і мінімальне значення показника; Cv – коефіцієнт варіації; ІС – індекс середовища; ВІС – відносний індекс середовища.

ВІС знаходився в межах норми від 88 % (2018/19 р.) до 122 % (2019/20 р.), з найвищим (335 о. а.) середнім показником у сприятливому для формування якості зерна пшениці м'якої озимої 2019/20 р. Показник сили борошна відзначався більшою мінливістю порівняно зі вмістом білка та клейковини: в середньому за три роки коефіцієнт варіації дорівнював 24,4 %, у сприятливому 2019/20 р. – 20,6 %. У 2018/19 р., за раннього ЧВВВ і достатньої кількості опадів, що призводить до переважання накопичення вуглеводів, мінливість була максимальною (28,9 %).

Норма реакції ( $R = x_{\max} - x_{\min}$ ) сили борошна мала значні генотипові відмінності: від 112 о. а. в сорту МП Лада до 236 о. а. в селекційній лінії ЛЮТ 55198 (табл. 4.12). Селекційні лінії ЛЮТ 37519 (341 о. а.), ЛЮТ 55198 (306 о. а.) та сорт МП Ассоль (297 о. а.) перевищили стандарт (287 о. а.). Мінливість ( $C_v, \%$ ) ознаки «сила борошна» виявилась значною, за винятком трьох генотипів: МП Лада, МП Ювілейна і ЛЮТ 37519, у яких вона знаходилася на рівні середнього значення – від 14,4 % до 18,2 %. Ці генотипи мали менший розмах варіювання за показником  $R$  у порівнянні з іншими (ранги 1–4). Сорт МП Лада, селекційна лінія ЛЮТ 37519 і стандарт Подолянка продемонстрували слабку ( $b_i < 1$ ) реакцію на зміну середовища –  $b_i = 0,38; 0,46$  і  $0,67$  відповідно.

Найбільш наближеними до середньопластичних з оптимальною реакцією на зміну умов середовища виокремлено сорти МП Ассоль ( $b_i = 0,96$ , ранг 1) і МП Лада ( $b_i = 0,91$ , ранг 2), які мала найвищу стабільність (ранг 1) за показником  $S^2_{di}$ . За підвищеною гомеостатичністю виділено з показниками вище середнього по досліді (Ном = 1288) та вище стандарту (Ном = 1278, ранг 5) селекційну лінію ЛЮТ 37519 (Ном = 2092, ранг 1) і сорти: МП Лада (Ном = 2007, ранг 2), МП Ювілейна (Ном = 1456, ранг 3), МП Ассоль (Ном = 1307, ранг 4). Високу чутливість на покращення умов вирощування з сильною реакцією на їх зміну мали селекційні лінії ЕР 55023 ( $b_i = 1,64$ ), ЛЮТ 55198 ( $b_i = 1,29$ ) і сорти МП Дніпрянка ( $b_i = 1,51$ ), Грація МИР ( $b_i = 1,19$ ).

Таблиця 4.12

Параметри та рейтинг адаптивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за показником «сила борошна»,  
2018/19–2020/21 рр.

Сорт, селекційна лінія	Статистичні параметри											$\bar{X}/\bar{X} Z$ – РАС
	$\bar{X} - Z$	$s - Z$	$x_{\max} - Z$	$x_{\min} - Z$	$(x_{\max} + x_{\min})/2 - Z$	$R - Z$	$Cv - Z$	$Hom - Z$	$Sc - Z$	$b_i - Z$	$S^2_{di} - Z$	
Подольнка– стандарт	287–5	65–5	425–3	225–5	325–4	200–6	22,5–4	1278–5	122–6	0,67–5	4988–8	56,44–6
ЛЮТ 37519	341–1	56–3	420–4	269–1	345–2	151–3	16,3–2	2092–1	87–7	0,46–7	4031–6	101,33–1
МІП Ассоль	297–3	67–6	433–2	237–2	335–3	196–5	22,7–5	1307–4	123–5	0,96–1	4244–7	75,98–2
МІП Лада	288–4	41–1	344–8	232–3	288–5	112–1	14,4–1	2007–2	61–9	0,38–8	2147–5	67,40–3
ЛЮТ 55198	306–2	82–9	463–1	227–4	345–1	236–9	26,6–6	1150–6	166–6	1,29–4	5306–9	59,08–4
МІП Ювілейна	264–7	48–2	350–7	197–6	274–7	153–4	18,2–3	1456–3	85–8	0,91–2	1144–1	58,15–5
МІП Дніпрянка	271–6	72–7	395–5	162–7	279–6	233–8	26,7–7	1016–7	176–2	1,51–6	1463–3	46,61–7
ЕР 55023	235–8	79–8	365–6	139–8	252–8	226–7	33,5–9	702–8	207–1	1,64–9	1760–4	34,06–8
Грація МИР	187–9	59–4	263–9	125–9	194–9	138–2	31,7–8	589–9	124–4	1,19–3	1248–2	30,17–9
Середнє	275	63	384	201	293	183	23,6	1288	128	1,00	2979	-
НІР <sub>05</sub>	118											

Примітки:  $\bar{X}$  – середнє значення сили борошна, о. а.;  $Z$  – ранг;  $s$  – стандартне відхилення, о. а.;  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальна і мінімальна сила борошна, о. а.;  $(x_{\max} + x_{\min})/2$  – компенсаторна здатність, о. а.;  $R$  – розмах варіювання (норма реакції, показник стресостійкості), о. а.;  $Cv$  – коефіцієнт варіації, %;  $Hom$  – гомеостатичність;  $Sc$  – селекційна цінність генотипу;  $b_i$  – коефіцієнт лінійної регресії;  $S^2_{di}$  – середньоквадратичне відхилення (показник стабільності генотипу);  $\bar{X} Z$  – середній ранг;  $\bar{X}/\bar{X} Z$  – РАС – рейтинг адаптивності сорту; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

У загальному рейтингу адаптивності сорту перше місце зайняла селекційна лінія ЛЮТ 37519 з максимальним ( $\bar{X} = 341$  о. а) показником сили борошна та вищими, ніж у стандарту, (1–4 ранги) показниками статистичних параметрів:  $s$ ,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ,  $(x_{\max} + x_{\min}) / 2$ ,  $R$ ,  $C_v$  і  $\text{Hom}$ . Лінія ЛЮТ 37519 мала кращі результати в несприятливих умовах ( $b_i = 0,46$ ) з мінімальною мінливістю в різних середовищах, але була менш стабільною ( $S_{di}^2 = 4031$ ; ранг 6). Друге місце займає найбільш наближений до середньопластичних генотипів сорт МП Ассоль ( $b_i = 0,96$ ; ранг 1) з кращими від стандарту Подолянка показниками статистичних параметрів:  $\bar{X}$ ,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ,  $(x_{\max} + x_{\min}) / 2$ ,  $R$ ,  $C_v$ ,  $\text{Hom}$ ,  $S_c$  (ранги 1–5), але зі зниженою стабільністю  $S_{di}^2 = 4244$  (ранг 7).

Слід відмітити, що практично на одному рівні в РАС (59,08 і 58,15) на четвертому та п'ятому місці знаходились селекційна лінія ЛЮТ 55198 і сорт МП Ювілейна, з них перша мала високі ранги (1–2), на рівні стандарту, за середнього ( $\bar{X}$ ) та максимального ( $x_{\max}$ ) значення показника «сила борошна».

#### 4.2.4 Об'єм хліба

Об'єм хліба – це власне об'ємний вихід хліба, отриманий за використання 100 г борошна для виготовлення одного пробного хлібця, який наочно характеризує хлібопекарські властивості досліджуваного зразка пшениці. Диференціація показника ВІС для об'ємного виходу хліба була в межах норми – від 95 % (2018/19 р.) до 107 % у сприятливому для формування якості зерна 2019/20 р., з найвищим (789 см<sup>3</sup>) середнім показником (табл. 4.13). Об'єм хліба відзначався середньою мінливістю (15,0 %) в межах від 11,9 % у 2020/21 р. до 18,9 % у 2019/20 р., що практично на такому ж рівні, як для ознак «вміст білка» та «вміст клейковини» в зерні. Максимальний (868 см<sup>3</sup>) середній об'ємний вихід хліба відзначено у стандарту. Сорти МП Ассоль і МП Ювілейна перевищили середнє (736 см<sup>3</sup>) по досліді – 815 і 852 см<sup>3</sup> відповідно.

Таблиця 4.13

Показник «об'єм хліба» сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, см<sup>3</sup>

Сорт, селекційна лінія	Рік						Середнє
	2018/19		2019/20		2020/21		
	Строк сівби						
	5.10	15.10	5.10	15.10	5.10	15.10	
Подольянка – стандарт	780	830	920	1100	820	760	868
МП Ассоль	650	710	880	960	790	900	815
Грація МИР	790	720	630	730	750	730	725
ЕР 55023	540	500	580	660	660	620	593
МП Ювілейна	750	790	980	990	790	810	852
МП Лада	790	700	770	790	690	640	730
МП Дніпрянка	830	600	710	710	670	600	687
ЛЮТ 55198	730	750	720	800	660	710	728
ЛЮТ 37519	640	580	620	660	640	610	625
Середнє по строку	722	687	757	822	719	709	736
max	830	830	980	1100	820	900	868
min	540	500	580	660	640	600	593
Cv, %	13,0	15,5	18,8	19,2	9,5	14,5	15,1
Середнє за рік	704		789		714		736
Cv, %	14,1		18,9		11,9		15,0
IC, см <sup>3</sup>	-31		54		-22		-
ВІС, %	95		107		97		-

Примітки: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; max, min – максимальне і мінімальне значення показника; Cv – коефіцієнт варіації; IC – індекс середовища; ВІС – відносний індекс середовища.

За результатами досліджень середня мінливість показника у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої була низькою (9,3 %) з тенденцією до збільшення, але не вище 13,4 % (табл. 4.14). Виокремлено селекційні лінії ЛЮТ 37519 і ЛЮТ 55198, у яких відмічали найвищі (1 і 2 відповідно) ранги статистичних параметрів: розмах варіювання (80 см<sup>3</sup> і 140 см<sup>3</sup> відповідно), коефіцієнт варіації (4,1 % і 5,8 % відповідно), гомеостатичність (15224 і 12571 відповідно), відносна стабільність ( $S_{di}^2 = 428$  і 1730 відповідно). У рейтингу адаптивності за об'ємним виходом хліба селекційні лінії ЛЮТ 55198 і ЛЮТ 37519 зайняли перше та п'яте місце, остання погіршила свою позицію в РАС за рахунок низького ( $\bar{X} = 625$  см<sup>3</sup>, ранг 7) середнього показника.

Таблиця 4.14

Параметри та рейтинг адаптивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за показником «об'єм хліба»,  
2018/19–2020/21 рр.

Сорт, селекційна лінія	Статистичні параметри											$\bar{X}/\bar{X} Z$ – РАС
	$\bar{X} - Z$	$s - Z$	$x_{\max} - Z$	$x_{\min} - Z$	$(x_{\max} + x_{\min})/2 - Z$	$R - Z$	$Cv - Z$	$Hom - Z$	$Sc - Z$	$b_i - Z$	$S^2_{di} - Z$	
Подольнка – стандарт	868–1	115–9	1100–1	760–1	930–1	340–9	13,3–8	6543–6	600–3	2,42–9	3000–4	184–4
ЛЮТ 55198	728–5	42–2	800–5	660–3	730–4	140–2	5,8–2	12571–2	601–2	0,57–4	1730–2	243–1
МІП Ювілейна	852–2	96–7	990–2	750–2	870–2	240–7	11,3–6	7556–5	645–1	1,84–7	4054–7	195–2
МІП Лада	730–4	57–4	790–6	640–5	715–5	150–3	7,8–4	9372–4	591–4	0,85–1	2774–3	187–3
ЛЮТ 37519	625–8	26–1	660–7	580–8	620–7	80–1	4,1–1	15224–1	549–7	0,44–5	428–1	146–5
Грація МИР	725–7	48–3	790–6	630–6	710–6	160–4	6,7–3	10901–3	578–5	0,24–8	3324–5	142–6
МІП Ассоль	815–3	109–8	960–3	650–4	805–3	310–8	13,4–9	6091–7	552–6	1,69–6	9646–9	136–7
МІП Дніпрянка	687–6	78–6	830–4	600–7	715–5	230–6	11,4–7	6010–8	496–8	0,65–3	8035–8	111–8
ЕР 55023	593–9	60–5	660–7	500–9	580–8	160–5	10,0–5	5904–9	449–9	0,78–2	3595–6	88–9
Середнє	736	70	842	641	742	201	9,3	8908	558	1,00	4065	
НІР <sub>05</sub>	116											

Примітки:  $\bar{X}$  – середнє значення показника «об'єм хліба», см<sup>3</sup>;  $Z$  – ранг;  $s$  – стандартне відхилення, см<sup>3</sup>;  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – максимальне і мінімальне значення показника «об'єм хліба», см<sup>3</sup>;  $(x_{\max} + x_{\min})/2$  – компенсаторна здатність, см<sup>3</sup>;  $R$  – розмах варіювання (норма реакції, показник стресостійкості), см<sup>3</sup>;  $Cv$  – коефіцієнт варіації, %;  $Hom$  – гомеостатичність;  $Sc$  – селекційна цінність генотипу;  $b_i$  – коефіцієнт лінійної регресії;  $S^2_{di}$  – середньоквадратичне відхилення (показник стабільності генотипу);  $\bar{X} Z$  – середній ранг;  $\bar{X}/\bar{X} Z$  – РАС – рейтинг адаптивності сорту; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

Загалом у РАС вище стандарту Подолянка (четверте місце), незважаючи на його максимальне середнє значення, розмістились сорти МП Ювілейна ( $\bar{X} = 852 \text{ см}^3$ , ранг 2) і МП Лада ( $\bar{X} = 730 \text{ см}^3$ , ранг 3), в яких ранги обрахованих статистичних показників не знижувались нижче сьомого і п'ятого відповідно. Слід відмітити сорт МП Ассоль, який виявився мінливим та нестабільним ( $Cv = 13,4 \%$ ,  $S_{di}^2 = 9646$ , ранги 9), однак характеризувався здатністю реалізувати свій підвищений потенціал ( $\bar{X} = 815 \text{ см}^3$ , ранг 3) за більш сприятливих умов вирощування ( $b_i = 1,69$ ).

#### 4.3 Інтегральна оцінка адаптивності за комплексом цінних ознак

Для визначення узагальненого параметра оцінки рівня адаптивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої провели обчислення сум показників РАС за комплексом кількісних ознак (урожайність, висота рослин, маса 1000 зерен, вміст білка та клейковини, сила борошна та об'ємний вихід хліба) для кожного генотипу та їх ранжування. Найменшому значенню суми відповідала найвища адаптивність генотипу (табл. 4.15).

Виділено кращі за стандарт сорти і селекційні лінії пшениці м'якої озимої – ЛЮТ 55198, МП Ювілейна, ЛЮТ 37519, які мали найменші суми рангів (25–28) РАС і характеризувались високою або підвищеною адаптивністю. За кожною з аналізованих ознак досліджувані генотипи мали різні характеристики адаптивної здатності. Порівняльний аналіз рангових рядів РАС за ознаками «урожайність» і «висота рослин» показує, що найбільш близькими були сорти МП Ассоль, МП Дніпрянка та МП Ювілейна. Ранжування сортів і селекційних ліній за статистичними параметрами ознак якості зерна та визначення кращих із них за сумою рангів показало, що вищі за стандарт місця (1–5-те) в РАС за окремими ознаками мали селекційні лінії ЛЮТ 55198 і ЛЮТ 37519. Сорт МП Ювілейна також перевищив (2–4-те місце) стандарт за ознаками «маса 1000 зерен», «сила борошна» та «об'єм хліба».

Таблиця 4.15

Інтегральна оцінка сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на основі РАС  
за комплексом показників, 2018/19–2020/21 рр.

Сорт, селекційна лінія	Урожайність, т/га – Z РАС	Висота, см – Z РАС	Маса 1000 зерен, г – Z РАС	Вміст білка, % – Z РАС	Вміст клейковини, % – Z РАС	Сила борошна, о. а. – Z РАС	Об'єм хліба, см <sup>3</sup> – Z РАС	∑ Z	РАС
ЛЮТ 55198	5,74 <sup>1</sup> – 5 <sup>2</sup>	103 – 7	44,4 – 1	12,1 – 3	28,4 – 4	306 – 4	728 – 1	25	1
МПП Ювілейна	5,36 – 3	95 – 1	41,1 – 2	9,7 – 7	24,3 – 8	264 – 5	852 – 2	28	2
ЛЮТ 37519	5,14 – 8	87 – 8	41,0 – 3	12,0 – 2	26,8 – 1	341 – 1	625 – 5	28	3
МПП Дніпрянка	5,89 – 2	102 – 2	42,2 – 4	11,2 – 5	26,3 – 2	271 – 7	687 – 8	30	4
Подільянка – стандарт	5,34 – 4	103 – 4	42,2 – 5	9,4 – 4	24,9 – 6	287 – 6	868 – 4	33	5
МПП Лада	5,66 – 6	97 – 3	40,6 – 7	10,5 – 6	24,7 – 7	288 – 3	730 – 3	35	6
МПП Ассоль	5,90 – 1	101 – 2	39,7 – 8	9,0 – 9	22,6 – 9	297 – 2	815 – 7	38	7
ЕР 55023	4,38 – 9	83 – 5	43,7 – 6	13,6 – 1	29,1 – 5	235 – 8	593 – 9	43	8
Грація МИР	5,33 – 7	94 – 6	41,6 – 9	10,7 – 8	28,1 – 3	187 – 9	725 – 6	48	9
Середнє	5,42	96	41,8	10,7	26,1	275	736		
НІР <sub>05</sub>	0,66	7	3,6	2,4	5,1	118	116		

Примітки: 1 – середнє значення ознаки за три роки досліджень; 2 – ранг; РАС – рейтинг адаптивності сорту.

Отже, всі вони належали до генотипів з підвищеною адаптивністю за ознаками якості зерна. На противагу їм високоврожайний і найбільш адаптивний за ознаками «врожайність» і «висота рослин» сорт МІП Ассоль проявив меншу адаптивну здатність і мав нижчі (7–9-ге) місця в РАС, внаслідок чого посів сьоме місце в загальному рейтингу, незважаючи на високе (2-ге) місце за ознакою «сила борошна».

#### Висновки до розділу 4

Дістали подальшого розвитку підходи до диференціювання сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за їх адаптивними властивостями із застосуванням статистичного аналізу з визначенням показників пластичності та стабільності й загального їх рейтингу за врожайністю, висотою рослин і ознаками якості зерна, що дозволяє встановити достовірність відмінностей між генотипами та одержати об'єктивну інформацію для добору цінного вихідного матеріалу в селекції на адаптивність.

Установлено, що високі показники адаптивної здатності не забезпечували формування високої врожайності та відмінних показників якості зерна пшениці м'якої озимої, але дозволили прогнозувати норму реакції цінних ознак на зміну середовища, що важливо в період глобальних змін клімату.

Визначено, що найвищий рівень адаптивності за показником РАС мав сорт МІП Ассоль з оптимальним співвідношенням показників стабільності та пластичності: максимальні середня і мінімальна врожайність по досліді – 5,90 т/га і 3,10 т/га відповідно; компенсаторна здатність – 5,40 т/га; гомеостатичність і стабільність – 18,5 і 2,37, висока селекційна цінність – 0,11. Сорт формував вищий рівень урожайності за несприятливих умов вирощування ( $b_i = 0,82$ ;  $C_v = 32,0\%$ ). Сорти МІП Дніпрянка та МІП Ювілейна переважали стандарт за врожайністю, менше реагували на погіршення умов вирощування, мали вищу стресостійкість і стабільність. Селекційна лінія ЛЮТ 55198 з показниками середньої врожайності (5,74 т/га), її максимального рівня

(7,93 т/га) та стабільності ( $S_{di}^2 = 0,23$ ) перевищувала стандарт, а за параметрами  $x_{min}$ ,  $(x_{max} + x_{min}) / 2$ ,  $Sc$  була на рівні середнього по досліді.

Доведено, що мінливість висоти рослин у середньому по досліді була незначною –  $Cv = 8,4\%$ . Виокремлено сорти МП Лада і МП Дніпрянка з незначною мінливістю та високою стресостійкістю –  $Cv = 8,2\%$ ;  $R = 20$  см і  $Cv = 9,0\%$  і  $R = 21$  см, які найменше реагували на зміну умов вирощування за коефіцієнтом лінійної регресії ( $b_i = 0,70$  і  $0,86$  відповідно). До середньопластичних генотипів ( $b_i = 0,98$ ) віднесено сорти з підвищеною адаптивністю за урожайністю – МП Ассоль ( $\bar{X} = 101$  см;  $Cv = 10,3\%$ ;  $R = 27$  см) і МП Ювілейна ( $\bar{X} = 95$  см;  $Cv = 11,0\%$ ;  $R = 26$  см).

Досліджено, що середньопластична ( $b_i = 0,99$ ) селекційна лінія ЛЮТ 55198 з високими середньою та максимальною масою 1000 зерен, компенсаторною здатністю, селекційною цінністю; гомеостатичністю та стресостійкістю відносилась до кращих генотипів. Сорт МП Ювілейна та селекційна лінія ЛЮТ 37519 за значеннями показників були практично на одному рівні та переважали стандарт за адаптивною здатністю за даною ознакою.

Установлено, що за рейтингом адаптивності сорту кращими за вмістом білка були селекційні лінії ЕР 55023 і ЛЮТ 37519, які зайняли найвищі ранги показників: мінімальний вміст білка ( $x_{min} = 12,2\%$  і  $10,6\%$  відповідно), компенсаторна здатність  $(x_{max} + x_{min}) / 2 = 13,6\%$  і  $12,26\%$  відповідно), стресостійкість ( $R = 2,86\%$  і  $3,26\%$  відповідно), коефіцієнт варіації ( $Cv = 7,5\%$  і  $8,6\%$  відповідно), гомеостатичність ( $Hom = 181$  і  $140$  відповідно), селекційна цінність ( $Sc = 9,20$  і  $8,83$  відповідно).

З'ясовано, що за показником «вміст клейковини» найменшу мінливість і високу стресостійкість мали сорт МП Дніпрянка ( $\bar{X} = 26,3\%$ ;  $Cv = 5,5\%$ ;  $R = 3,9\%$ ) і селекційна лінія ЛЮТ 37519 ( $\bar{X} = 26,8\%$ ;  $Cv = 7,6\%$ ;  $R = 5,6\%$ ) за найвищих показників гомеостатичності та селекційної цінності (475; 354 і 22,6; 21,7 відповідно). Селекційні лінії ЕР 55023 і ЛЮТ 55198 відзначено як

генотипи з найвищими показниками середнього, максимального й мінімального вмісту клейковини, найвищою компенсаторною здатністю.

Виявлено, що в загальному рейтингу адаптивності сорту перше місце зайняла селекційна лінія ЛЮТ 37519 з максимальним ( $\bar{X} = 341$  о. а) показником сили борошна та вищими, ніж у стандарту, показниками статистичних параметрів:  $s$ ,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ,  $(x_{\max} + x_{\min}) / 2$ ,  $R$ ,  $C_v$  і  $\text{Hom}$ , з мінімальною мінливістю в різних середовищах, але меншою стабільністю ( $S^2_{di} = 4031$ ). Простежено, що найбільш наближеним до середньопластичних генотипів був сорт МІП Ассоль ( $b_i = 0,96$ ) з кращими від стандарту показниками статистичних параметрів:  $\bar{X}$ ,  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ,  $(x_{\max} + x_{\min}) / 2$ ,  $R$ ,  $C_v$ ,  $\text{Hom}$ ,  $S_c$ , але зі зниженою стабільністю ( $S^2_{di} = 4244$ ).

Виокремлено селекційні лінії ЛЮТ 37519 і ЛЮТ 55198, у яких відмічали найвищі ранги статистичних параметрів показника «об'єм хліба»: розмах варіювання ( $80 \text{ см}^3$  і  $140 \text{ см}^3$  відповідно), коефіцієнт варіації (4,1 % і 5,8 % відповідно), гомеостатичність (15224 і 12571 відповідно), відносна стабільність ( $S^2_{di} = 428$  і 1730 відповідно).

Доведено, що за інтегральною оцінкою за комплексом ознак стандарт переважали сорт МІП Ювілейна та селекційні лінії ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, які мали найменші суми рангів РАС, з високою або підвищеною адаптивністю. Проаналізовано, що за кожною ознакою досліджувані генотипи мали різні характеристики адаптивної здатності. Порівняльний аналіз рангових рядів РАС за ознаками «врожайність» і «висота рослин» показав, що найбільш близькими були сорти МІП Ассоль, МІП Дніпрянка та МІП Ювілейна. За результатами ранжування сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за статистичними параметрами віднесено до кращих за комплексом ознак якості зерна селекційні лінії ЛЮТ 55198 і ЛЮТ 37519. Сорт МІП Ювілейна також перевищив стандарт за ознаками «маса 1000 зерен», «сила борошна» та «об'єм хліба».

Виділено селекційні лінії ЛЮТ 55198 і ЛЮТ 37519 як джерела за комплексом цінних ознак за якістю зерна з високим рівнем адаптивності, які переважали стандарт, мали високу селекційну цінність за комплексом

показників і пропонуються для використання в науково-дослідних установах як цінного вихідного матеріалу в селекції на підвищення продуктивності та якості зерна пшениці м'якої озимої.

Аргументовано, що інтегрована оцінка адаптивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за складовими продукційного процесу (врожайність, висота рослин, показники якості зерна) на основі параметрів стабільності та пластичності з визначенням показника РАС забезпечила об'єктивну диференціацію генотипів за їх адаптивністю та селекційною цінністю.

Результати досліджень розділу 4 висвітлені у п'яти наукових працях, які наведено в списку використаних джерел [350, 354–357] і в додатку 3.

## РОЗДІЛ 5

### СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА ГІБРИДІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

Селекційні програми створення високопродуктивних сортів мають базуватися на наукових даних про оптимальне поєднання ознак і властивостей, які детермінуються спадково. Тому необхідно знати, як успадковуються ознаки й властивості за певних умов розвитку, щоб повною мірою прогнозувати кінцеві результати гібридизації, яка залишається основним обґрунтованим і результативним методом створення вихідного матеріалу для селекції пшениці та є комплексним процесом формування нових форм і основним джерелом генетичного різноманіття пшениці [35, 358, 359]. На ранніх етапах селекції пшениці м'якої озимої для аналізу результатів гібридизації важливо обрати систему ознак, за якими добір елітних рослин дозволить досягти певного генетичного прогресу та призведе до підвищення урожайного потенціалу. Знання закономірностей успадкування цінних господарських ознак сприяє більш цілеспрямованому добору в селекційній роботі на підвищення продуктивності. Як правило, в гібридів першого покоління шляхом аналізу різних факторіальних ознак визначають кількісні параметри елементів продуктивності рослин, характер їх успадкування, рівень гетерозису [95]. Вивчення кількісних ознак, які контролюються полімерними генами, дуже ускладнюється внаслідок їх значної мінливості, що залежить від умов середовища, а загальна картина їх успадкування та мінливості «маскується» модифікуючою дією гетерозису в  $F_1$  [360].

Основною відмінною особливістю гібридів  $F_1$  є прояв гетерозису за окремими кількісними та якісними ознаками, що зумовлюється, насамперед, неоднорідністю успадкованої основи генотипу, який утворився від схрещування батьківських форм, тією чи іншою мірою різних за якоюсь спадковою ознакою, тобто гетерозиготністю. Найвищий ефект гетерозису відмічають при схрещуванні екологічно та географічно віддалених сортів. Чим значнішими є генетичні відмінності в батьків, тим сильніше проявляється

гетерозис у гібридів [360]. Одержання високого ступеня прояву гетерозису в першому гібридному поколінні дає можливість прогнозувати трансгресивні ефекти в нащадків [361].

Трансгресивна мінливість ознак продуктивності колоса істотно залежить від особливостей успадкування. Якщо в  $F_2$  рівень ознаки зменшується, що свідчить про перевагу алельного генетичного контролю ознаки, то в гібридних популяціях з'являється незначна кількість цінних біотипів (6–10 %). Сучасні методи селекції пшениці м'якої озимої базуються на доборі рекомбінантних біотипів з популяцій, створених за гібридизації різноманітного вихідного матеріалу [362]. У гібридних популяціях може відбуватися значний формотворчий процес за цінними господарськими ознаками й властивостями, які є відмінними від батьківських форм [363–367]. Велика кількість науковців у своїх дослідженнях приділяє значну увагу добору трансгресивних рекомбінантів за кількісними ознаками, наголошуючи, що вони відіграють важливу роль у підвищенні адаптивного потенціалу культури. Трансгресивна мінливість відноситься до чинників появи в процесі формоутворення в популяціях таких гомозиготних за полімерними генами генотипів, які за спектром мінливості фенотипу виходять за межі прояву ознак у вихідних форм. Вона є результатом дії й взаємодії багатьох полімерних генів, які контролюють кількісні та якісні ознаки. Добір нового вихідного матеріалу в гібридних популяціях необхідно спрямовувати на підвищення його специфічної адаптації до основних чинників інтенсифікації виробництва та стійкості до різних чинників навколишнього природного середовища [368, 369].

Отже, дослідження характеру успадкування параметрів цінних господарських ознак, ступеня гетерозису в гібридів першого покоління та частоти й ступеня трансгресій у гібридних популяціях пшениці м'якої озимої є актуальним завданням при створенні високопродуктивних сортів з високою якістю зерна, а також для прогнозування селекційно-генетичного ефекту схрещувань.

## 5.1 Ступінь фенотипового домінування ознак продуктивності та рівень гетерозису в $F_1$ пшениці м'якої озимої

Ступінь фенотипового домінування як показник для оцінки матеріалу на ранніх етапах випробування використовується в селекції багатьох культур, у тому числі пшениці м'якої озимої. Дослідження за цим показником дозволяє підвищити ефективність селекційної роботи завдяки швидкій оцінці гібридних поколінь [370]. Фенотипова мінливість залежить як від генетичних, так і від неспадкових чинників, проте ступінь гетерозису в  $F_1$  дає підстави прогнозувати появу трансгресій у наступних поколіннях, що сприяє підвищенню ефективності доборів зразків з бажаними ознаками в гібридних популяціях [371]. Вирішальне значення при створенні нового вихідного матеріалу в селекції має підбір пар для схрещування. Завдяки проведеному моніторингу результатів наукових досліджень [355] та даним, одержаним безпосередньо від авторів зразків, були визначені батьківські компоненти для проведення схрещувань за діалельною схемою. Результати власних досліджень, відображені в двох попередніх розділах роботи, підтвердили правильність вибору вихідних форм для одержання трансгресивних генотипів з високими показниками продуктивності та якості зерна. Батьківськими формами для гібридизації слугували сорти (МПП Ювілейна, МПП Ассоль, Подолянка) і селекційні лінії (ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198, ЕР 55023) миронівської селекції, що відзначились комплексом цінних господарських ознак. Проведено структурний аналіз 30 гібридних комбінацій пшениці м'якої озимої та їх батьківських форм за основними елементами продуктивності рослин. Установлено широкий спектр морфобіотипів за елементами структури врожайності, який у кількісному вираженні суттєво змінювався залежно від ознаки, конкретної комбінації схрещування та погодних умов року.

Висота рослин – складна кількісна ознака [372, 373], яка відіграє важливу роль при проведенні ідентифікації генотипів, оскільки за нею вони значно різняться між собою. Добір середньорослих біотипів можна проводити як у

ранніх, так і у пізніх поколіннях, а добір низькорослих бажано починати з  $F_2$ , оскільки їх частота в наступних генераціях значно знижується. Ознака характеризується високим успадкуванням і досягає максимальних величин вже в перших поколіннях гібридних популяцій [374, 375]. У зв'язку з різкими змінами факторів довкілля в різні роки через генотип-середовищні взаємодії ранги сортів можуть змінюватися. Генетично детермінована полігенна ознака «висота рослин» зазнає значного фенотипового варіювання в залежності від умов вирощування [375]. Безумовно цікавими для селекційної практики є дані про внесок окремих генів короткостебловості в детермінацію висоти рослин і характер їх неалельної взаємодії [376]. Висота рослини – ознака, яка пов'язана зі стійкістю до вилягання, тому негативне домінування є бажаною й селекційно цінною характеристикою. Через полігенний генетичний контроль цієї ознаки немає можливості проводити жорсткий добір у ранніх поколіннях: за проміжного успадкування в наступних поколіннях можна отримати низькоросліші рослини [377]. Дослідженнями Моцного І. І. в співавторстві [378] встановлено, що успадкування ознаки може змінюватись від погодних умов, підбору батьківських пар і генотипу. Тому вивчення типів успадкування висоти рослин у гібридів  $F_1$  надає інформацію про характер генетичного контролю ознаки та можливість орієнтовно спрогнозувати ефективність подальших доборів [379]. Для обґрунтування та розробки генетичних принципів і методів добору вихідного матеріалу при створенні низькорослих гібридів пшениці м'якої озимої необхідно вивчати закономірності прояву гетерозису за ознакою «висота рослин» [56]. Дослідження передбачали встановити ступінь фенотипового домінування та рівень гетерозису за ознакою «висота рослин» у  $F_1$ . У 2020, 2022 рр. досліджувані батьківські компоненти сформували низькорослий стеблостій. У 2021 р. батьківські форми, які включені до схеми гібридизації, за висотою рослин належали до різних груп: високорослі – селекційна лінія ЛЮТ 55198, середньорослі – сорти Подолянка, МП Ассоль, низькорослі – сорт МП Ювілейна та селекційні лінії ЕР 55023, ЛЮТ 37519 (табл. 5.1, додаток Е.1).

Таблиця 5.1

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «висота рослин» в F<sub>1</sub>

пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МПП Ювілейна / ЕР 55023	1,1	НД	0,9	ЧПД	-2,3	Д
МПП Ювілейна / МПП Ассоль	1,3	НД	0,5	ПУ	-3,1	Д
МПП Ювілейна / Подолянка	1,3	НД	-0,1	ПУ	0,2	ПУ
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	0,4	ПУ	28,0	НД	0,8	ЧПД
МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198	1,3	НД	0,7	ЧПД	0,1	ПУ
ЕР 55023 / МПП Ювілейна	0,1	ПУ	1,1	НД	-1,1	Д
ЕР 55023 / МПП Ассоль	0,9	ЧПД	0,3	ПУ	0,1	ПУ
ЕР 55023 / Подолянка	-0,4	ПУ	0,2	ПУ	-0,6	ЧВУ
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	0,9	ЧПД	1,1	НД	-1,8	Д
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	1,0	ЧПД	0,2	ПУ	-0,1	ПУ
МПП Ассоль / ЕР 55023	0,9	ЧПД	0,6	ЧПД	0,3	ПУ
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	1,0	ЧПД	0,3	ПУ	2,0	НД
МПП Ассоль / Подолянка	4,0	НД	27,0	НД	-17,1	Д
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	0,6	ЧПД	0,0	ПУ	-1,2	Д
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	0,3	ПУ	-0,5	ПУ	-0,6	ЧВУ
Подолянка / ЕР 55023	0,4	ПУ	-0,6	ЧВУ	-0,7	ЧВУ
Подолянка / МПП Ассоль	-5,0	Д	31,0	НД	0,8	ЧПД
Подолянка / МПП Ювілейна	-2,9	Д	-0,8	ЧВУ	-1,5	Д
Подолянка / ЛЮТ 37519	2,0	НД	-0,3	ПУ	-1,3	Д
Подолянка / ЛЮТ 55198	7,3	НД	-1,8	Д	-0,8	ЧВУ
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	0,6	ЧПД	-0,7	ЧВУ	0,4	ПУ
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	-1,4	Д	-0,6	ЧВУ	-1,6	Д
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	0,4	ПУ	20,9	НД	-0,3	ПУ
ЛЮТ 37519 / Подолянка	-1,9	Д	-0,4	ПУ	-0,6	ЧВУ
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	-1,1	Д	0,1	ПУ	-0,5	ПУ
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	0,9	ЧПД	0,4	ПУ	0,8	ЧПД
ЛЮТ 55198 / МПП Ассоль	0,5	ПУ	-0,8	ЧВУ	-10,8	Д
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	0,3	ПУ	-0,2	ПУ	0,2	ПУ
ЛЮТ 55198 / Подолянка	1,9	НД	-0,9	ЧВУ	-4,7	Д
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	-1,9	Д	-0,5	ПУ	-0,1	ПУ

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

Гібридні комбінації, які одержані при схрещуванні низькорослих з середньорослими формами між собою, середньорослих з високорослими, низькорослих з високорослими, низькорослих з низькорослими, середньорослих з середньорослими формами дозволило встановити різний характер успадкування від позитивного наддомінування до депресії незалежно від умов року вирощування. Виявлено, що в умовах 2020, 2022 рр. гібриди відносились до груп напівкарликів (65,3–83,4; 78,7–84,2 см відповідно) та низькорослих (87,6; 87,1–97,7 см відповідно), а в 2021 р. – низькорослих (103,1–104,9 см) і середньорослих (106,4–115,6 см).

У 2020 р. переважна більшість  $F_1$  за висотою рослин не перевищувала залучені до гібридизації батьківські форми, крім комбінацій МП Ювілейна / Подолянка (77,7 см), МП Ассоль / Подолянка (87,6 см), Подолянка / ЛЮТ 37519 (79,4 см), Подолянка / ЛЮТ 55198 (83,4 см), МП Ювілейна / МП Ассоль (82,3 см), ЛЮТ 55198 / Подолянка (79,3 см), МП Ювілейна / ЛЮТ 55198 (79,5 см). Установлено наступні типи успадкування за висотою рослин: наддомінування, часткове позитивне домінування та проміжне успадкування, кожен з яких спостерігали у восьми комбінаціях (по 26,7 %), і депресію – в шести (20,0 %). Напівкарликові форми отримані при схрещуванні напівкарликових сортів між собою, напівкарликових селекційних ліній між собою та напівкарликових сортів і селекційних ліній. У результаті схрещування низькорослих у посушливих умовах 2019/20 р. сортів МП Ассоль і Подолянка між собою отримано низькорослу гібридну комбінацію (МП Ассоль / Подолянка,  $h_r = 4,0$ ) (табл. 5.1). Однак, чимало авторів зазначають, що в окремих гібридів домінує низькорослість [376, 380, 381], яка залежно від умов навколишнього середовища може змінюватись на рецесивний тип успадкування.

За рівнями гіпотетичного та істинного гетерозису в  $F_1$  цінними для селекції є комбінації Подолянка / МП Ассоль ( $H_t = -13,2$  %,  $H_{bt} = -15,4$  %), ЕР 55023 / Подолянка ( $H_t = -5,1$  %,  $H_{bt} = -15,4$  %), ЛЮТ 37519 / Подолянка ( $H_t = -5,9$  %,  $H_{bt} = -8,7$  %), ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 ( $H_t = -4,6$  %,  $H_{bt} = -8,3$  %),

Подольанка / МПП Ювілейна ( $H_t = -5,9 \%$ ,  $H_{bt} = -7,8 \%$ ) та ін., оскільки спостерігався гетерозис у бік зменшення висоти рослин гібридів порівняно з батьківськими формами (додаток Е.1).

Успадкування висоти рослин в умовах 2021 р., який характеризувався достатнім рівнем зволоження, проходило наступним чином: наддомінування виявлено у шести комбінаціях (20,0 %), часткове позитивне домінування – у трьох комбінаціях (10,0 %), проміжне успадкування – у 14 комбінаціях (46,7 %), часткове від’ємне успадкування – у шести комбінаціях (20,0 %), депресія – в однієї комбінації (3,3 %). Гібриди в першому поколінні успадковували ознаку переважно за проміжним типом. Низькорослі форми отримано при схрещуванні низькорослих селекційних ліній між собою (ЕР 55023 / ЛЮТ 37519,  $h_r = 1,1$ ), низькорослих селекційних ліній з низькорослими та середньорослими сортами (ЕР 55023 / МПП Ювілейна,  $h_r = 1,1$ ; ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль,  $h_r = 0,6$ ; ЕР 55023 / Подольанка,  $h_r = 0,2$ ), середньорослого сорту з низькорослим (Подольанка / МПП Ювілейна,  $h_r = 0,8$ ). За схрещування низькорослих батьківських форм спостерігалось наддомінування. У гібридів, створених за участі середньорослих генотипів з низькорослими, успадкування відбувалося за позитивним домінуванням, а при залученні низькорослих форм з середньорослими характерним був різний тип успадкування – від проміжного до наддомінування. Решта гібридних комбінацій успадковували висоту рослин за типом домінування середньорослості зі ступенем фенотипового домінування від депресії в гібридній комбінації Подольанка / ЛЮТ 55198,  $h_r = -1,8$  до наддомінування – Подольанка / МПП Ассоль,  $h_r = 31,0$  (табл. 5.1). Отримані результати підтвержені даними інших дослідників [382], які за умов схрещування низькорослих зразків із високорослими отримали гібриди, що мали проміжну висоту з частковим домінуванням вищої батьківської форми. Варто відмітити, що в 13 комбінаціях (43,3 %) проявився від’ємний гіпотетичний ( $H_t = -0,8$ – $-5,1 \%$ ) та істинний ( $H_{bt} = -3,7$ – $-4,2 \%$ ) гетерозис, що в свою чергу призводить до зменшення висоти рослин (додаток Е.1). У цих комбінаціях ступінь

фенотипового домінування проявився за типом проміжного та частково від'ємного успадкування.

У 2022 р. при схрещуванні низькорослих батьківських компонентів між собою отримано напівкарликові та низькорослі гібриди  $F_1$ . Напівкарликові форми одержані при схрещуванні низькорослого сорту і селекційної лінії між собою (МПП Ювілейна / ЕР 55023,  $h_p = -2,3$ ; ЕР 55023 / МПП Ювілейна,  $h_p = -1,1$ ), низькорослих селекційних ліній між собою (ЕР 55023 / ЛЮТ 37519,  $h_p = -1,8$ ) і низькорослих сортів між собою (МПП Ювілейна / МПП Ассоль,  $h_p = -3,1$ ); у цих комбінаціях виявлено від'ємні значення гіпотетичного ( $H_t = -5,3$ – $-14,2$  %) та істинного ( $H_{bt} = -9,3$ – $-17,9$  %) гетерозису (табл. 5.1, додаток Е.1). Решта гібридів успадковували ознаку «висота рослин» за типом домінування низькорослості зі ступенем фенотипового домінування від депресії до наддомінування (табл. 5.1).

Умови зовнішнього середовища в роки досліджень впливали на висоту рослин  $F_1$  пшениці м'якої озимої, внаслідок чого вони переходили з однієї групи до іншої. У 2020, 2022 рр. виокремлено напівкарликові гібридні комбінації – МПП Ювілейна/ ЕР 55023, МПП Ювілейна / МПП Ассоль, ЕР 55023 / МПП Ювілейна, ЕР 55023/ ЛЮТ 37519, а в 2021 р. – низькорослі ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 / МПП Ювілейна, ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль, ЕР 55023 / Подолянка, Подолянка / МПП Ювілейна, які становлять найбільшу цінність для селекційної роботи. Однак слід відмітити, що гібридні комбінації ЕР 55023 / МПП Ювілейна, ЕР 55023/ ЛЮТ 37519 виявились низькорослими в 2021 р. і напівкарликами в 2020, 2022 рр. залежно від впливу гідротермічних умов вирощування. Отже, ступінь фенотипового домінування та ефект гетерозису за ознакою «висота рослин» у  $F_1$  обумовлені генотиповим різноманіттям вихідних компонентів схрещування, а також є результатом взаємодії генотипу з умовами зовнішнього середовища.

Вивчення питання формування продуктивності та її елементів у ранніх поколіннях гібридів уможливорює прогнозування господарської цінності гібридних комбінацій та оцінювання матеріалу в початкових ланках

селекційного процесу [383]. Мінливість і генетичний контроль кількісних ознак є мало дослідженими. Характерним для прояву кількісних ознак є їх залежність від зовнішнього середовища, що створює складнощі у практичній селекційній роботі. Водночас важливим у селекції є конкретний генотип або його гомо- чи гетерозиготність за показниками продуктивності, тобто який генетичний потенціал він має [384]. Кількісні параметри елементів продуктивності рослин знаходяться під генетичним контролем багатьох генів різних груп зчеплення. У системі генотипу функціональна дія та взаємодія цих генів створюють широкий спектр типів успадкування ознак продуктивності, які можуть змінюватись за різних умов вирощування рослин пшениці м'якої озимої [385, 57]. Визначення параметрів продуктивності рослин, характеру їх успадкування, ступеня гетерозису в гібридів першого покоління є актуальним завданням при створенні нових сортів [386, 387].

За результатами досліджень у середньому за 2020–2022 рр. продуктивна кущистість батьківських форм варіювала від 3,10 шт. у селекційної лінії ЛЮТ 55198 і сорту Подолянка до 5,80 шт. у селекційної лінії ЕР 55023. У гібридних комбінаціях залежно від року дослідження ознака знаходилася в межах від 2,50 шт. (ЕР 55023 / МП Ювілейна) до 4,10 шт. (Подолянка / ЛЮТ 37519) у 2020 р.; від 3,44 шт. (Подолянка / МП Ювілейна) до 5,56 шт. (ЛЮТ 37519 / МП Ассоль) у 2021 р.; від 2,41 шт. (Подолянка / ЛЮТ 37519) до 5,57 шт. (ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна) у 2022 р. Виявлено, що максимальний (4,64 шт.) середній рівень продуктивної кущистості в  $F_1$  сформовано в 2021 р., менший (3,74 та 3,42 шт.) – у 2022, 2020 рр. відповідно.

У 2020 р. ступінь фенотипового домінування варіював від -8,2 у гібридній комбінації ЕР 55023 / МП Ювілейна до 27,0 – у МП Ассоль / ЛЮТ 37519, Подолянка / ЛЮТ 55198, що відповідає типу успадкуванню ознаки від депресії до наддомінування. У дослідженнях інших авторів також було виявлено як позитивне [388], так і негативне наддомінування [387] продуктивної кущистості. Установлено, що гібриди  $F_1$  успадковували ознаку переважно за

типом наддомінування, коли за материнську форму використано сорти МП Ювілейна, МП Ассоль та селекційні лінії ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198. Наддомінування виявлено у 18 гібридних комбінаціях пшениці м'якої озимої: від  $h_p = 7,0$  (МП Ассоль / МП Ювілейна, МП Ассоль / ЛЮТ 55198) до  $h_p = 27,0$  (МП Ассоль / ЛЮТ 37519, Подолянка / ЛЮТ 55198) (табл. 5.2). У цих комбінаціях виявлено позитивне значення гіпотетичного ( $H_t = 7,3\text{--}31,2\%$ ) та істинного ( $H_{bt} = 6,5\text{--}28,1\%$ ) гетерозису. Позитивні значення гіпотетичного та від'ємні істинного гетерозису відмічено в трьох комбінаціях, де ступінь фенотипового домінування мав проміжний характер. У решти гібридів встановлено від'ємні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису (додаток Е.1).

У більш сприятливих умовах 2021 р. виявлено різний характер успадкування: у п'яти комбінацій (16,7 %) спостерігали наддомінування, у двох (6,7 %) – часткове позитивне домінування, у 10 (33,3 %) – проміжне успадкування, у п'яти (16,7 %) – часткове від'ємне успадкування, у восьми (26,6 %) – депресію. Наддомінування та проміжне успадкування характерним було для 50,0 % гібридних комбінацій пшениці м'якої озимої: ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198,  $h_p = 8,6$ ; ЛЮТ 37519 / МП Ассоль,  $h_p = 2,7$ ; МП Ассоль / ЛЮТ 37519,  $h_p = 1,7$ ; МП Ассоль / ЛЮТ 55198,  $h_p = 1,6$ ; ЛЮТ 55198 / МП Ассоль,  $h_p = 1,4$ ; МП Ювілейна / ЕР 55023,  $h_p = 0,4$ ; Подолянка / МП Ассоль,  $h_p = 0,4$ ; Подолянка / ЛЮТ 37519,  $h_p = 0,4$ ; ЛЮТ 55198 / Подолянка,  $h_p = 0,4$  та ін., де в якості материнських форм залучено сорти МП Ассоль, МП Ювілейна, Подолянка та селекційні лінії ЛЮТ 37519 та ЛЮТ 55198 (табл. 5.2).

Слід відмітити, що позитивне значення гіпотетичного ( $H_t = 13,7\text{--}32,7\%$ ) та істинного ( $H_{bt} = 0,0\text{--}27,8\%$ ) гетерозису в  $F_1$  виявили тільки за ознакою «кількість продуктивних стебел», де тип успадкування відповідав наддомінуванню та частковому позитивному домінуванню (додаток Е.1).

Таблиця 5.2

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «кількість продуктивних стебел» в F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МПП Ювілейна / ЕР 55023	1,2	НД	0,4	ПУ	-11,7	Д
МПП Ювілейна / МПП Ассоль	2,3	НД	-0,1	ПУ	-177,1	Д
МПП Ювілейна / Подолянка	3,7	НД	-14,3	Д	-11,0	Д
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	6,3	НД	0,1	ПУ	-0,6	ЧВУ
МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198	-0,3	ПУ	-0,3	ПУ	0,4	ПУ
ЕР 55023 / МПП Ювілейна	-8,2	Д	-8,6	Д	-9,2	Д
ЕР 55023 / МПП Ассоль	0,3	ПУ	-0,6	ЧВУ	-1,1	Д
ЕР 55023 / Подолянка	-1,4	Д	-14,4	Д	-8,8	Д
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	-2,5	Д	-0,1	ПУ	-13,5	Д
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	-2,4	Д	-1,1	Д	-15,9	Д
МПП Ассоль / ЕР 55023	-0,7	ЧВУ	-0,8	ЧВУ	-0,9	ЧВУ
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	7,0	НД	-2,4	Д	-166,4	Д
МПП Ассоль / Подолянка	3,5	НД	0,1	ПУ	-5,7	Д
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	27,0	НД	1,7	НД	-9,8	Д
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	7,0	НД	1,6	НД	1,1	НД
Подолянка / ЕР 55023	-1,2	Д	-0,6	ЧВУ	-9,5	Д
Подолянка / МПП Ассоль	4,0	НД	0,4	ПУ	-0,3	ПУ
Подолянка / МПП Ювілейна	0,3	ПУ	-33,7	Д	-5,8	Д
Подолянка / ЛЮТ 37519	13,0	НД	0,4	ПУ	-7,1	Д
Подолянка / ЛЮТ 55198	27,0	НД	0,2	ПУ	-0,4	ПУ
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	0,5	ПУ	-0,8	ЧВУ	-1,3	Д
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	3,0	НД	2,7	НД	-5,7	Д
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	5,7	НД	1,0	ЧПД	-3,7	Д
ЛЮТ 37519 / Подолянка	3,0	НД	-0,6	ЧВУ	-0,3	ПУ
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	11,0	НД	8,6	НД	-3,8	Д
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	-0,4	ПУ	0,6	ЧПД	-9,0	Д
ЛЮТ 55198 / МПП Ассоль	1,0	ЧПД	1,4	НД	-56,3	Д
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	1,4	НД	-1,2	Д	14,9	НД
ЛЮТ 55198 / Подолянка	9,0	НД	0,3	ПУ	-14,1	Д
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	4,0	НД	-2,9	Д	-0,9	ЧВУ

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

Залежно від погодних умов року відбувалась зміна співвідношення гібридних комбінацій за типом успадкування, перш за все збільшення відсотку депресивних комбінацій. Частота прояву депресії в  $F_1$  пшениці м'якої озимої була значно меншою у порівнянні з посушливими умовами 2022 р. (70,0 %), але вищою, ніж у дуже посушливому 2020 р. (16,7 %) (табл. 5.2). Найбільші від'ємні значення гіпотетичного ( $H_t = -13,7 - -37,0$  %) та істинного ( $H_{bt} = -14,1 - -37,7$  %) гетерозису виявлено у комбінаціях Подолянка / МП Ювілейна, ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна, МП Ювілейна / Подолянка, ЕР 55023 / Подолянка, ЕР 55023 / МП Ассоль, ЕР 55023 / Подолянка, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 (додаток Е.1).

У посушливих умовах 2022 р. гібриди також проявили різний характер успадкування – від депресії до наддомінування. Найбільшу (5,57 шт.) кількість продуктивних стебел відмічали в гібридній комбінації ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна ( $h_p = 14,9$ ), найменшу (2,41 шт.) – Подолянка / ЛЮТ 37519 ( $h_p = -7,1$ ). Депресію спостерігали у 70,0 % комбінацій (табл. 5.2), для яких характерними були від'ємні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису (додаток Е.1). У комбінації ЛЮТ 55198 / МП Ассоль виявили депресію, а в 2020, 2021 рр. для неї було характерне наддомінування. Виокремлено тільки два гібриди ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна та МП Ассоль / ЛЮТ 55198 з позитивними значеннями гетерозису ( $H_t = 15,3$  %;  $15,1$  % та  $H_{bt} = 14,2$  %;  $3,8$  % відповідно) (додаток Е.1), які успадковували ознаку за типом наддомінування (табл. 5.2). Проміжний тип фенотипового домінування спостерігали у чотирьох (13,3 %) комбінацій  $F_1$ , у більшості з них за батьківський компонент використано сорт Подолянка. Виявлено комбінацію МП Ювілейна / ЛЮТ 55198 з проміжним типом успадкування ( $h_p = 0,4$ ), з позитивним ( $H_t = 4,4$  %) значенням гіпотетичного гетерозису та від'ємним ( $H_{bt} = -4,8$  %) – істинного (додаток Е.1).

Наддомінування та часткове позитивне домінування в 2020 і 2021 рр. досліджень за ознакою «кількість продуктивних стебел» виявлено у гібридних комбінаціях ЛЮТ 55198 / МП Ассоль, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198,

ЛЮТ 37519 / МП Ассоль, МП Ассоль / ЛЮТ 55198, МП Ассоль / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна, у цих же комбінаціях відмічено і найвищі позитивні значення гіпотетичного та істинного гетерозису. В умовах 2022 р. таку ж тенденцію відмітили для гібридів ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна, МП Ассоль / ЛЮТ 55198. Установлено, що на формування ознаки в  $F_1$  значною мірою впливали підібрані батьківські компоненти та умови року.

Продуктивність колоса – це результат інтегральної взаємодії генів, які контролюють кількість зерен та їх масу [57]. Відомо, що довжина колоса характеризується чітким фенотиповим проявом, є відносно сталою, генетично обумовленою сортовою ознакою, яка добре успадковується [383, 49]. Ознака детермінується багатьма генами, які локалізовані майже в усіх хромосомах пшениці. За літературними даними, основні локуси, які визначають прояв ознаки «довжина колоса» у пшениці м'якої, розміщені в хромосомах 1В, 4А, 5А і 5D [389]. Визначення ступеня фенотипового домінування довжини головного колоса в  $F_1$  засвідчило, що наддомінування було характерним для більшості гібридних комбінацій у 2021 р. (93,3 %), 2022 р. (66,6 %) і нижчим – у 2020 р. (30,0 %) (табл. 5.3).

Результати наукових досліджень, у яких експериментальна частина була пов'язана з оцінкою в  $F_1$  успадкування довжини колоса пшениці за використання різноманітних батьківських форм як донорів цієї ознаки, дозволили виявити гетерозис і найкращі комбінації схрещування. Однак, одержані результати були неоднозначними, з широкою варіабельністю та високо достовірними відмінностями між батьківськими і гібридними генотипами [390–392, 96]. За результатами наших досліджень у середньому довжина головного колоса батьківських компонентів знаходилось у межах від 8,6 см у сорту МП Ювілейна до 11,2 см у селекційної лінії ЛЮТ 37519. У гібридних комбінаціях мінливість за ознакою варіювала від 8,59 см (ЕР 55023 / МП Ювілейна,  $h_p = -1,1$ ) у 2021 р. до 12,00 см (МП Ассоль / ЛЮТ 55198,  $h_p = 8,7$ ) у 2020 р.

У дуже посушливих умовах 2020 р. довжина головного колоса у гібридів  $F_1$  становила від 9,70 см (ЕР 55023 / МП Ювілейна,  $h_p = -0,1$ ; ЕР 55023 / Подолянка,  $h_p = -0,1$ ) до 12,00 см (МП Ассоль / ЛЮТ 55198,  $h_p = 8,7$ ). У 27 з 30 гібридів виявлено довгий колос (10,20–12,00 см), а решта формували його на рівні 9,70–9,80 см. Слід відмітити, що батьківська форма ЕР 55023 (9,0 см), яка мала колос середньої довжини, стало передавала ознаку гібридам першого покоління за типом часткового позитивного домінування та проміжного успадкування. Наддомінування ( $h_p = 1,1–15,3$ ) спостерігали в дев'яти гібридних комбінаціях, часткове позитивне домінування ( $h_p = 0,6–0,8$ ) виявлено у семи  $F_1$ . У комбінаціях МП Ювілейна / ЕР 55023, Подолянка / ЕР 55023, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023 рівень ознаки за величиною прояву поступався материнській формі, перевищував батьківський компонент за часткового позитивного домінування (табл. 5.3) з позитивним значенням гіпотетичного ( $H_t = 5,6–7,2\%$ ) і від'ємним істинного ( $H_{bt} = -1,7–-2,2\%$ ) гетерозису. Установлено, що в гібридів першого покоління, де прослідковано наддомінування та часткове позитивне домінування за ознакою, були позитивні значення гіпотетичного та істинного гетерозису (додаток Е.1).

У 2021 р. характер успадкування ознаки значно не відрізнявся від 2020 р. Наддомінування відмічено в 28 комбінаціях (табл. 5.3), у них встановлено позитивні значення гіпотетичного ( $H_t = 2,5–29,5\%$ ) і істинного ( $H_{bt} = 0,5–29,1\%$ ) гетерозису. Найвищі ( $H_t = 29,5\%$ ;  $H_{bt} = 29,1\%$ ) їх значення виявлено в гібрида МП Ювілейна / ЛЮТ 55198 (додаток Е.1), який характеризувався і найвищим показником наддомінування. Часткове позитивне домінування виявлено тільки в одній комбінації – ЕР 55023 / МП Ассоль,  $h_p = 0,6$  (табл. 5.3), де встановлено позитивне значення гіпотетичного ( $H_t = 1,0\%$ ) і від'ємне істинного ( $H_{bt} = -1,3\%$ ) гетерозису (додаток Е.1). Прояв депресії був характерним також для однієї гібридної комбінації ЕР 55023 / МП Ювілейна,  $h_p = -1,1$ , у той час як в умовах дефіциту вологи 2020, 2022 рр. у неї відмічали проміжне успадкування (табл. 5.3), з від'ємними значеннями гіпотетичного ( $H_t = -4,9\%$ ) та істинного ( $H_{bt} = -8,9\%$ ) гетерозису (додаток Е.1).

Таблиця 5.3

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «довжина головного колоса» в  
F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МПП Ювілейна / ЕР 55023	0,7	ЧПД	2,4	НД	1,6	НД
МПП Ювілейна / МПП Ассоль	2,1	НД	2,8	НД	2,4	НД
МПП Ювілейна / Подолянка	-45,7	Д	3,0	НД	4,0	НД
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	-0,9	ЧВУ	6,1	НД	4,8	НД
МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198	0,6	ЧПД	102,0	НД	0,8	ЧПД
ЕР 55023 / МПП Ювілейна	-0,1	ПУ	-1,1	Д	0,4	ПУ
ЕР 55023 / МПП Ассоль	0,6	ЧПД	0,6	ЧПД	-0,1	ПУ
ЕР 55023 / Подолянка	-0,1	ПУ	1,2	НД	1,5	НД
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	-0,3	ПУ	2,7	НД	-0,5	ПУ
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	0,2	ПУ	4,4	НД	0,9	ЧПД
МПП Ассоль / ЕР 55023	1,1	НД	1,7	НД	0,9	ЧПД
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	15,3	НД	11,4	НД	2,3	НД
МПП Ассоль / Подолянка	3,5	НД	15,4	НД	10,6	НД
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	0,1	ПУ	5,0	НД	3,5	НД
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	8,7	НД	9,1	НД	8,4	НД
Подолянка / ЕР 55023	0,8	ЧПД	1,9	НД	0,0	ПУ
Подолянка / МПП Ассоль	-1,9	Д	6,1	НД	7,8	НД
Подолянка / МПП Ювілейна	-46,3	Д	3,8	НД	4,9	НД
Подолянка / ЛЮТ 37519	-0,3	ПУ	4,2	НД	3,3	НД
Подолянка / ЛЮТ 55198	2,3	НД	11,2	НД	8,4	НД
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	0,8	ЧПД	3,8	НД	2,1	НД
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	1,3	НД	6,6	НД	2,5	НД
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	0,7	ЧПД	11,5	НД	145,2	НД
ЛЮТ 37519 / Подолянка	0,4	ПУ	4,7	НД	4,1	НД
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	0,4	ПУ	6,9	НД	1,2	НД
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	0,7	ЧПД	4,2	НД	0,7	ЧПД
ЛЮТ 55198 / МПП Ассоль	0,3	ПУ	15,5	НД	0,6	ЧПД
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	2,7	НД	63,9	НД	-0,3	ПУ
ЛЮТ 55198 / Подолянка	3,2	НД	9,7	НД	1,1	НД
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	-2,8	Д	5,0	НД	2,5	НД

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від’ємне успадкування; Д – депресія; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

У 2022 р. ознака «довжина головного колоса» в гібридів варіювала від 9,53 см до 11,73 см. Наддомінування проявили 20 (66,6 %) F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої, часткове позитивне домінування і проміжне успадкування – по п'ять (16,7 %) комбінацій (табл. 5.3). Позитивне значення гіпотетичного та істинного гетерозису спостерігали в 73,3 % комбінацій, вони мали часткового позитивне домінування і наддомінування. Найвищі їх значення встановлено в гібридів: Подолянка / ЛЮТ 55198 (Ht = 17,1 %; Hbt = 15,4 %), ЛЮТ 37519 / Подолянка (Ht = 17,9 %; Hbt = 14,7 %), МПП Ассоль / Подолянка (Ht = 13,5 %; Hbt = 12,1 %). Відмічено від'ємні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису в гібридних комбінаціях з проміжним типом успадкування: ЕР 55023 / МПП Ассоль (Ht = -0,1 %; Hbt = -2,2 %), ЕР 55023 / ЛЮТ 37519 (Ht = -1,3 %; Hbt = -3,7 %), ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна (Ht = -1,2 %; Hbt = -5,7 %) (додаток Е.1).

Отже, найпоширенішим типом успадкування довжини головного колоса в роки досліджень було наддомінування – 28 гібридних комбінацій у 2021 р., 20 – у 2022 р., дев'ять – у 2020 р. Впродовж 2020–2022 рр. стабільно простежували ефект гетерозису в семи комбінаціях F<sub>1</sub>: МПП Ювілейна / МПП Ассоль, МПП Ассоль / МПП Ювілейна, МПП Ассоль / ЛЮТ 55198, МПП Ассоль / Подолянка, ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль, ЛЮТ 55198 / Подолянка, Подолянка / ЛЮТ 55198, які мали позитивні значення гіпотетичного та істинного гетерозису. Це свідчить про значний генетичний потенціал вищевказаних гібридів.

Відомо, що ознака кількість колосків у колосі має високу успадковуваність, тому ця ознака є достатньо важливою як показник для селекції на продуктивність [383]. У батьківських форм кількість колосків у головному колосі за роки досліджень варіювала від 14,5 шт. у селекційної лінії ЕР 55023 до 20,1 шт. – у ЛЮТ 37519. У гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої залежно від року дослідження ознака знаходилася в межах: від 16,80 шт. (МПП Ювілейна / ЕР 55023) до 20,70 шт. (МПП Ассоль / МПП Ювілейна) – у 2020 р.; від 16,28 шт. (ЕР 55023 /

МПП Ювілейна) до 19,0 шт. (ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна) – у 2021 р.; від 17,80 шт. (ЕР 55023 / ЛЮТ 37519) до 21,73 шт. (ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна) – у 2022 р. Максимальну (19,50 шт.) середню кількість колосків у головному колосі гібриди F<sub>1</sub> сформували в 2022 р. порівняно з 2020, 2021 рр. (18,68 шт.; 17,78 шт. відповідно).

У 2020 р. виявлено різний характер фенотипового домінування за ознакою «кількість колосків у головному колосі» – від проміжного успадкування до наддомінування. Максимальну кількість колосків (19,9–20,70 шт.) сформували гібриди: МПП Ассоль / МПП Ювілейна,  $h_p = 17,5$ ; МПП Ассоль / ЛЮТ 55198,  $h_p = 9,0$ ; ЛЮТ 55198 / Подолянка,  $h_p = 6,7$ ; МПП Ассоль / ЕР 55023,  $h_p = 3,3$ ; ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль,  $h_p = 1,1$ ; ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна,  $h_p = 1,1$ ; ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198,  $h_p = 1,1$ . Часткове позитивне домінування виявлено в чотирьох (13,3 %) гібридних комбінаціях, проміжне успадкування – у п'яти (16,7 %). У переважної (70,0 %) більшості гібридів F<sub>1</sub> простежували ефект гетерозису (табл. 5.4). Позитивне значення гіпотетичного та істинного гетерозису мали 73,3 % гібридних комбінацій, які виявили ступінь домінування від часткового позитивного домінування до наддомінування. Найвищі їх значення виявлено у гібридів F<sub>1</sub>: МПП Ассоль / ЕР 55023 ( $H_t = 26,3$  %;  $H_{bt} = 17,1$  %), МПП Ассоль / МПП Ювілейна ( $H_t = 20,3$  %;  $H_{bt} = 19,0$  %), МПП Ассоль / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 18,2$  %;  $H_{bt} = 15,8$  %), ЛЮТ 55198 / Подолянка ( $H_t = 15,6$  %;  $H_{bt} = 13,0$  %) (додаток Е.1).

Виокремлено тільки дві гібридні комбінації МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198 і ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 з від'ємним значенням як гіпотетичного ( $H_t = -0,3$  %;  $-2,4$  % відповідно), так і істинного ( $H_{bt} = -1,1$  %;  $-7,6$  % відповідно) гетерозису з проміжним типом успадкування (додаток Е.1).

В умовах 2021 р. наддомінування спостерігали у 15 (50,0 %) гібридних комбінацій, часткове позитивне домінування – у трьох (10,0 %), проміжне успадкування – у дев'яти (30,0 %), депресію – у трьох (10,0 %).

Таблиця 5.4

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «кількість колосків у головному колосі» в F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МПП Ювілейна / ЕР 55023	0,6	ЧПД	1,7	НД	1,6	НД
МПП Ювілейна / МПП Ассоль	1,5	НД	0,4	ПУ	1,4	НД
МПП Ювілейна / Подолянка	2,6	НД	-3,0	Д	0,9	ЧПД
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	0,0	ПУ	2,0	НД	1,7	НД
МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198	-0,3	ПУ	0,0	ПУ	0,2	ПУ
ЕР 55023 / МПП Ювілейна	1,4	НД	-1,4	Д	0,9	ЧПД
ЕР 55023 / МПП Ассоль	1,4	НД	1,6	НД	1,4	НД
ЕР 55023 / Подолянка	1,3	НД	0,1	ПУ	0,2	ПУ
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	0,4	ПУ	5,8	НД	-0,6	ЧВУ
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	1,6	НД	4,2	НД	1,4	НД
МПП Ассоль / ЕР 55023	3,3	НД	3,7	НД	4,0	НД
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	17,5	НД	1,3	НД	1,1	НД
МПП Ассоль / Подолянка	47,0	НД	0,5	ПУ	3,3	НД
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	1,0	ЧПД	3,9	НД	0,6	ЧПД
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	9,0	НД	0,5	ПУ	0,3	ПУ
Подолянка / ЕР 55023	1,3	НД	0,7	ЧПД	1,2	НД
Подолянка / МПП Ассоль	21,0	НД	-0,1	ПУ	0,4	ПУ
Подолянка / МПП Ювілейна	3,8	НД	-19,0	Д	4,3	НД
Подолянка / ЛЮТ 37519	0,2	ПУ	0,4	ПУ	0,7	ЧПД
Подолянка / ЛЮТ 55198	4,7	НД	1,3	НД	1,4	НД
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	0,8	ЧПД	19,8	НД	0,2	ПУ
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	1,1	НД	4,2	НД	0,8	ЧПД
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	1,1	НД	1,9	НД	4,9	НД
ЛЮТ 37519 / Подолянка	0,7	ЧПД	0,9	ЧПД	1,7	НД
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	1,1	НД	2,3	НД	0,2	ПУ
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	1,4	НД	11,6	НД	2,6	НД
ЛЮТ 55198 / МПП Ассоль	1,3	НД	1,2	НД	3,5	НД
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	8,3	НД	0,1	ПУ	-0,1	ПУ
ЛЮТ 55198 / Подолянка	6,7	НД	0,2	ПУ	8,2	НД
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	-0,4	ПУ	1,0	ЧПД	1,7	НД

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

Прояв депресії виявлено у гібридів: Подолянка / МП Ювілейна,  $h_r = -19,0$ ; МП Ювілейна / Подолянка,  $h_r = -3,0$ ; ЕР 55023 / МП Ювілейна,  $h_r = -1,4$ , а в посушливих умовах 2020, 2022 рр. відмічали наддомінування і часткове позитивне домінування. Найвищий гетерозисний ефект спостерігали в гібридній комбінації ЛЮТ 37519 / ЕР 55023,  $h_r = 19,8$  (табл. 5.4). У 17 з 30 гібридних комбінацій встановлено позитивні значення гіпотетичного ( $H_t = 1,1–21,7\%$ ) та істинного ( $H_{bt} = 0,0–20,7\%$ ) гетерозису. Найвищий їх рівень був у гібрида ЛЮТ 37519 / ЕР 55023 ( $H_t = 21,7\%$ ;  $H_{bt} = 20,7\%$ ), а максимальні від'ємні значення – в комбінації ЕР 55023 / МП Ювілейна ( $H_t = -7,0\%$ ;  $H_{bt} = -11,5\%$ ) з проміжним і депресивним типом успадкування (додаток Е.1).

У  $F_1$  пшениці м'якої озимої кількість колосків у головному колосі за 2022 р. варіювала від 17,80 до 21,73 шт., а у батьківських компонентів – від 16,7 до 20,1 шт. Виявлено наступні типи фенотипового домінування: у 17 (56,7%) комбінацій  $F_1$  спостерігали наддомінування (максимальне в комбінації ЛЮТ 55198 / Подолянка,  $h_r = 8,2$ ), у п'яти (16,7%) – часткове позитивне домінування, в семи (23,3%) – проміжне успадкування, в однієї (3,3%) – депресію (табл. 5.4). Ці комбінації мали позитивне значення гіпотетичного та істинного гетерозису, а комбінації з проміжним і частковим від'ємним успадкуванням – від'ємне. Позитивне значення гіпотетичного ( $H_t = 0,2–5,2\%$ ) і від'ємне істинного ( $H_{bt} = -0,3–-5,7\%$ ) гетерозису визначено в 10  $F_1$  з проміжним типом успадкування та частковим позитивним домінуванням (додаток Е.1). Отже, за ознакою «кількість колосків у головному колосі» в  $F_1$  пшениці м'якої озимої спостерігали різний ступінь фенотипового домінування, що свідчить про значну їх диференціацію. Успадкування за типом наддомінування в 2020–2022 рр. виявлено в гібридних комбінаціях МП Ассоль / МП Ювілейна, ЕР 55023 / МП Ассоль, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, МП Ассоль / ЕР 55023, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЛЮТ 55198 / МП Ассоль з найвищими позитивними значеннями гіпотетичного та істинного гетерозису, що становить особливу цінність для селекційної роботи.

Покращення продуктивності сорту може бути за рахунок збільшення кількості зерен у колосі [374]. На думку Рябченка О. М. [393], кількість зерен головного колоса є найбільш стабільною ознакою. Спадковість кількості зерен у колосі більш достовірна і вести добір за цією ознакою ефективно. Показник значною мірою визначається впливом різних умов середовища і, передусім, метеорологічних [394]. Виявлено, що основним типом успадкування кількості зерен у головному колосі в  $F_1$  було наддомінування – 56,7 % (2020 р.); 86,7 % (2021 р.); 83,3 % (2022 р.) (табл. 5.5). У середньому за роки досліджень ознака у батьківських компонентів варіювала від 34,60 шт. у селекційної лінії ЛЮТ 37519 до 58,69 шт. – у ЛЮТ 55198. У гібридних комбінаціях кількість зерен у головному колосі знаходилась у межах від 37,64 шт. (Подольянка / МП Ювілейна,  $h_r = -2,0$ ) у 2021 р. до 66,06 шт. (ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна,  $h_r = 20,1$ ) у 2022 р. Максимальною середня кількість зерен (60,38 шт.) у гібридів була у 2022 р., проти 53,25 шт. у 2020 р. і 41,70 шт. у 2021 р. Не виявлено значної диференціації за ступенем фенотипового домінування залежно від умов року вирощування. У 2020 р. кількість зерен у головному колосі в  $F_1$  пшениці м'якої озимої становила від 46,60 шт (МП Ювілейна / ЛЮТ 37519) до 61,40 шт. (МП Ассоль / МП Ювілейна). Виявлено наступні типи успадкування: в 17 комбінаціях спостерігали наддомінування (максимальне значення – ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519,  $h_r = 9,3$ ), у шести комбінаціях – часткове позитивне домінування, в шести – проміжне успадкування, в однієї – депресію. У гібридів першого покоління ЛЮТ 37519 / Подольянка, МП Ассоль / Подольянка, ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна рівень ознаки поступався за проявом материнській формі, перевищував батьківську, з частковим позитивним домінуванням і проміжним успадкуванням (табл. 5.5). Гібридні комбінації, які виявили наддомінування та часткове позитивне домінування, мали позитивне значення гіпотетичного та істинного гетерозису, а комбінації з проміжним успадкуванням і депресією – від'ємні показники (МП Ювілейна / ЛЮТ 37519,  $H_t = -8,5$  %;  $H_{bt} = -10,7$  % і ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна,  $H_t = -0,4$  %;  $H_{bt} = -3,7$  %).

Таблиця 5.5

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «кількість зерен у головному колосі» в F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МПП Ювілейна / ЕР 55023	0,9	ЧПД	4,9	НД	1,3	НД
МПП Ювілейна / МПП Ассоль	-0,4	ПУ	1,6	НД	0,9	ЧПД
МПП Ювілейна / Подолянка	1,4	НД	0,7	ЧПД	1,7	НД
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	-3,4	Д	1,1	НД	0,2	ПУ
МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198	2,6	НД	3,1	НД	1,8	НД
ЕР 55023 / МПП Ювілейна	3,0	НД	2,2	НД	3,2	НД
ЕР 55023 / МПП Ассоль	0,0	ПУ	1,3	НД	1,2	НД
ЕР 55023 / Подолянка	5,5	НД	10,0	НД	9,7	НД
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	0,1	ПУ	5,9	НД	2,0	НД
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	2,4	НД	8,6	НД	1,9	НД
МПП Ассоль / ЕР 55023	1,5	НД	2,6	НД	2,0	НД
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	3,1	НД	4,3	НД	4,1	НД
МПП Ассоль / Подолянка	0,2	ПУ	2,8	НД	3,9	НД
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	2,3	НД	1,5	НД	4,5	НД
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	2,7	НД	0,9	ЧПД	0,8	ЧПД
Подолянка / ЕР 55023	6,4	НД	5,6	НД	7,2	НД
Подолянка / МПП Ассоль	0,3	ПУ	2,0	НД	2,1	НД
Подолянка / МПП Ювілейна	-0,2	ПУ	-2,0	Д	2,2	НД
Подолянка / ЛЮТ 37519	2,2	НД	3,2	НД	1,5	НД
Подолянка / ЛЮТ 55198	2,9	НД	5,1	НД	5,0	НД
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	0,6	ЧПД	6,7	НД	3,7	НД
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	0,6	ЧПД	2,3	НД	7,9	НД
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	0,9	ЧПД	1,9	НД	20,1	НД
ЛЮТ 37519 / Подолянка	0,9	ЧПД	3,1	НД	3,8	НД
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	2,9	НД	16,3	НД	1,1	НД
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	3,4	НД	10,4	НД	1,3	НД
ЛЮТ 55198 / МПП Ассоль	0,7	ЧПД	1,7	НД	1,0	ЧПД
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	3,9	НД	0,9	ЧПД	0,0	ПУ
ЛЮТ 55198 / Подолянка	2,4	НД	2,0	НД	1,5	НД
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	9,3	НД	19,8	НД	3,5	НД

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; Д – депресія; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

Позитивне значення гіпотетичного та від'ємне істинного гетерозису виявлено в  $F_1$  з типом успадкування часткове позитивне домінування та проміжне успадкування (додаток Е.1).

У 2021 р. характер успадкування кількості зерен у головному колосі значно не відрізнявся від 2020, 2022 рр. Наддомінування відмічено у 26 комбінаціях (максимальні показники – ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519,  $h_p = 19,8$ ; ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198,  $h_p = 16,3$ ) (табл. 5.5), у них виявлено позитивні значення гіпотетичного (1,7–41,7 %) та істинного (0,7–37,6 %) гетерозису. Найвищі їх значення були в комбінації ЛЮТ 55198 / ЕР 55023 ( $H_t = 41,7$  %;  $H_{bt} = 37,6$  %) (додаток Е.1). Часткове позитивне домінування простежували в трьох комбінаціях (табл. 5.5), де виявлено позитивні значення гіпотетичного та від'ємні – істинного гетерозису (додаток Е.1), а депресію – в однієї (табл. 5.5). У 2020, 2021 рр. відмічено найвищі показники наддомінування для гібридної комбінації ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519. Прояв депресії встановлено в гібридній комбінації Подолянка / МПП Ювілейна,  $h_p = -2,0$  з від'ємними значеннями гіпотетичного ( $H_t = -6,1$  %) і істинного ( $H_{bt} = -8,9$  %) гетерозису (додаток Е.1), у той час як у посушливому 2022 р. відмічали наддомінування, що підтверджує вплив абіотичних факторів на характер успадкування ознаки (табл. 5.5).

В умовах 2022 р.  $F_1$  пшениці м'якої озимої сформували вищу кількість зерен у головному колосі порівняно з 2020, 2021 рр. Установлено, що ступінь фенотипового домінування незначно відрізнявся за роки досліджень. Наддомінування виявили 25 гібридних комбінацій ( $h_p = 1,1$ – $20,1$ ) (табл. 5.5), у них відмічено позитивні значення гіпотетичного ( $H_t = 4,7$ – $39,7$  %) і істинного ( $H_{bt} = 0,5$ – $29,3$  %) гетерозису (додаток Е.1). Часткове позитивне домінування простежували в трьох комбінаціях (ЛЮТ 55198 / МПП Ассоль,  $h_p = 1,0$ ; МПП Ювілейна / МПП Ассоль,  $h_p = 0,9$ ; МПП Ассоль / ЛЮТ 55198,  $h_p = 0,8$ ) (табл. 5.5), для них характерним було позитивне ( $H_t = 0,2$ – $7,5$  %) значення гіпотетичного та від'ємне ( $H_{bt} = -0,1$ – $-3,7$  %) – істинного гетерозису (додаток Е.1). Проміжне успадкування спостерігали в двох комбінаціях: МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519,  $h_p = 0,2$ ; ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна,  $h_p = 0,0$

(табл. 5.5). Від'ємні значення як гіпотетичного ( $Ht = -0,1\%$ ), так і істинного ( $Hbt = -7,2\%$ ) гетерозису мала комбінація МП Ювілейна / ЛЮТ 37519 (додаток Е.1).

Найпоширенішим типом успадкування кількості зерен у головному колосі в роки досліджень було наддомінування. Особливу цінність мають гібридні комбінації пшениці м'якої озимої, в яких наддомінування простежується з року в рік з позитивним значенням гіпотетичного та істинного гетерозису: ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЕР 55023 / Подолянка, Подолянка / ЛЮТ 55198, МП Ассоль / ЛЮТ 37519 та ін.

Структурні елементи продуктивності колоса в певних межах можуть успадковуватись незалежно один від одного, тому типи успадкування такої комплексної ознаки, як маса зерна з колоса, можуть бути різними [57]. Виявлено різні типи успадкування в гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої за ознакою «маса зерна з головного колоса».

За результатами структурного аналізу 2020–2022 рр. встановлено, що ступінь фенотипового домінування в  $F_1$  варіював від наддомінування до депресії (табл. 5.6). У середньому за період досліджень маса зерна з головного колоса батьківських форм знаходилася в межах від 1,34 г у селекційної лінії ЛЮТ 37519 до 2,71 г – у ЛЮТ 55198, що свідчить про значну диференціацію як у межах генотипу, так і за роками вивчення. Найбільшу середню масу зерна з головного колоса  $F_1$  сформували у 2022 р. (3,16 г), а в умовах 2021 р. (2,04 г) і 2020 р. (2,00 г) показник був меншим.

У посушливому 2020 р. відмічено наступну диференціацію типів успадкування гібридами першого покоління: наддомінування виявлено в 16 (53,3 %) комбінаціях схрещування, часткове позитивне домінування – в п'яти (16,6 %), проміжне успадкування – в шести (20,0 %), часткове від'ємне успадкування – в одній (3,3 %), депресію – в двох (6,7 %). Ефект гетерозису встановлено в більшості гібридних комбінацій: ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519,  $h_p = 101,0$ ; ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198,  $h_p = 37,0$ ; ЕР 55023 / Подолянка,  $h_p = 5,2$ ; МП Ассоль / ЛЮТ 55198,  $h_p = 4,9$ ; Подолянка / ЛЮТ 37519,  $h_p = 4,6$ ;

Подольянка / ЛЮТ 37519,  $h_p = 4,6$ ; ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна,  $h_p = 4,5$  та ін., що підтверджує високий рівень посухостійкості батьківських компонентів (табл. 5.6). У цих комбінаціях відмічено позитивні значення гіпотетичного ( $H_t = 4,6-41,3\%$ ) та істинного ( $H_{bt} = 4,5-29,7\%$ ) гетерозису (додаток Е.1). Деякі вчені [385, 57] явище наддомінування за масою зерна з колоса в гібридів пшениці озимої, в яких елементи структури не мають істотних переваг порівняно з кращими батьківськими формами, пояснюють полігенним характером детермінації ознак продуктивності, зокрема комплементарною взаємодією генів. Однак за результатами досліджень інших авторів [395], тип успадкування ознаки був в основному проміжним і практично не залежав від умов вирощування.

Найменш цінними для селекції за ознакою «маса зерна з колоса» були комбінації ЛЮТ 37519 / ЕР 55023, МП Ювілейна / Подольянка, з депресивним типом успадкування (табл. 5.6) і з найвищими від'ємними значеннями гіпотетичного ( $H_t = -10,5\%$ ;  $-9,4\%$  відповідно) та істинного ( $H_{bt} = -15,0\%$ ;  $-14,3\%$  відповідно) гетерозису (додаток Е.1).

В 2021 р. у  $F_1$  розподіл типів успадкування значно не відрізнявся від двох інших років досліджень. Найбільшу селекційну цінність становили гетерозисні гібридні комбінації: ЕР 55023 / ЛЮТ 55198,  $h_p = 93,7$ ; ЛЮТ 55198 / ЕР 55023,  $h_p = 40,4$ ; Подольянка / ЛЮТ 55198,  $h_p = 13,3$ ; ЛЮТ 55198 / Подольянка,  $h_p = 7,9$ ; ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519,  $h_p = 7,9$ ; ЛЮТ 37519 / ЕР 55023,  $h_p = 6,8$ ; ЕР 55023 / Подольянка,  $h_p = 5,9$  та ін. (табл. 5.6). У них виявлено позитивні значення гіпотетичного та істинного гетерозису: ЛЮТ 55198 / ЕР 55023 ( $H_t = 64,7\%$ ;  $H_{bt} = 61,1\%$ ), Подольянка / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 60,5\%$ ;  $H_{bt} = 53,5\%$ ), ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 59,2\%$ ;  $H_{bt} = 58,2\%$ ), ЛЮТ 37519 / ЕР 55023 ( $H_t = 38,7\%$ ;  $H_{bt} = 31,0\%$ ).

Позитивне значення гіпотетичного та від'ємне істинного гетерозису виявили п'ять комбінацій з типом успадкування від проміжного до наддомінування (додаток Е.1).

Таблиця 5.6

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «маса зерна з головного колоса»  
в F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МІП Ювілейна / ЕР 55023	1,0	ЧПД	1,3	НД	2,5	НД
МІП Ювілейна / МІП Ассоль	-0,3	ПУ	0,5	ПУ	2,6	НД
МІП Ювілейна / Подолянка	-1,6	Д	0,1	ПУ	0,4	ПУ
МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519	0,8	ЧПД	0,9	ЧПД	0,6	ЧПД
МІП Ювілейна / ЛЮТ 55198	1,0	ЧПД	3,2	НД	2,6	НД
ЕР 55023 / МІП Ювілейна	1,5	НД	1,5	НД	4,8	НД
ЕР 55023 / МІП Ассоль	0,0	ПУ	1,1	НД	0,5	ПУ
ЕР 55023 / Подолянка	5,2	НД	5,9	НД	5,1	НД
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	-0,4	ПУ	4,8	НД	2,7	НД
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	1,8	НД	93,7	НД	3,1	НД
МІП Ассоль / ЕР 55023	1,1	НД	1,8	НД	0,3	ПУ
МІП Ассоль / МІП Ювілейна	1,4	НД	0,1	ПУ	6,4	НД
МІП Ассоль / Подолянка	0,3	ПУ	1,0	ЧПД	4,9	НД
МІП Ассоль / ЛЮТ 37519	0,6	ЧПД	1,1	НД	6,3	НД
МІП Ассоль / ЛЮТ 55198	4,9	НД	1,9	НД	1,1	НД
Подолянка / ЕР 55023	4,6	НД	5,7	НД	8,9	НД
Подолянка / МІП Ассоль	0,5	ПУ	1,3	НД	1,3	НД
Подолянка / МІП Ювілейна	-0,5	ПУ	-1,5	Д	2,4	НД
Подолянка / ЛЮТ 37519	4,6	НД	3,5	НД	2,2	НД
Подолянка / ЛЮТ 55198	4,0	НД	13,3	НД	12,0	НД
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	-2,0	Д	6,8	НД	4,5	НД
ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль	-0,6	ЧВУ	1,4	НД	7,3	НД
ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна	3,6	НД	1,4	НД	44,8	НД
ЛЮТ 37519 / Подолянка	1,7	НД	2,4	НД	3,1	НД
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	37,0	НД	7,4	НД	4,3	НД
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	2,8	НД	40,4	НД	3,0	НД
ЛЮТ 55198 / МІП Ассоль	1,0	ЧПД	1,8	НД	2,9	НД
ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна	4,5	НД	1,5	НД	3,5	НД
ЛЮТ 55198 / Подолянка	2,3	НД	7,9	НД	2,1	НД
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	101,0	НД	7,9	НД	8,0	НД

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

Депресію встановлено в  $F_1$  Подолянка / МП Ювілейна,  $h_p = -1,5$ , у той час як у посушливих 2022, 2020 рр. відмічали наддомінування та проміжне успадкування відповідно (табл. 5.6) з від'ємним значенням гіпотетичного ( $H_t = -11,2\%$ ) та істинного ( $H_{bt} = -17,5\%$ ) гетерозису (додаток Е.1).

Установлено, що в 2022 р. наддомінування виявили 26 гібридних комбінацій, а найвищі значення відмічено: ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна,  $h_p = 44,8$ ; Подолянка / ЛЮТ 55198,  $h_p = 12,0$ ; Подолянка / ЕР 55023,  $h_p = 8,9$ ; ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519,  $h_p = 8,0$ . Часткове позитивне домінування виявлено в комбінації МП Ювілейна / ЛЮТ 37519,  $h_p = 0,6$  (табл. 5.6), з позитивним ( $H_t = 13,8\%$ ) значенням гіпотетичного та від'ємним ( $H_{bt} = -1,7\%$ ) істинного гетерозису (додаток Е.1). Проміжний тип успадкування встановлено в трьох  $F_1$  пшениці м'якої озимої ( $h_p = 0,3-0,5$ ) (табл. 5.6), з позитивним значенням гіпотетичного ( $H_t = 0,4-3,2\%$ ) і від'ємним істинного ( $H_{bt} = -1,3- -10,8\%$ ) гетерозису.

Найвищі позитивні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису мали гібридні комбінації: Подолянка / ЕР 55023 ( $H_t = 71,0\%$ ;  $H_{bt} = 58,4\%$ ), МП Ассоль / Подолянка ( $H_t = 71,1\%$ ;  $H_{bt} = 49,4\%$ ), Подолянка / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 54,7\%$ ;  $H_{bt} = 48,7\%$ ), ЕР 55023 / МП Ювілейна ( $H_t = 53,4\%$ ;  $H_{bt} = 38,0\%$ ), ЛЮТ 37519 / ЕР 55023 ( $H_t = 53,3\%$ ;  $H_{bt} = 37,0\%$ ), ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 52,1\%$ ;  $H_{bt} = 30,4\%$ ), з типом успадкування – наддомінування.

Найвищі позитивні значення гіпотетичного та істинного гетерозису в 2020–2022 рр. виявлено в гібридів Подолянка / ЛЮТ 37519, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЕР 55023 / Подолянка (додаток Е.1).

За роки досліджень визначено різний ступінь фенотипового домінування за ознакою «маса зерна з рослини» в  $F_1$  пшениці м'якої озимої, який залежав від комбінації схрещування, умов року та змінювався від депресії до наддомінування (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «маса зерна з рослини» в F<sub>1</sub>  
пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МПП Ювілейна / ЕР 55023	0,7	ЧПД	-0,9	ЧВУ	-0,2	ПУ
МПП Ювілейна / МПП Ассоль	1,3	НД	-0,4	ПУ	-8,4	Д
МПП Ювілейна / Подолянка	-0,8	ЧВУ	-9,5	Д	-7,8	Д
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	0,1	ПУ	1,5	НД	0,9	ЧПД
МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198	-2,3	Д	1,3	НД	1,0	ЧПД
ЕР 55023 / МПП Ювілейна	0,4	ПУ	-2,5	Д	3,8	НД
ЕР 55023 / МПП Ассоль	0,2	ПУ	-11,3	Д	-35,0	Д
ЕР 55023 / Подолянка	12,9	НД	-2,8	Д	0,1	ПУ
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	3,0	НД	1,9	НД	-1,4	Д
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	0,1	ПУ	1,5	НД	2,1	НД
МПП Ассоль / ЕР 55023	1,0	ЧПД	846,1	НД	0,9	ЧПД
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	1,9	НД	-3,5	Д	-6,4	Д
МПП Ассоль / Подолянка	1,0	ЧПД	0,7	ЧПД	0,9	ЧПД
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	2,3	НД	1,8	НД	-5,1	Д
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	0,0	ПУ	1,1	НД	1,1	НД
Подолянка / ЕР 55023	30,0	НД	-0,6	ЧВУ	-3,8	Д
Подолянка / МПП Ассоль	-0,2	ПУ	3,9	НД	1,3	НД
Подолянка / МПП Ювілейна	-0,7	ЧВУ	-20,1	Д	1,1	НД
Подолянка / ЛЮТ 37519	13,9	НД	1,1	НД	-2,3	Д
Подолянка / ЛЮТ 55198	2,7	НД	1,0	ЧПД	1,1	НД
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	1,5	НД	0,7	ЧПД	2,8	НД
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	-0,6	ЧВУ	2,4	НД	-0,9	ЧВУ
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	1,9	НД	1,3	НД	1,7	НД
ЛЮТ 37519 / Подолянка	4,3	НД	-0,1	ПУ	0,4	ПУ
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	-0,2	ПУ	179,4	НД	-20,2	Д
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	0,6	ЧПД	8,4	НД	2,7	НД
ЛЮТ 55198 / МПП Ассоль	1,1	НД	2,4	НД	-5,1	Д
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	-0,1	ПУ	0,0	ПУ	9,3	НД
ЛЮТ 55198 / Подолянка	1,4	НД	1,5	НД	-2,0	Д
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	1,0	ЧПД	26,0	НД	71,5	НД

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

Установлено, що в дуже посушливих умовах 2020 р. наддомінування виявили 13 (43,3 %) гібридних комбінацій: Подолянка / ЕР 55023,  $h_r = 30,0$ ; Подолянка / ЛЮТ 37519,  $h_r = 13,9$ ; ЕР 55023 / Подолянка,  $h_r = 12,9$ ; ЛЮТ 37519 / Подолянка,  $h_r = 4,3$ ; ЕР 55023 / ЛЮТ 37519,  $h_r = 3,0$ ; Подолянка / ЛЮТ 55198,  $h_r = 2,7$  та ін., де в якості батьківських форм були залучені сорти Подолянка та селекційні лінії ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, ЕР 55023 (табл. 5.7).

Виявлено, що найвищими значеннями гіпотетичного та істинного гетерозису характеризувалися гібриди з типом успадкування – наддомінування (додаток Е.1). Проміжний тип успадкування і часткове позитивне домінування спостерігали у 43,3 % гібридів. За негативним наддомінуванням (депресія) та частковим від’ємним успадкуванням детермінація ознаки відбулася у чотирьох (13,3 %) гібридів (табл. 5.7) з від’ємними значеннями гіпотетичного та істинного гетерозису (додаток Е.1).

В умовах 2021 р., для якого характерним був достатній рівень зволоження, основним типом успадкування маси зерна з рослини виявлено наддомінування – 53,3 %, (табл. 5.7). Найвищі значення гіпотетичного та істинного гетерозису відмічено у комбінацій ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 94,8$  %;  $H_{bt} = 93,8$  %), ЛЮТ 55198 / ЕР 55023 ( $H_t = 87,1$  %;  $H_{bt} = 69,9$  %), ЛЮТ 55198 / МП Ассоль ( $H_t = 48,9$  %;  $H_{bt} = 24,0$  %), ЛЮТ 37519 / МП Ассоль ( $H_t = 47,3$  %;  $H_{bt} = 23,3$  %) та ін. (додаток Е.1). Часткове позитивне домінування виявлено у 10,0 % гібридів, де в якості батьківських форм використано сорти МП Ассоль, Подолянка і селекційні лінії ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198, ЕР 55023, у яких маса зерна з рослини варіювала від 3,3 до 5,7 г, а у гібридів МП Ассоль / Подолянка, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 / ЕР 55023 – від 5,61 до 5,79 г. Проміжний тип успадкування визначено у 10,0 % гібридів зі ступенем фенотипового домінування від -0,4 до 0,0 у комбінаціях МП Ювілейна / МП Ассоль, ЛЮТ 37519 / Подолянка та ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна. Найменш поширеним типом успадкування маси зерна з рослини було часткове від’ємне успадкування, яке спостерігали у 6,7 %

гібридів. Кількість випадків прояву депресії у  $F_1$  менша (20,0 %) у порівнянні з посушливими умовами 2022 р. (36,7 %), але вища – з дуже посушливими умовами 2020 р. (3,3 %). Однак слід відмітити, що гібридні комбінації МП Ювілейна / Подолянка, ЕР 55023 / МП Ассоль, МП Ассоль / МП Ювілейна проявили депресію у 2021, 2022 рр. (табл. 5.7) і мали від’ємні значення гіпотетичного та істинного гетерозису (додаток Е.1). Комбінація ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 у 2022 р. мала високий ступінь депресії ( $h_p = -20,2$ ), а у 2021 р. – наддомінування ( $h_p = 179,4$ ), це свідчить про її високу мінливість, яка залежала від умов середовища.

У 2022 р. також виявлено різні типи успадкування за ознакою «маса зерна з рослини» – від депресії до наддомінування. Наддомінування встановлено у 11 (36,7 %) гібридних комбінацій, часткове позитивне домінування – у чотирьох (13,3 %), проміжне успадкування – у трьох (10,0 %), часткове від’ємне успадкування – у однієї (3,3 %), депресія – у 11 (36,7 %). Найвищі показники ступеня наддомінування виявлено у  $F_1$  ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519,  $h_p = 71,5$ ; ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна,  $h_p = 9,3$ ; ЕР 55023 / МП Ювілейна,  $h_p = 3,8$ ; ЛЮТ 37519 / ЕР 55023,  $h_p = 2,8$ ; ЛЮТ 55198 / ЕР 55023,  $h_p = 2,7$ , де в більшості випадків у якості батьківських форм використано селекційні лінії ЛЮТ 55198 та ЕР 55023 (табл. 5.7). У цих комбінаціях відмічено і найвищі позитивні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису (додаток Е.1). Депресію виявлено у комбінаціях ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198,  $h_p = -20,2$ ; ЛЮТ 55198 / МП Ассоль,  $h_p = -5,1$ ; МП Ассоль / ЛЮТ 37519,  $h_p = -5,1$  (табл. 5.7) з від’ємними значеннями гіпотетичного ( $H_t = -10,6$ –  $-50,6$  %) та істинного ( $H_{bt} = -11,1$ –  $-55,0$  %) гетерозису (додаток Е.1), у той час як у дуже посушливих умовах 2020 р. і у 2021 р., який характеризувався оптимальними умовами зволоження, у них виявлено наддомінування та проміжний тип успадкування, що може свідчити про високу мінливість ознаки, яка залежить від умов вирощування. Позитивні значення гіпотетичного та від’ємні істинного гетерозису проявили гібридні комбінації зі ступенем фенотипового домінування – часткове позитивне домінування та проміжне успадкування.

Встановлено, що показники ступеня фенотипового домінування залежали як і від підбору пар для гібридизації, так і від умов року, про що свідчать різні типи успадкування у комбінаціях схрещування – від депресії до наддомінування. Виділено гібридні комбінації, за якими упродовж років вивчення успадкування ознаки «маса зерна з рослини» відбувалося за типом наддомінування та часткового позитивного домінування і як результат формувалась висока продуктивність колоса – ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, Подолянка / ЛЮТ 55198, МП Ассоль / ЕР 55023, МП Ассоль / Подолянка, ЛЮТ 37519 / ЕР 55023, ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна.

Продуктивність рослин пшениці м'якої озимої визначається крупністю зерна, озерненістю колоса та кількістю продуктивних стебел. Поєднання цих ознак визначає врожай кожної окремої комбінації озимої пшениці. Звідси зрозуміла необхідність вивчення успадкування маси 1000 зерен і генетичного контролю цієї ознаки [376]. Маса 1000 зерен – генетично більш надійний компонент урожаю в селекційній роботі, має високу спадковість. Вона є найбільш ефективною ознакою в доборах на ранніх етапах селекційного процесу. Тому питання формування маси 1000 зерен у ранніх поколіннях гібридів завжди цікавило дослідників, оскільки його вирішення дає змогу прогнозувати селекційну цінність гібридних комбінацій [396].

За результатами гібридологічного аналізу встановлено диференціацію за типами успадкування в гібридів першого покоління за ознакою «маса 1000 зерен» (табл. 5.8). Незалежно від умов року вирощування в більшості  $F_1$  виявили гетерозис: у 2020 р. – 17 (56,7 %) гібридних комбінацій, у 2021 р. – 18 (60,0 %), у 2022 р. – 25 (83,3 %), що пояснюється домінуванням крупнозерності. Однак у інших комбінаціях спостерігали часткове позитивне та негативне домінування, проміжне успадкування та депресію, що підтверджує вплив умов року на характер успадкування ознаки. Широкий спектр типів успадкувань за ознакою «маса 1000 зерен» виявили й інші автори, які встановили залежність успадкування цієї ознаки від погодних умов вирощування [395].

Таблиця 5.8

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «маса 1000 зерен» в F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МПП Ювілейна / ЕР 55023	1,0	ЧПД	-0,6	ЧВУ	6,2	НД
МПП Ювілейна / МПП Ассоль	0,4	ПУ	0,2	ПУ	7,0	НД
МПП Ювілейна / Подолянка	-9,6	Д	-0,3	ПУ	0,4	ПУ
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	16,7	НД	0,8	ЧПД	0,3	ПУ
МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198	1,0	ЧПД	2,9	НД	4,3	НД
ЕР 55023 / МПП Ювілейна	1,7	НД	1,1	НД	9,1	НД
ЕР 55023 / МПП Ассоль	0,3	ПУ	0,3	ПУ	0,4	ПУ
ЕР 55023 / Подолянка	3,6	НД	3,1	НД	1,9	НД
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	-1,7	Д	1,9	НД	3,6	НД
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	0,9	ЧПД	6,9	НД	6,1	НД
МПП Ассоль / ЕР 55023	0,0	ПУ	1,2	НД	-0,8	ЧВУ
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	-3,1	Д	-1,8	Д	9,4	НД
МПП Ассоль / Подолянка	0,4	ПУ	0,0	ПУ	5,8	НД
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	-4,3	Д	0,8	ЧПД	6,7	НД
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	44,9	НД	2,1	НД	1,7	НД
Подолянка / ЕР 55023	-2,3	Д	3,6	НД	8,9	НД
Подолянка / МПП Ассоль	1,2	НД	1,0	ЧПД	1,0	ЧПД
Подолянка / МПП Ювілейна	-1,2	Д	-1,4	Д	2,3	НД
Подолянка / ЛЮТ 37519	10,5	НД	3,1	НД	3,2	НД
Подолянка / ЛЮТ 55198	5,1	НД	119,1	НД	81,0	НД
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	1,1	НД	7,7	НД	5,0	НД
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	-4,1	Д	0,6	ЧПД	5,6	НД
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	12,9	НД	0,9	ЧПД	6,2	НД
ЛЮТ 37519 / Подолянка	1,2	НД	1,1	НД	1,9	НД
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	1,4	НД	5,4	НД	42,4	НД
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	1,9	НД	8,6	НД	8,1	НД
ЛЮТ 55198 / МПП Ассоль	34,4	НД	1,9	НД	7,9	НД
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	4,7	НД	2,6	НД	14,1	НД
ЛЮТ 55198 / Подолянка	1,9	НД	88,7	НД	3,0	НД
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	2,5	НД	5,5	НД	52,2	НД

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

У 2020 р. ступінь фенотипового домінування  $h_r$  знаходився в межах від -9,6 у гібридної комбінації МП Ювілейна / Подолянка до 44,9 – у МП Ассоль / ЛЮТ 55198, що підтверджує різний тип успадкування. Слід відмітити, що при використанні селекційних ліній ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 в якості материнських компонентів у всіх гібридів, за винятком ЛЮТ 37519 / МП Ассоль, спостерігали наддомінування ( $h_r = 1,1-12,9; 1,9-34,4$  відповідно), а маса 1000 зерен варіювала від 38,50 до 42,00 г і перевищувала батьківські форми (38,40; 39,30 г відповідно). У 2021, 2022 рр. усі комбінації при залученні селекційної лінії ЛЮТ 55198 також проявили наддомінування ( $h_r = 1,9-88,7; 3,0-52,2$  відповідно). Це може свідчити про високі донорські властивості селекційної лінії ЛЮТ 55198 для підвищення продуктивності колоса (табл. 5.8).

Найбільший ефект як гіпотетичного, так і істинного гетерозису спостерігали у комбінаціях Подолянка / ЛЮТ 37519 ( $H_t = 23,3 \%$ ;  $H_{bt} = 20,6 \%$ ), Подолянка / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 17,0 \%$ ;  $H_{bt} = 13,2 \%$ ), МП Ювілейна / ЛЮТ 37519 ( $H_t = 12,0 \%$ ;  $H_{bt} = 11,2 \%$ ), ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна ( $H_t = 9,2 \%$ ;  $H_{bt} = 8,4 \%$ ), МП Ассоль / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 7,7 \%$ ;  $H_{bt} = 7,5 \%$ ) (додаток Е.1). Депресивний тип успадкування відмічено в семи гібридних комбінаціях пшениці м'якої озимої (табл. 5.8), з від'ємними значення гіпотетичного ( $H_t = -1,1- -14,4 \%$ ) і істинного ( $H_{bt} = -1,6- -15,7 \%$ ) гетерозису (додаток Е.1).

У 2021 р.  $F_1$  пшениці м'якої озимої виявили різний характер фенотипового успадкування маси 1000 зерен: наддомінування спостерігали в 18 (60,0 %) комбінаціях, часткове позитивне домінування – у п'яти (16,7 %), проміжне успадкування – у чотирьох (13,3 %), часткове від'ємне успадкування – у однієї (3,3 %), депресію – у двох (6,7 %) (табл. 5.8). Слід відмітити, що позитивне значення гіпотетичного ( $H_t = 3,2-30,6 \%$ ) та істинного ( $H_{bt} = 0,2-30,3 \%$ ) гетерозису були в гетерозисних комбінаціях або з ухиленням у бік кращої батьківської форми (додаток Е.1). Часткове позитивне домінування відмічено в комбінаціях: Подолянка / МП Ассоль,  $h_r = 1,0$ ;

ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна,  $h_p = 0,9$ ; МП Ассоль / ЛЮТ 37519,  $h_p = 0,8$ ; МП Ювілейна / ЛЮТ 37519,  $h_p = 0,8$ ; ЛЮТ 37519 / МП Ассоль,  $h_p = 0,6$ . В умовах 2020, 2021 рр. гібриди першого покоління ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна, МП Ассоль / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 37519 / МП Ассоль стабільно виявляли даний тип успадкування. Депресивний розвиток показника у 2020 і 2021 рр. показав гібрид МП Ассоль / МП Ювілейна –  $h_p = -1,9$ ;  $-1,8$  відповідно (табл. 5.8), з від’ємними значеннями ефектів гетерозису ( $H_t = -4,1$  %;  $H_{bt} = -6,3$  %) (додаток Е.1). Депресію встановлено для  $F_1$  Подолянка / МП Ювілейна,  $h_p = -1,4$  (табл. 5.8), з від’ємними значеннями гіпотетичного ( $H_t = -5,9$  %) і істинного ( $H_{bt} = -9,6$  %) гетерозису (додаток Е.1), у той час як у посушливому 2020 р. спостерігали наддомінування ( $h_p = 1,1$ ) (табл. 5.8).

Виявлено, що у 2022 р. основним типом успадкування за ознакою «маса 1000 зерен» для більшості (83,3 %) гібридних комбінацій було наддомінування ( $h_p = 1,7-52,2$ ), з позитивними значеннями як гіпотетичного, так і істинного гетерозису (табл. 5.8). Максимальний (57,82 г) рівень показника сформувала комбінація ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 ( $h_p = 42,4$ ), найменший (47,82 г) – Подолянка / МП Ювілейна ( $h_p = 2,3$ ), за варіювання ознаки в батьківських форм від 40,19 г до 46,00 г. Позитивні значення гіпотетичного ( $H_t = 1,9-2,3$  %) та від’ємні істинного ( $H_{bt} = -1,0- -4,3$  %) гетерозису спостерігали у комбінаціях з проміжним типом успадкування: МП Ювілейна / Подолянка, МП Ювілейна / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 / МП Ассоль (додаток Е.1).

Найбільшу цінність для селекційної практики мають гібридні комбінації пшениці м’якої озимої, у яких наддомінування за ознакою «маса 1000 зерен» простежується протягом трьох років досліджень: ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЕР 55023 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / МП Ассоль, ЕР 55023 / МП Ювілейна, ЛЮТ 37519 / Подолянка та ін. Виявлено, що підбір батьківських компонентів і умови року мали вплив на ступінь прояву ознаки.

Відомо, що особливу цінність для селекції мають гібридні комбінації, які проявили гетерозис одночасно за декількома ознаками в  $F_1$  і  $F_2$ . Установлено,

що явище позитивного наддомінування за ознаками продуктивності в основному спостерігали в гібридів першого покоління, а в другому – кількість гетерозисних комбінацій зменшувалась. Стабільний прояв гетерозису в двох поколіннях гібридів спостерігали за ознаками продуктивності «довжина колоса» та «маса 1000 зерен» (додаток Е.2). Переважна частина гібридів за крупністю зерна і довгоколосоїстю перевищувала кращу батьківську форму або наближалась до неї: в середньому частка гетерозисних комбінацій становила 75 % ( $F_1$ ), 78 % ( $F_2$ ) і 60 % ( $F_1$ ), 57 % ( $F_2$ ) відповідно. Спрямованість такого успадкування свідчить про рівносильний прояв ознак за використання генотипу зі здатністю формувати довгий колос і крупне зерно в якості материнської форми або запилювача. Затухання прояву гетерозисного ефекту спостерігали за кількістю зерен у головному колосі та маси зерна з нього – частка гібридів з наддомінуванням знижувалась від 83 % ( $F_1$ ) до 44 % ( $F_2$ ) і від 78 % ( $F_1$ ) до 44 % ( $F_2$ ) відповідно. Несуттєво збільшилась кількість гетерозисних комбінацій за продуктивністю рослини – 33 % ( $F_1$ ) і 39 % ( $F_2$ ). Істотно менше (17 %) було багатоколоскових гібридів другого покоління в порівнянні з  $F_1$  (59 %). Установлено, що основний тип успадкування за кількістю продуктивних стебел мав проміжний характер для  $F_2$  (48 %), а більшість (58 %) гібридів першого покоління відносилась до депресивних або зі зміщенням у бік гіршого батьківського компонента. Доведено, що в обох поколіннях більшості гібридів висота рослин успадковувалась за проміжним типом – 47 % ( $F_1$ ) і 39 % ( $F_2$ ).

Виокремлено кращі гібридні комбінації з одночасним успадкуванням декількох ознак продуктивності за типом наддомінування в  $F_1$  і  $F_2$ : ЛЮТ 37519 ↔ ЛЮТ 55198, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 ↔ ЕР 55023, ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, МП Ассоль / ЛЮТ 37519.

Отже, встановлено, що показники ступеня фенотипового домінування елементів структури продуктивності в  $F_1$  змінювались залежно від умов зовнішнього середовища і підбору пар для гібридизації. Доведено, що впродовж трьох років з контрастними погодними умовами в гібридів першого покоління спостерігали достатньо високий ступінь гетерозису за елементами

продуктивності, що можна пояснити впливом батьківських компонентів, правильним підходом до їх вибору з урахуванням особливостей формування кількісних ознак. Виявлено вплив на рівень і частоту прояву від'ємного наддомінування за ознакою «маса рослини»: в умовах 2021, 2022 рр. була більша (20,0 %, і 36,6 %) кількість депресивних комбінацій, ніж у 2020 р. (3,3 %). Таку ж тенденцію спостерігали за кількістю продуктивних стебел – 26,7 %; 70,0 % і 16,7 % відповідно. Установлено, що в умовах 2022 р. основними типами успадкування за висотою рослин були проміжний і депресивний (по 33,3 %), у 2021 р. – проміжний (46,7 %), а в 2020 р. – наддомінування, часткове позитивне домінування та проміжне успадкування (по 26,7 %). Це свідчить про те, що у сприятливі роки підвищується кількість гетерозисних комбінацій за багатьма елементами продуктивності. Простежено, що в  $F_2$  частка гетерозисних комбінацій знизилась за всіма ознаками. Високий рівень гетерозису та наддомінування (більшою мірою), зміщення в бік кращого батьківського компонента та проміжне успадкування забезпечать у поколіннях нащадків ефективний добір високопродуктивних форм, а також трансгресій.

## 5.2 Характер успадкування показників якості зерна у гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої

Основними напрямками в селекції пшениці є створення високоврожайних сортів з відмінною якістю зерна [397–401]. Успіх селекції на якість залежить від методів оцінки технологічних властивостей, що дозволяють виявити генетичні відмінності за ознаками якості зерна на ранніх етапах селекції [402]. В умовах виробництва проблема отримання високоякісного зерна пшениці ускладнюється впливом несприятливих ґрунтово-кліматичних умов. Мінливість показника вмісту сирої клейковини в зерні пшениці м'якої озимої тісно пов'язана з умовами вирощування, що часто перебиває міжсортів відмінності. Посушливі умови або достатнє зволоження (але не надлишкове) в період формування та наливу зерна сприяють підвищеному накопиченню

клейковинних білків. Якість клейковини більшості вирощуваних сортів пшениці м'якої озимої також зазнає мінливості під впливом умов вирощування: може переходити з першої групи в другу, третю і навпаки. Формуванню клейковини хорошої якості сприяють дефіцит вологи й помірно високі температури повітря в період наливу зерна пшениці м'якої озимої. Більшість дослідників вважає, що посушливі умови та підвищені температури повітря в період після зав'язування зерна є сприятливими для формування високого вмісту клейковини й білка. Підвищення вологості повітря спричиняло зниження якості клейковини [403].

Підвищення білковості зерна пшениці м'якої озимої пов'язане з багатьма труднощами, основними з яких є зворотний кореляційний зв'язок з урожайністю, значна фенотипова мінливість ознаки і складний полігенний характер успадкування [235]. Методом гібридизації вдалося значно збільшити потенційну врожайність культури [404], але разом із зростанням продуктивності загострилася проблема генетичного підвищення білковості, яка традиційно належить до розряду найзначніших науково-практичних задач селекції. Адже формування високої хлібопекарської якості можливе лише за достатньо високих показників умісту білка [196]. Найбільша вірогідність одержання сорту пшениці з високою якістю зерна спостерігається за схрещування двох сильних сортів [192]. Зарубіжними вченими встановлено, що за гібридизації різних за якістю сортів пшениці вміст білка та клейковини в гібридних поколіннях наближується до гіршої за якістю зерна батьківської форми. Крім того, на успадкування ознак якості зерна пшениці озимої значний вплив має материнський компонент [235].

Успіх селекції на якість зерна значною мірою залежить від стану вивчення кожної ознаки, зокрема від знання закономірностей успадкування. За результатами досліджень встановлено різний ступінь фенотипового домінування та рівень гетерозису за ознакою «вміст білка» в гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої (табл. 5.9, додаток Ж). Батьківські компоненти, які включені до схем схрещування, належали до груп цінних (сорт

МПП Ассоль, селекційні лінії ЛЮТ 37519, ЕР 55023) і сильних (сорти МПП Ювілейна, Подолянка, ЛЮТ 55198) пшениць. Слід наголосити, що за результатами досліджень селекційні лінії ЕР 55023, ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 переважали стандарт (9,4 %) за середнім вмістом білка – 13,6 %, 12,1 %, 12,0 % відповідно, тому вищезазначені генотипи віднесли до високобілкових. У гібридних комбінаціях, які одержані за їх схрещування між собою, з середньобілковими та середньобілкових з високобілковими формами встановлено різний характер успадкування: в умовах 2020 р. – від часткового від'ємного успадкування до наддомінування, в 2021 р. – від депресії до проміжного типу, у 2022 р. – всі типи.

Відомо, що погодні умови впливають на формування показників якості зерна. Так, період наливу та дозрівання зерна в 2020 р. був дуже посушливим, внаслідок чого виповненість зерна зменшилась, але такі умови сприяли накопиченню підвищеного вмісту білка в зерні. У  $F_1$  пшениці м'якої озимої показник варіював від 13,2 % (Подолянка / МПП Ассоль,  $h_p = 0,3$ ) до 15,9 % (МПП Ювілейна / ЕР 55023),  $h_p = 0,6$ , що відповідає групам цінних і сильних пшениць.

Переважає більшість гібридів першого покоління перевищувала залучені до гібридизації батьківські компоненти, крім Подолянка / ЕР 55023 (14,3 %), ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 (14,6 %), ЛЮТ 37519 / ЕР 55023 (15,5 %). Установлено різне співвідношення гібридних комбінацій за типом успадкування: по чотири (13,3 %) – наддомінування та часткове позитивне домінування, 21 (70,0 %) – проміжне успадкування, одна (3,3 %) – часткове від'ємне успадкування. Наддомінування відмічено в  $F_1$  за схрещування середньобілкових з високобілковими формами та середньобілкових форм між собою: МПП Ассоль / Подолянка, МПП Ассоль / МПП Ювілейна, МПП Ювілейна / Подолянка, МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519, (табл. 5.9), з позитивними значеннями гіпотетичного ( $H_t = 2,2-8,7$  %) і істинного ( $H_{bt} = 0,7-4,0$  %) гетерозису (додаток Ж).

Виділено гібридні комбінації, які належали до групи сильних пшениць: ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 (16,0 %), МІП Ювілейна / ЕР 55023 (15,9 %), ЕР 55023 / ЛЮТ 37519 (15,7 %), МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519 (15,6 %), ЛЮТ 55198 / ЕР 55023 (15,6 %), ЛЮТ 37519 / ЕР 55023 (15,5 %) та ін., з типом успадкування ознаки від наддомінування до часткового від'ємного успадкування (табл. 5.9). Від'ємне значення гіпотетичного ( $H_t = -0,3 - -3,1$  %) і істинного ( $H_{bt} = -2,0 - -13,3$  %) гетерозису виявлено в дев'яти (30,0 %) комбінаціях пшениці м'якої озимої, які успадковували ознаку з відхиленням у бік гіршого батька до проміжного типу. Позитивне значення гіпотетичного та від'ємне істинного гетерозису відмічено в 16 гібридів, де спостерігали часткове позитивне домінування та проміжний тип успадкування (додаток Ж).

Успадкування вмісту білка в умовах достатнього зволоження 2021 р. проходило наступним чином: проміжне успадкування виявлено в п'яти (16,7 %) гібридних комбінаціях, часткове від'ємне успадкування – в однієї (3,3 %), депресію – в 24 (80,0 %). Низькобілкові гібриди були одержані за схрещування високобілкових форм між собою, високобілкових з середньобілковими та середньобілкових з високобілковими з депресивним типом успадкування. Виокремлено  $F_1$  пшениці м'якої озимої, що належали до групи цінних пшениць: ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519,  $h_p = 0,4$ ; МІП Ювілейна / ЛЮТ 55198,  $h_p = 0,0$ ; ЛЮТ 55198 / Подолянка,  $h_p = -0,3$ ; ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна,  $h_p = -0,4$ ; ЛЮТ 55198 / МІП Ассоль,  $h_p = -0,9$ ; ЕР 55023 / ЛЮТ 37519,  $h_p = -1,2$ ; ЕР 55023 / МІП Ювілейна,  $h_p = -6,4$ , де ступінь фенотипового домінування варіював від депресії до проміжного типу успадкування (табл. 5.9). Установлено, що в трьох комбінаціях з проміжним типом успадкування ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, МІП Ювілейна / ЛЮТ 55198 було позитивне значення гіпотетичного ( $H_t = 3,2$  %;  $H_t = 1,6$  %;  $H_t = 0,4$  % відповідно) і від'ємне істинного ( $H_{bt} = -4,4$  %;  $H_{bt} = -8,3$  %;  $H_{bt} = -13,2$  % відповідно) гетерозису, а в решти гібридів спостерігали від'ємні значення гетерозису як гіпотетичного, так і істинного (додаток Ж).

У 2022 р. вміст білка в  $F_1$  пшениці м'якої озимої варіював від 12,0 % у комбінацій Подолянка / МП Ювілейна, ЛЮТ 37519 / МП Ассоль до 15,9 % – у ЛЮТ 55198 / МП Ассоль, а в батьківських компонентів ознака знаходилася в межах від 11,7 % до 15,5 %. Гібридні комбінації, які отримані від схрещування середньобілкових форм з високобілковими, середньобілкових між собою та високобілкових з середньобілковими, належали до групи цінних і сильних пшениць. Наддомінування проявили дев'ять (30,0 %)  $F_1$  ( $h_p = 1,4-63,0$ ) (табл. 5.9), з позитивними значеннями як гіпотетичного, так і істинного гетерозису.

Найвищі значення показників спостерігали у комбінаціях: ЛЮТ 55198 / МП Ассоль ( $H_t = 24,7$  %;  $H_{bt} = 24,2$  %), ЛЮТ 37519 / МП Ассоль ( $H_t = 12,4$  %;  $H_{bt} = 10,6$  %), ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна ( $H_t = 11,4$  %;  $H_{bt} = 7,9$  %), ЛЮТ 55198 / Подолянка ( $H_t = 9,8$  %;  $H_{bt} = 5,5$  %) (додаток Ж), де в більшості випадків у якості материнської форми використано селекційну лінію ЛЮТ 55198. Установлено, що в усіх гібридних комбінаціях з типом успадкування часткове позитивне домінування ( $h_p = 0,6-1,0$ ) були позитивні значення гіпотетичного та істинного гетерозису, за винятком ЕР 55023 / ЛЮТ 37519 ( $H_t = 7,9$  %;  $H_{bt} = -3,2$  %) і ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 9,2$  %;  $H_{bt} = -0,6$  %), де в якості материнської форми залучено селекційну лінію ЕР 55023. Визначено, що в  $F_1$ , які успадковували ознаку за типом проміжне успадкування та депресія, в більшості випадків були від'ємні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису, крім комбінацій ЕР 55023 / МП Ювілейна ( $H_t = 1,5$  %;  $H_{bt} = -10,3$  %), ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 0,8$  %;  $H_{bt} = -0,8$  %) і ЛЮТ 55198 / ЕР 55023 ( $H_t = 4,3$  %;  $H_{bt} = -5,2$  %) (додаток Ж).

Доведено, що найпоширенішим типом успадкування вмісту білка в зерні було: у 2020, 2022 рр. – проміжне успадкування, у 2021 р. – депресія. Варто зазначити, що в 2021 р. у всіх комбінацій за участі в якості материнської форми високобілкового сорту МП Ассоль спостерігали депресію і, як результат, формування низькобілкових форм у  $F_1$ .

Таблиця 5.9

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «вміст білка» в F<sub>1</sub> пшениці  
м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МПП Ювілейна / ЕР 55023	0,6	ЧПД	-8,2	Д	-0,2	ПУ
МПП Ювілейна / МПП Ассоль	1,0	ЧПД	-49,0	Д	-0,3	ПУ
МПП Ювілейна / Подолянка	1,3	НД	-3,0	Д	-0,1	ПУ
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	1,9	НД	-3,7	Д	0,2	ПУ
МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198	0,3	ПУ	0,0	ПУ	0,6	ЧПД
ЕР 55023 / МПП Ювілейна	0,1	ПУ	-6,4	Д	0,1	ПУ
ЕР 55023 / МПП Ассоль	-0,1	ПУ	-7,7	Д	-0,3	ПУ
ЕР 55023 / Подолянка	0,1	ПУ	-2,8	Д	0,1	ПУ
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	-0,1	ПУ	-1,2	Д	0,7	ЧПД
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	0,5	ПУ	-1,1	Д	0,9	ЧПД
МПП Ассоль / ЕР 55023	0,3	ПУ	-8,3	Д	-0,4	ПУ
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	1,5	НД	-80,0	Д	1,4	НД
МПП Ассоль / Подолянка	3,7	НД	-5,5	Д	1,0	ЧПД
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	0,8	ЧПД	-5,8	Д	3,8	НД
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	0,7	ЧПД	-2,5	Д	0,2	ПУ
Подолянка / ЕР 55023	-0,3	ПУ	-3,3	Д	-0,3	ПУ
Подолянка / МПП Ассоль	0,3	ПУ	-5,2	Д	-0,1	ПУ
Подолянка / МПП Ювілейна	0,1	ПУ	-3,2	Д	2,0	НД
Подолянка / ЛЮТ 37519	0,1	ПУ	-21,0	Д	3,3	НД
Подолянка / ЛЮТ 55198	-0,1	ПУ	-3,1	Д	0,6	ЧПД
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	-0,3	ПУ	-1,9	Д	-0,4	ПУ
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	0,2	ПУ	-3,7	Д	-2,2	Д
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	-0,2	ПУ	-4,6	Д	7,5	НД
ЛЮТ 37519 / Подолянка	0,1	ПУ	-18,3	Д	-0,3	ПУ
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	-0,5	ПУ	0,1	ПУ	0,5	ПУ
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	0,1	ПУ	-1,6	Д	0,4	ПУ
ЛЮТ 55198 / МПП Ассоль	-0,1	ПУ	-0,9	ЧВУ	63,0	НД
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	0,3	ПУ	-0,4	ПУ	3,5	НД
ЛЮТ 55198 / Подолянка	0,4	ПУ	-0,3	ПУ	2,4	НД
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	-1,0	ЧВУ	0,4	ПУ	5,0	НД

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

Отже, тільки в посушливих умовах 2020 р. було виокремлено гібридні комбінації, які належали до групи сильних пшениць: ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, МП Ювілейна / ЕР 55023, ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, МП Ювілейна / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЛЮТ 37519 / ЕР 55023, а в 2021, 2022 рр. – до групи цінних пшениць: МП Ювілейна / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна, за схрещування високобілкових форм з середньобілковими, середньобілкових між собою та середньобілкових форм з високобілковими. У більшості випадків у схрещуваннях брали участь селекційні лінії ЛЮТ 55198, ЕР 55023, ЛЮТ 37519 і сорт МП Ювілейна, що підтверджує вплив батьківських форм на успадкування ознак якості зерна. Установлено, що внаслідок дуже посушливих умов у 2020 р. гібриди першого покоління сформували вищі (14,5 %) середні показники вмісту білка в зерні порівняно з 2022 р. (13,5 %) і 2021 р. (11,4 %), що доводить значний вплив погодних умов у період наливу зерна на рівень показників якості.

За результатами досліджень виявлено, що розмах варіювання за вмістом сирі клейковини в батьківських форм був у межах від 19,2 % до 36,4 %. У  $F_1$  пшениці м'якої озимої ознака варіювала: у 2020 р. – від 28,6 % (МП Ювілейна / МП Ассоль) до 32,6 % (ЕР 55023 / ЛЮТ 55198); у 2021 р. – від 19,1 % (МП Ассоль / Подолянка) до 27,8 % (МП Ювілейна / ЛЮТ 55198); у 2022 р. – від 24,6 % (ЛЮТ 37519 / МП Ассоль) до 29,9 % (ЛЮТ 55198 / МП Ассоль), що свідчить про значну диференціацію показника та залежність від умов року й комбінації схрещування. У 2020 р. ступінь фенотипового домінування змінювався від -2,3 у комбінації ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 до 5,4 – МП Ювілейна / ЛЮТ 55198, що підтверджує успадкування ознаки за всіма типами та засвідчує вплив батьківських форм на формування показника «вміст сирі клейковини». Відмічено, що  $F_1$  успадковували ознаку переважно за типом проміжного успадкування, де за материнську форму в більшості випадків використано сорти МП Ювілейна, Подолянка та селекційну лінію ЛЮТ 37519. Установлено наддомінування в

трьох гібридних комбінаціях: МП Ювілейна / ЛЮТ 55198,  $h_p = 5,4$ ; МП Ювілейна / ЛЮТ 37519,  $h_p = 1,7$ ; МП Ассоль / Подолянка,  $h_p = 1,2$  (табл. 5.10), з позитивними значеннями гіпотетичного ( $H_t = 2,4-4,6\%$ ) і істинного ( $H_{bt} = 0,4-3,7\%$ ) гетерозису. Позитивні значення показників виявлено в 11 комбінаціях з проміжним типом успадкування: ЕР 55023 / Подолянка ( $H_t = 3,3\%$ ;  $H_{bt} = -4,9\%$ ), ЛЮТ 55198 / Подолянка ( $H_t = 2,1\%$ ;  $H_{bt} = -1,7\%$ ), Подолянка / ЕР 55023 ( $H_t = 1,7\%$ ;  $H_{bt} = -6,4\%$ ) та ін. У решти гібридів спостерігали від'ємні значення як гіпотетичного, так і істинного гетерозису, що мали різний ступінь фенотипового домінування – від проміжного успадкування до депресії (додаток Ж).

У 2021 р. виявлено наступні типи успадкування: у чотирьох (13,3 %) комбінаціях спостерігали наддомінування, у двох (6,7 %) – часткове позитивне домінування, у п'яти (16,7 %) – проміжне успадкування, в семи комбінаціях (23,3 %) – часткове від'ємне успадкування, у 12 (40,0 %) – депресію. Наддомінування проявили комбінації: ЛЮТ 55198 / Подолянка,  $h_p = 3,3$ ; ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519,  $h_p = 2,3$ ; ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198,  $h_p = 1,8$ ; Подолянка / ЛЮТ 55198,  $h_p = 1,2$  (табл. 5.10), що підтверджується і позитивними значеннями гетерозису як гіпотетичного ( $H_t = 8,5-23,8\%$ ), так і істинного ( $H_{bt} = 1,4-15,4\%$ ). У гібридних комбінаціях МП Ювілейна / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / МП Ассоль, ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна з проміжним типом успадкування та зі зрушенням у бік кращої батьківської форми відмічено позитивні значення гіпотетичного та від'ємні істинного гетерозису (додаток Ж). Варто відмітити, що гібридні комбінації, які сформували найнижчі показники вмісту сирої клейковини, успадковували ознаку за типом негативного наддомінування ( $h_p = -1,2- -70,3$ ) (табл. 5.10) з максимальними від'ємними значеннями гіпотетичного та істинного гетерозису (додаток Ж).

У 2022 р.  $F_1$  пшениці м'якої озимої показник вмісту сирої клейковини знаходився в межах від 24,6 % до 29,9 %. Переважна більшість гібридів першого покоління не перевищувала залучені до гібридизації батьківські форми

(23,6–29,3 %) за винятком комбінацій: МІП Ассоль / МІП Ювілейна (26,4 %;  $h_p = 1,4$ ), МІП Ассоль / ЛЮТ 37519 (26,6 %;  $h_p = 1,9$ ), Подолянка / МІП Ювілейна (24,7 %;  $h_p = 1,0$ ), Подолянка / ЛЮТ 37519 (26,3 %;  $h_p = 7,5$ ), ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна (27,1 %;  $h_p = 15,0$ ), ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 (25,8 %;  $h_p = 1,7$ ), ЛЮТ 55198 / МІП Ассоль (29,9 %;  $h_p = 16,2$ ). Наддомінування ( $h_p = 1,4–16,2$ ) проявили 11 (36,7 %) гібридних комбінацій (табл. 5.10), з позитивними значеннями гіпотетичного та істинного гетерозису. Найвищі їх значення визначено в  $F_1$ : ЛЮТ 55198 / МІП Ассоль ( $H_t = 15,7$  %;  $H_{bt} = 14,6$  %), ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна ( $H_t = 9,1$  %;  $H_{bt} = 8,4$  %), Подолянка / ЛЮТ 55198 ( $H_t = 8,1$  %;  $H_{bt} = 7,4$  %), ЛЮТ 37519 / Подолянка ( $H_t = 7,4$  %;  $H_{bt} = 6,8$  %), ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна ( $H_t = 7,8$  %;  $H_{bt} = 5,9$  %). У гібридів, які проявили проміжний тип успадкування, встановлені від'ємні значення як гіпотетичного ( $H_t = -0,1– -3,2$  %), так і істинного ( $H_{bt} = -0,7– -9,9$  %) гетерозису, крім комбінації ЕР 55023 / МІП Ювілейна ( $H_t = 1,1$  %;  $H_{bt} = 6,8$  %). Позитивні значення гіпотетичного та від'ємні істинного гетерозису визначено в гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої з частковим позитивним домінуванням (додаток Ж). Депресію спостерігали тільки в одній комбінації ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль ( $h_p = -1,7$ ), а в 2020, 2021 рр. відмічали проміжне успадкування та часткове позитивне домінування відповідно (табл. 5.10).

Помічено, що гібридний матеріал з високим вмістом сирої клейковини було одержано від схрещування між собою батьківських форм з середніми показниками. Якщо в гібридизації брали участь компоненти з високим проявом ознаки, у переважної більшості гібридів спостерігали негативне наддомінування в умовах 2021 р. і наддомінування та проміжне успадкування – у 2020 і 2022 рр. За ознакою «вміст сирої клейковини» виділено комбінації  $F_1$  МІП Ювілейна / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЛЮТ 37519, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна, ЛЮТ 55198 / Подолянка з типом успадкування від проміжного до наддомінування, з найвищими значеннями

гіпотетичного та істинного гетерозису. Установлено, що на формування ознаки мали вплив батьківські компоненти та умови року вирощування.

Таблиця 5.10

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «вміст сирої клейковини» в F<sub>1</sub>  
пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МПП Ювілейна / EP 55023	0,1	ПУ	-3,5	Д	-0,3	ПУ
МПП Ювілейна / МПП Ассоль	-0,1	ПУ	-45,0	Д	-0,3	ПУ
МПП Ювілейна / Подолянка	0,4	ПУ	-0,7	ЧВУ	0,2	ПУ
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	1,7	НД	-1,3	Д	-0,3	ПУ
МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198	5,4	НД	0,6	ЧПД	0,9	ЧПД
EP 55023 / МПП Ювілейна	-0,3	ПУ	-2,8	Д	0,1	ПУ
EP 55023 / МПП Ассоль	-0,8	ЧВУ	-3,4	Д	-0,8	ЧВУ
EP 55023 / Подолянка	0,4	ПУ	-0,9	ЧВУ	-0,2	ПУ
EP 55023 / ЛЮТ 37519	-0,3	ПУ	-0,6	ЧВУ	0,8	ЧПД
EP 55023 / ЛЮТ 55198	1,0	ЧПД	-0,4	ПУ	0,8	ЧПД
МПП Ассоль / EP 55023	-0,3	ПУ	-3,4	Д	-0,8	ЧВУ
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	-2,2	Д	-70,3	Д	1,4	НД
МПП Ассоль / Подолянка	1,2	НД	-1,8	Д	0,9	ЧПД
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	0,4	ПУ	-1,7	Д	1,9	НД
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	-1,8	Д	-0,7	ЧВУ	0,2	ПУ
Подолянка / EP 55023	0,2	ПУ	-1,2	Д	-0,2	ПУ
Подолянка / МПП Ассоль	0,3	ПУ	-1,5	Д	0,1	ПУ
Подолянка / МПП Ювілейна	0,5	ПУ	-0,7	ЧВУ	1,0	ЧПД
Подолянка / ЛЮТ 37519	0,1	ПУ	-0,2	ПУ	7,5	НД
Подолянка / ЛЮТ 55198	0,2	ПУ	1,2	НД	7,9	НД
ЛЮТ 37519 / EP 55023	-0,4	ПУ	-0,9	ЧВУ	-0,2	ПУ
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	-0,4	ПУ	1,0	ЧПД	-1,7	Д
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	-0,7	ЧВУ	-1,5	Д	15,0	НД
ЛЮТ 37519 / Подолянка	0,0	ПУ	0,5	ПУ	4,0	НД
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	-2,3	Д	1,8	НД	1,7	НД
ЛЮТ 55198 / EP 55023	0,3	ПУ	-0,6	ЧВУ	0,5	ПУ
ЛЮТ 55198 / МПП Ассоль	-1,8	Д	0,1	ПУ	16,2	НД
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	-0,2	ПУ	0,2	ПУ	4,3	НД
ЛЮТ 55198 / Подолянка	0,5	ПУ	3,3	НД	3,4	НД
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	-1,0	ЧВУ	2,3	НД	5,0	НД

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія; EP – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

Простежено, що основними типами успадкування показника седиментації в гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої були наддомінування та проміжне успадкування (табл. 5.11). Рівень ознаки в батьківських компонентів варіював від 51 мл у селекційної лінії ЕР 55023 до 80 мл – у ЛЮТ 55198. У  $F_1$  залежно від року досліджень показник седиментації знаходився в межах: у 2020 р. від 48 мл (ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519) до 63 мл (МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519); у 2021 р. від 53 мл (ЛЮТ 37519 / ЕР 55023) до 72 мл (ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна); у 2022 р. від 65 мл (ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198) до 81 мл (МІП Ассоль / Подолянка та ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль).

У 2020 р. виявлено різний характер успадкування за ознакою «показник седиментації» – від депресії до наддомінування. Максимальний (60–63 мл) рівень показника простежено в комбінаціях: ЕР 55023 / МІП Ювілейна,  $h_r = 5,0$ ; МІП Ювілейна / ЕР 55023,  $h_r = 3,0$ ; МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519,  $h_r = 2,5$ ; МІП Ассоль / Подолянка,  $h_r = 0,6$ ; Подолянка / ЛЮТ 37519,  $h_r = 0,6$ ; ЕР 55023 / Подолянка,  $h_r = -0,3$ , що проявили наддомінування, часткове позитивне домінування та проміжне успадкування (табл. 5.11), з різними значеннями гіпотетичного і істинного гетерозису. Позитивне значення гетерозису спостерігали в шести (20,0 %) гібридів, які успадковували ознаку за типом наддомінування і часткове позитивне домінування. Установлено від'ємні значення як гіпотетичного ( $H_t = -0,8$ –  $-12,1$  %), так і істинного ( $H_{bt} = -3,2$ –  $-17,7$  %) гетерозису в гібридних комбінаціях з проміжним типом успадкування, частковим від'ємним успадкуванням та депресією, які сформували найнижчі значення показника седиментації (додаток Ж).

В умовах 2021 р.  $F_1$  пшениці м'якої озимої сформували нижчі значення показника седиментації порівняно з 2020 і 2022 рр., однак розподіл типів успадкування значно не відрізнявся. Найбільшу цінність становили гетерозисні комбінації: ЕР 55023 / ЛЮТ 37519,  $h_r = 27,0$ ; ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198,  $h_r = 11,7$ ; ЛЮТ 55198 / ЕР 55023,  $h_r = 8,0$ ; ЕР 55023 / ЛЮТ 55198,  $h_r = 7,8$ ; ЛЮТ 37519 / ЕР 55023,  $h_r = 5,0$ ; ЛЮТ 37519 / Подолянка,  $h_r = 3,0$  та ін.

(табл. 5.11), з найвищими показниками ефектів гетерозису ( $Ht = 4,9\text{--}27,1\%$ ;  $Hbt = 1,7\text{--}28,3\%$ ). Позитивне значення гіпотетичного та від'ємне істинного гетерозису проявили дев'ять комбінацій з проміжним типом успадкування та частковим позитивним домінуванням (додаток Ж).

У 2022 р. за ознакою «показник седиментації» визначено всі відомі типи успадкування у  $F_1$  пшениці м'якої озимої: у 14 (46,7 %) спостерігали наддомінування, в семи (23,3 %) – часткове позитивне домінування, у двох (6,7 %) – проміжне успадкування, в однієї (3,3 %) – часткове від'ємне успадкування, у шести (20,0 %) – депресію. Найвищі значення наддомінування проявили  $F_1$ : МП Ассоль / Подолянка ( $hp = 9,0$ ), ЛЮТ 37519 / МП Ассоль ( $hp = 5,7$ ), ЛЮТ 37519 / Подолянка ( $hp = 5,6$ ), МП Ассоль / МП Ювілейна ( $hp = 5,0$ ), МП Ассоль / ЛЮТ 37519 ( $hp = 5,0$ ), Подолянка / МП Ювілейна ( $hp = 5,0$ ) (табл. 5.11), з позитивними значеннями гетерозису як гіпотетичного ( $Ht = 3,6\text{--}12,5\%$ ), так і істинного ( $Hbt = 2,8\text{--}11,0\%$ ). У гібридних комбінаціях, які відхилялись у бік кращої батьківської форми, встановлено позитивні значення гіпотетичного та істинного гетерозису, а в  $F_1$  з частковим від'ємним успадкуванням та депресією – від'ємні (додаток Ж).

Слід відмітити, що в гібридів Подолянка / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 виявлено депресивний тип успадкування, однак в 2021 р. – наддомінування, що підтверджує вплив умов року вирощування (табл. 5.11).

Установлено, що на величину показника седиментації впливали батьківські компоненти та умови року, про що свідчить варіювання ступеня фенотипового домінування в комбінаціях схрещування. Виявлено, що  $F_1$  пшениці м'якої озимої з високими показниками седиментації були одержані від схрещування батьківських форм як із низьким його вмістом, так і з високим. Виокремлено гібридні комбінації з типом успадкування від проміжного до наддомінування: ЕР 55023 / Подолянка, ЛЮТ 37519 / Подолянка,

ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна, Подолянка / ЕР 55023, ЕР 55023 / ЛЮТ 37519 та ін., що становлять цінність для селекційної роботи.

Таблиця 5.11

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «показник седиментації» в  $F_1$   
пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	2020 р.		2021 р.		2022 р.	
	hp	*	hp	*	hp	*
МП Ювілейна / ЕР 55023	3,0	НД	0,1	ПУ	2,0	НД
МП Ювілейна / МП Ассоль	-1,0	ЧВУ	-7,0	Д	1,0	ЧПД
МП Ювілейна / Подолянка	-0,1	ПУ	0,6	ЧПД	1,1	НД
МП Ювілейна / ЛЮТ 37519	2,5	НД	0,6	ЧПД	1,2	НД
МП Ювілейна / ЛЮТ 55198	0,5	ПУ	0,8	ЧПД	3,4	НД
ЕР 55023 / МП Ювілейна	5,0	НД	0,3	ПУ	4,0	НД
ЕР 55023 / МП Ассоль	0,0	ПУ	0,2	ПУ	0,9	ЧПД
ЕР 55023 / Подолянка	-0,3	ПУ	2,1	НД	4,1	НД
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	-0,3	ПУ	27,0	НД	1,0	ЧПД
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	-0,2	ПУ	7,8	НД	0,5	ПУ
МП Ассоль / ЕР 55023	0,0	ПУ	-0,1	ПУ	0,7	ЧПД
МП Ассоль / МП Ювілейна	3,0	НД	-14,0	Д	5,0	НД
МП Ассоль / Подолянка	0,6	ЧПД	0,3	ПУ	9,0	НД
МП Ассоль / ЛЮТ 37519	1,0	ЧПД	0,4	ПУ	5,0	НД
МП Ассоль / ЛЮТ 55198	0,3	ПУ	-0,2	ПУ	0,8	ЧПД
Подолянка / ЕР 55023	-0,3	ПУ	1,4	НД	1,0	ЧПД
Подолянка / МП Ассоль	-1,0	ЧВУ	-0,4	ПУ	1,1	НД
Подолянка / МП Ювілейна	-0,5	ПУ	1,0	ЧПД	5,0	НД
Подолянка / ЛЮТ 37519	0,6	ЧПД	1,2	НД	-5,0	Д
Подолянка / ЛЮТ 55198	-1,8	Д	1,0	ЧПД	3,8	НД
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	-0,3	ПУ	5,0	НД	0,0	ПУ
ЛЮТ 37519 / МП Ассоль	1,3	НД	-0,1	ПУ	5,7	НД
ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна	0,1	ПУ	0,6	ЧПД	-3,0	Д
ЛЮТ 37519 / Подолянка	0,1	ПУ	3,0	НД	5,6	НД
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	0,3	ПУ	11,7	НД	-4,0	Д
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	-0,2	ПУ	8,0	НД	-1,5	Д
ЛЮТ 55198 / МП Ассоль	0,3	ПУ	0,1	ПУ	-0,8	ЧВУ
ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна	-0,5	ПУ	1,4	НД	1,0	ЧПД
ЛЮТ 55198 / Подолянка	-0,3	ПУ	3,0	НД	-1,6	Д
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	-3,0	Д	2,3	НД	-1,3	Д

Примітки: hp – ступінь фенотипового домінування; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від'ємне успадкування; Д – депресія; ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс.

Отже, встановлено, що на величину показників якості зерна впливали батьківські компоненти та умови року, про що свідчило варіювання ступеня фенотипового домінування в комбінаціях схрещування. У середньому за три роки досліджень основним типом успадкування за ознакою «вміст білка» був проміжний тип – 45,6 %, за показником седиментації – наддомінування (34,4 %) і проміжне успадкування (33,3 %). За ознакою «вміст клейковини» спостерігали різний характер успадкування: у 2020 р. – проміжний тип (38,9 % гібридних комбінацій), у 2021 р. – депресія (40,0 %), у 2022 р. – наддомінування (40,0 %).

Виявлено гібриди першого покоління зі стабільним проявом ефекту гетерозису (два роки) і проміжним типом успадкування (один рік) за якістю зерна: показник седиментації – МІП Ювілейна ↔ ЕР 55023, ЛЮТ 37519 / Подолянка, ЕР 55023 / Подолянка; вміст клейковини – Подолянка ↔ ЛЮТ 55198. Визначено дві комбінації зі стабільним проявом проміжного типу успадкування (два роки) і ефекту гетерозису (один рік) за вмістом білка – ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна.

Виокремлено гібридні комбінації  $F_2$  зі стабільним високим проявом усіх трьох середньопопуляційних показників якості зерна, значення яких переважало рівень батьківських форм: ЛЮТ 55198 ↔ ЛЮТ 37519 (вміст білка і клейковини – 15,7 і 14,7 %; 29,6 і 25,7 %; показник седиментації – 63 і 60 мл відповідно). Визначено також популяції  $F_2$  з рівнем якісних показників, що відхилялись у бік кращого батьківського компонента (ЕР 55023): ЛЮТ 55198 ↔ ЕР 55023 (15,3 і 13,0 %; 28,4 і 26,5 %; 62 і 65 мл відповідно). Отже, добір на перших етапах селекційного процесу при створенні гібридів пшениці м'якої озимої зі стійкими за роками показниками якості зерна є головною частиною роботи селекціонера з метою створення сортів сильної пшениці.

### 5.3 Прояв ступеня та частоти трансгресії за елементами структури продуктивності в $F_2$ , $F_3$

Для селекції на адаптивність велике значення мають позитивні трансгресії, які отримані в результаті появи рекомбінантів за різними цінними господарськими ознаками [405]. Трансгресія у гібридів може відбуватися і за наявності в батьківських форм неалельних генів, які діють за принципом комплементарності. Але позитивні трансгресії (найбільш цінні в селекційній практиці), як правило, виникають у комбінаціях з повним або частковим домінуванням ознаки кращого батька чи з наддомінуванням при неалельній взаємодії генів. У практичному відношенні ряд трансгресій за кількісними ознаками є цінними варіантами, які дозволяють виділити із гібридної популяції біотиби, які за окремими характеристиками або їх комплексом переважають існуючі сорти. Не випадково окремі дослідники приділяють велику увагу трансгресіям, а деякі селекціонери [47] завдяки науково обґрунтованому підходу до виділення трансгресивних морфобіотипів досягли великих успіхів у створенні нових сортів. У селекційних дослідженнях необхідно вивчати успадкування не урожайності загалом, а окремих її ознак. За даними О. О. Созінова [406], якщо в  $F_2$  гетерозис зникає, то це означає, що причиною було наддомінування, а якщо в наступних поколіннях явище гетерозису зберігається, то це – неалельна взаємодія генів, яка є основою для виникнення трансгресивних форм. Аналіз селекційно-генетичних досліджень у пшениці свідчить [104], що генетична природа трансгресій вивчена недостатньо. Тому вивчення прояву трансгресій за елементами продуктивності має вирішальне значення у створенні нового селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої.

Задачі дослідження передбачали встановити ступінь та частоту трансгресій за цінними господарськими ознаками в гібридів другого та третього покоління пшениці м'якої озимої та добрати трансгресивні форми за продуктивністю рослин. Проаналізовано рослини  $F_2$ ,  $F_3$ , у яких виявлено різний ступінь та частоту трансгресії за ознакою «висота рослин» (табл. 5.12).

Таблиця 5.12

Ступінь і частота трансгресії за ознакою «висота рослин» в F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> пшениці м'якої озимої (2021, 2022 рр.)

Гібридна комбінація	F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>	
	Тс, %	Тч, %	Тс, %	Тч, %
МІП Ювілейна / Подолянка	-0,28	3,33	0,03	3,33
МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519	10,28	63,33	7,07	56,67
ЕР 55023 / МІП Ювілейна	5,66	33,33	0,09	3,33
ЕР 55023 / Подолянка	-9,07	0,00	7,25	36,67
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	0,62	6,67	5,12	26,67
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	-8,01	0,00	9,45	60,00
МІП Ассоль / ЕР 55023	5,35	26,67	4,89	40,00
МІП Ассоль / МІП Ювілейна	5,92	63,33	-1,83	0,00
МІП Ассоль / Подолянка	4,23	36,67	1,20	6,67
МІП Ассоль / ЛЮТ 37519	3,38	20,00	7,56	46,67
МІП Ассоль / ЛЮТ 55198	-3,36	0,00	6,62	26,67
Подолянка / ЕР 55023	2,83	13,33	5,12	23,33
Подолянка / МІП Ассоль	-0,56	3,33	0,60	6,67
Подолянка / МІП Ювілейна	-1,98	0,00	0,00	3,33
Подолянка / ЛЮТ 37519	6,80	46,67	7,91	63,33
Подолянка / ЛЮТ 55198	0,26	6,67	7,94	70,00
ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль	0,85	13,33	0,41	6,67
ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна	7,48	46,67	1,98	26,67
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	-7,75	0,00	5,85	46,67
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	-4,91	0,00	3,49	23,33
ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна	-4,91	0,00	7,17	60,00
ЛЮТ 55198 / Подолянка	6,98	23,33	16,53	76,67
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	-4,65	0,00	5,43	23,33

Примітки: Тс – ступінь трансгресії; Тч – частота трансгресії.

Ступінь позитивної трансгресії в F<sub>2</sub> відмічений у 56,5 % гібридних популяцій, а негативної – 43,5 %, у F<sub>3</sub> – 95,7 % і 4,4 % відповідно. Частота варіювала від 3,3 до 63,3 % у F<sub>2</sub> та від 3,3 до 76,7 % на завершальному етапі вивчення в F<sub>3</sub>. У популяціях F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої вищеплялися форми від

низькорослих до високорослих, а в  $F_3$  – від низькорослих до середньорослих, що залежало від підбору батьківських компонентів і умов року. У  $F_2$  виділено високорослу (123,5 см) комбінацію ЛЮТ 55198 / Подолянка, яка проявила позитивний ступінь трансгресії – 6,98 % з частотою 23,33 %. Гібриди за участю низькорослої селекційної лінії ЕР 55023 у якості материнської форми проявили як позитивний ступінь трансгресії, так і негативний з частотою 6,67–33,33 %: ЕР 55023 / Подолянка (92,8 см), ЕР 55023 / ЛЮТ 37519 (98,0 см), ЕР 55023 / МІП Ювілейна (104,5 см). У решти  $F_2$  висота рослин була на рівні середньорослих форм (106,5–117,4 см), а ступінь трансгресії змінювався від -7,75 (у комбінації ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198) до 10,28 % (МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519), при цьому частота становила від 3,33 до 63,33 %.

У  $F_3$  виділено 17 (73,9 %) популяцій, які належали до групи низькорослих: ЕР 55023 / МІП Ювілейна (94,5 см), ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна (97,2 см), МІП Ювілейна / Подолянка (99,4 см), МІП Ассоль / МІП Ювілейна (99,5 см), Подолянка / МІП Ювілейна (99,9 см) та ін., які проявили ступінь трансгресії від -1,83 до 7,17 %. Середньорослі популяції сформували висоту рослин на рівні 105,8–111,6 см зі ступенем трансгресії від 4,89 до 16,53 %.

Найвищі значення частоти трансгресії спостерігали в комбінаціях ЛЮТ 55198 / Подолянка (76,67 %), Подолянка / ЛЮТ 55198 (70,00 %), Подолянка / ЛЮТ 37519 (63,33 %), які належали до групи середньорослих. Варто зазначити, що тільки в одній комбінації Подолянка / МІП Ювілейна не виявлено трансгресивних форм за висотою рослин, що вказує на значний формотворчий процес і перспективність добору низькорослих та середньорослих трансгресивних рекомбінантів у створеному вихідному матеріалі. Слід відмітити, що гібриди, які належали до низько- та середньорослої групи, мали в  $F_1$  різний ступінь фенотипового домінування (від наддомінування до депресії) та в різні роки досліджень також відносились до груп низькорослих і середньорослих.

За результатами досліджень не виявлено трансгресивних форм у 87,0 % комбінацій F<sub>2</sub> за продуктивною кущистістю, а в F<sub>3</sub> спостерігали негативний ступінь трансгресії для 21 (91,3 %) комбінації з лімітами -2,33– -33,17 %. Ступінь прояву позитивних трансгресій у F<sub>2</sub> знаходився на рівні 5,88 % у комбінаціях ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 і ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, які проявили в F<sub>1</sub> часткове позитивне домінування, наддомінування та депресію. У них відмічено й найвищу частоту трансгресії (23,33 та 10,00 % відповідно). Негативний ступінь трансгресії встановлено тільки в комбінації ЕР 55023 / Подолянка (-11,11 %), де в F<sub>1</sub> спостерігали депресію. Частоту трансгресії на рівні 3,33 % виявлено в комбінації МП Ассоль / ЕР 55023 за ступеня трансгресії 5,56 %. У F<sub>3</sub> відмічено позитивний ступінь і частоту трансгресії у комбінаціях МП Ювілейна / Подолянка (Тс = 9,16 %; Тч = 6,67 %), ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 (Тс = 9,11 %; Тч = 6,67 %), у решти – негативний ступінь. Найбільш цінними для селекції є гібридні комбінації пшениці м'якої озимої ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 і МП Ювілейна / Подолянка, що мали позитивний ступінь та частоту трансгресії за ознакою «кількість продуктивних стебел».

Продуктивність колоса – це результат інтегральної взаємодії генів, що контролюють кількість зерен і їх масу. Довжина колоса та ознаки його продуктивності знаходяться під контролем багатьох генів, які локалізовані в різних групах зчеплення. У системі цілісного генотипу взаємодія цих генів створює широкий спектр типів успадкування ознаки продуктивності та її складових [101]. Враховуючи, що більшість господарських і біологічних ознак мають полігенну природу, одним з найбільш ефективних шляхів отримання цінних генотипів є створення трансгресивних форм. Вважають, що для практичної селекції на продуктивність найбільш цінними є позитивні трансгресії, отримані в результаті появи рекомбінатів за певними цінними господарськими ознаками [101]. Завдяки цьому трансгресивна селекція отримала широке використання, що дозволило одержати цінні трансгресивні форми за різними ознаками продуктивності пшениці [102].

Виявлено, що в 19 з 23 популяцій  $F_2$  пшениці м'якої озимої показники довжини головного колоса перевищували батьківські компоненти (8,95–10,05 см і 8,22–9,43 см), у  $F_3$  таких було дві популяції (9,90–10,01 см і 8,90–9,50 см відповідно), що свідчило про значний формотворчий процес і можливість проведення доборів з довгим колосом. Виокремлено комбінації  $F_2$ ,  $F_3$ , які сформували довгий колос: ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 і МП Ювілейна / ЛЮТ 37519, а в решти відмічено колос середньої довжини. Позитивні трансгресії в  $F_2$  пшениці м'якої озимої виявлено в 22 (95,6 %) гібридних комбінацій, а в  $F_3$  – у семи (30,4 %) (табл. 5.13). У  $F_2$  ступінь позитивної трансгресії склав 4,29–26,28 %, а частота 3,33–63,33 %. Високим ступенем трансгресії характеризувалися гібридні популяції пшениці м'якої озимої, де за материнську форму використано сорти МП Ювілейна та селекційні лінії ЕР 55023 і ЛЮТ 55198. Установлено, що кращими комбінаціями за довжиною головного колоса були:

ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	(10,05 см;	$T_c = 13,46$ %;	$T_{ch} = 36,37$ %),
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	(10,03 см;	$T_c = 26,28$ %;	$T_{ch} = 33,33$ %),
ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна	(9,75 см;	$T_c = 25,18$ %;	$T_{ch} = 63,33$ %),
МП Ювілейна / ЛЮТ 37519	(9,68 см;	$T_c = 24,64$ %;	$T_{ch} = 60,00$ %),
МП Ювілейна / Подолянка	(9,60 см;	$T_c = 16,22$ %;	$T_{ch} = 33,33$ %),
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	(9,45 см;	$T_c = 23,05$ %;	$T_{ch} = 53,33$ %).

У них виявлено високий ступінь позитивної трансгресивної мінливості, а в  $F_1$  переважно спостерігали наддомінування. Слід відмітити, що тільки комбінація ЕР 55023 / Подолянка проявила негативний ступінь трансгресії (-0,96 %) з найменшою частотою – 3,33 %.

У  $F_3$  найвищі показники ступеня позитивної трансгресії та частоти відмічено у комбінаціях МП Ювілейна / Подолянка (9,90 см;  $T_c = 10,16$  %;  $T_{ch} = 20,00$  %), ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 (9,70 см;  $T_c = 6,99$  %;  $T_{ch} = 16,67$  %), МП Ювілейна / ЛЮТ 37519 (10,01 см;  $T_c = 6,91$  %;  $T_{ch} = 16,67$  %). Варто зазначити, що в більшості популяцій, які проявили позитивний ступінь трансгресії в  $F_2$ , встановлено негативні його значення в  $F_3$ . Зворотня ситуація

була для комбінації ЕР 55023 / Подолянка, яка мала негативний ступінь трансгресії за ознакою в F<sub>2</sub> (Tс = -0,96 %), але позитивний (Tс = 4,19 %) – у F<sub>3</sub>. Ліміти варіювання частоти трансгресій становили від 3,33 % до 20,00 %.

Таблиця 5.13

Ступінь та частота трансгресії за ознакою «довжина головного колоса» в F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>  
пшениці м'якої озимої (2021, 2022 рр.)

Гібридна комбінація	F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>	
	Tс, %	Tч, %	Tс, %	Tч, %
МІП Ювілейна / Подолянка	16,22	33,33	10,16	20,00
МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519	24,64	60,00	6,91	16,67
ЕР 55023 / МІП Ювілейна	5,45	6,67	-1,68	3,33
ЕР 55023 / Подолянка	-0,96	3,33	4,19	6,67
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	13,46	36,37	-6,20	0,00
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	26,28	33,33	-10,52	0,00
МІП Ассоль / ЕР 55023	4,49	13,33	-6,91	0,00
МІП Ассоль / МІП Ювілейна	18,57	40,00	4,21	13,33
МІП Ассоль / Подолянка	12,50	20,00	-3,23	3,33
МІП Ассоль / ЛЮТ 37519	10,71	36,67	-5,10	0,00
МІП Ассоль / ЛЮТ 55198	12,77	33,33	-9,76	6,67
Подолянка / ЕР 55023	9,94	33,33	0,01	6,67
Подолянка / МІП Ассоль	8,45	20,00	2,00	16,67
Подолянка / МІП Ювілейна	14,86	20,00	-5,40	3,33
Подолянка / ЛЮТ 37519	14,53	30,00	-8,81	0,00
Подолянка / ЛЮТ 55198	17,91	53,33	-13,43	6,67
ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль	4,29	6,67	-15,61	0,00
ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна	15,00	56,67	-0,02	3,33
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	19,50	53,33	-9,48	3,33
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	8,65	30,00	-10,39	6,67
ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна	25,18	63,33	-11,80	0,00
ЛЮТ 55198 / Подолянка	13,85	56,67	-9,70	3,33
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	23,05	53,33	6,99	16,67

Примітки: Tс – ступінь трансгресії; Tч – частота трансгресії.

Отже, найбільшу селекційну цінність представляють потомства, в яких у  $F_2$ ,  $F_3$  вищеплялися форми з довгим колосом з позитивним ступенем та частотою трансгресії: МП Ювілейна / ЛЮТ 37519, МП Ювілейна / Подолянка, МП Ассоль / МП Ювілейна, Подолянка / МП Ассоль, Подолянка / ЕР 55023, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519.

Головний колос пшениці відіграє важливу роль у формуванні продуктивності рослини та врожайності зерна в цілому [407]. Кількість колосків у колосі – один з основних складових елементів структури врожайності пшениці [60], формування якого відбувається впродовж III–IV етапів органогенезу. Для практичної селекційної роботи на підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу пшениці м'якої озимої значний інтерес становлять позитивні трансгресії, отримані в результаті появи рекомбінантів за кількістю колосків у головному колосі. За результатами досліджень виявлено позитивні трансгресії за ознакою в 47,82 % комбінацій  $F_2$  пшениці м'якої озимої та 39,1 % – у  $F_3$ , однак їх ступінь і частота різнилися залежно від комбінації схрещування (табл. 5.14).

Частота прояву трансгресії варіювала в  $F_2$  від 3,33 % до 26,67 % , в  $F_3$  – від 3,33 % до 16,67 %. З найвищою частотою (більше 10,0 %) виділено комбінації в  $F_2$ : МП Ассоль / ЕР 55023 (33,33 %), Подолянка / ЕР 55023 (26,67 %), МП Ассоль / МП Ювілейна (26,67 %), МП Ювілейна / Подолянка (16,67 %), ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 (13,33 %). Найвищий (14,55 %) ступінь трансгресії відмічали в гібридних популяціях МП Ассоль / ЕР 55023 з частотою рекомбінантів 33,33 %, а найнижчий (-13,56 %) – ЕР 55023 / Подолянка. Також високі показники ступеня трансгресії (10,53–10,91 %) і частоти рекомбінантів (10,00–26,67 %) визначено в гібридних популяціях ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, МП Ювілейна / ЛЮТ 37519, МП Ассоль / МП Ювілейна, які проявили проміжне успадкування та наддомінування. За кількістю колосків у головному колосі трансгресивних форм не виявлено в шести комбінаціях, де в більшості випадків за батьківські компоненти використано селекційні лінії ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 і сорт

МПП Ювілейна. Необхідно відмітити, що негативний ступінь трансгресії, який знаходився в межах від -3,39 до -13,56 %, виявлено в п'яти комбінаціях: ЕР 55023 / Подолянка, ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль, МПП Ассоль / Подолянка, Подолянка / МПП Ассоль, ЛЮТ 55198 / Подолянка.

Таблиця 5.14

Ступінь і частота трансгресії за ознакою «кількість колосків у головному колосі» в F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> пшениці м'якої озимої (2021, 2022 рр.)

Гібридна комбінація	F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>	
	Тс, %	Тч, %	Тс, %	Тч, %
МПП Ювілейна / Подолянка	6,78	16,67	-1,86	0,00
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	10,53	10,00	6,90	16,67
ЕР 55023 / МПП Ювілейна	3,51	3,33	-2,37	0,00
ЕР 55023 / Подолянка	-13,56	0,00	4,05	6,67
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	7,02	6,67	-0,46	0,00
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	10,91	13,33	-1,89	0,00
МПП Ассоль / ЕР 55023	14,55	33,33	-4,99	0,00
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	10,53	26,67	4,23	13,33
МПП Ассоль / Подолянка	-3,39	0,00	0,75	3,33
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	0,00	0,00	-2,04	0,00
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	0,00	3,33	3,83	6,67
Подолянка / ЕР 55023	6,78	26,67	3,81	6,67
Подолянка / МПП Ассоль	-3,39	0,00	5,54	16,67
Подолянка / МПП Ювілейна	0,00	3,33	-0,13	3,33
Подолянка / ЛЮТ 37519	0,00	3,33	-4,97	0,00
Подолянка / ЛЮТ 55198	6,78	10,00	3,59	6,67
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	-7,02	0,00	-1,89	0,00
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	0,00	0,00	-0,28	3,33
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	3,51	3,33	-0,70	3,33
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	3,64	10,00	3,07	6,67
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	0,00	0,00	-2,31	0,00
ЛЮТ 55198 / Подолянка	-3,39	0,00	-0,52	3,33
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	0,00	0,00	-0,13	3,33

Примітки: Тс – ступінь трансгресії; Тч – частота трансгресії.

У  $F_3$  високий ступінь і частоту трансгресії простежено в гібридних комбінаціях МП Ювілейна / ЛЮТ 37519 ( $T_c = 6,90\%$ ;  $T_{ch} = 16,67\%$ ), Подолянка / МП Ассоль ( $T_c = 5,54\%$ ;  $T_{ch} = 16,67\%$ ), МП Ассоль / МП Ювілейна ( $T_c = 4,23\%$ ;  $T_{ch} = 13,33\%$ ), ЕР 55023 / Подолянка ( $T_c = 4,05\%$ ;  $T_{ch} = 6,67\%$ ), а в  $F_1$  переважно спостерігали проміжний тип успадкування та наддомінування. Негативний ступінь трансгресії знаходився в межах від  $-0,13\%$  у комбінаціях ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 та Подолянка / МП Ювілейна до  $-4,99\%$  – у МП Ассоль / ЕР 55023. Слід відмітити, що тільки дві комбінації в  $F_2$  і  $F_3$  мали негативний ступінь трансгресії – ЛЮТ 55198 / Подолянка та ЛЮТ 37519 / МП Ассоль. Це підтверджує правильний підбір батьківських компонентів для схрещування, що підвищує ймовірність отримання цінних рекомбінантних форм для селекції. Відмічено, що найбільшу селекційну цінність представляють  $F_2$  і  $F_3$  в яких виявлено найвищі позитивні показники ступеня трансгресії за ознакою «кількість колосків у головному колосі»: МП Ювілейна / ЛЮТ 37519, МП Ассоль / МП Ювілейна, Подолянка / ЕР 55023, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023.

Одним із важливих елементів структури врожайності пшениці є кількість зерен в колосі [408, 409], яка визначається під час проходження IV–IX етапів органогенезу. Тому для підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу пшениці м'якої озимої важливим є встановлення закономірностей формування позитивних рекомбінантів у гібридних популяціях за озерненістю колоса. Кількість зерен у головному колосі батьківських рослин варіювала в межах від 35,1 шт. до 42,2 шт., а в популяціях  $F_2$  пшениці м'якої озимої даний показник сягав 37,0–45,4 шт. Більшість гібридів перевищували батьківські компоненти, що свідчить про значне формоутворення з максимальним проявом кількості зерен у головному колосі. До гібридних комбінацій  $F_2$ , які відрізнялись здатністю формувати вищий (40,77–45,37 шт.) за середній по досліді (40,57 шт.) рівень ознаки й високими позитивними показниками ступеня та частоти трансгресії віднесено: ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 ( $T_c = 30,22\%$ ;  $T_{ch} = 33,33\%$ ), Подолянка / ЕР 55023 ( $T_c = 23,02\%$ ;  $T_{ch} = 40,00\%$ ),

ЕР 55023 / ЛЮТ 37519 ( $T_c = 21,55\%$ ;  $T_{ch} = 40,00\%$ ), Подолянка / ЛЮТ 55198 ( $T_c = 18,12\%$ ;  $T_{ch} = 40,00\%$ ), МП Ювілейна / ЛЮТ 37519 ( $T_c = 15,44\%$ ;  $T_{ch} = 23,33\%$ ), ЕР 55023 / МП Ювілейна ( $T_c = 15,11\%$ ;  $T_{ch} = 30,00\%$ ), МП Ассоль / ЕР 55023 ( $T_c = 12,50\%$ ;  $T_{ch} = 13,33\%$ ), ЛЮТ 55198 / ЕР 55023 ( $T_c = 10,79\%$ ;  $T_{ch} = 23,33\%$ ), МП Ювілейна / Подолянка ( $T_c = 7,97\%$ ;  $T_{ch} = 20,00\%$ ), що вказує на ефективність доборів на високу продуктивність колоса (табл. 5.15). Позитивні трансгресії за кількістю зерен у головному колосі виявлено в 19 (82,6 %) комбінаціях  $F_2$  пшениці м'якої озимої, негативні – в трьох (13,0 %). Частота прояву трансгресії варіювала від 3,33 % до 40,0 %. Не виявлено трансгресивних форм у комбінації МП Ассоль / ЛЮТ 37519.

У  $F_3$  встановлено як позитивний, так і негативний ступінь трансгресії за ознакою «кількість зерен у головному колосі» з варіюванням від -34,19 % у гібридній комбінації ЛЮТ 37519 / МП Ассоль до 26,37 % – у ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198. Рівень ознаки в  $F_3$  був у межах від 36,00 до 48,90 шт., а у батьківських форм – від 39,40 до 52,49 шт. Більшу (42,20–48,90 шт.) озерненість за середню по досліді (41,61 шт.) мали 12 гібридних комбінацій, в яких спостерігали як позитивний, так і негативний ступінь трансгресії. Найвищий позитивний ступінь трансгресії виявлено у комбінаціях ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 ( $T_c = 26,37\%$ ;  $T_{ch} = 16,67\%$ ), МП Ювілейна / ЛЮТ 37519 ( $T_c = 18,01\%$ ;  $T_{ch} = 23,33\%$ ), ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 ( $T_c = 13,06\%$ ;  $T_{ch} = 23,33\%$ ).

Негативний ступінь трансгресії відмічений в  $F_2$  і  $F_3$  пшениці м'якої озимої: МП Ассоль / Подолянка (-2,78 %; -21,31 %), Подолянка / ЛЮТ 37519 (-0,72 %; -28,89 %) відповідно. Водночас комбінації ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 (24,39 %; 26,37 %), МП Ювілейна / ЛЮТ 37519 (15,44 %; 18,01 %), ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 (17,89 %; 13,06 %), ЛЮТ 55198 / ЕР 55023 (10,79 %; 12,17 %) та ін. мали позитивний ступінь трансгресії, тому саме вони становлять цінність для селекційної роботи. На формування ознаки та показників ступеня та частоти трансгресивних рекомбінантів мали вплив батьківські компоненти – селекційні лінії ЕР 55023 і ЛЮТ 55198.

Таблиця 5.15

Ступінь і частота трансгресії за ознакою «кількість зерен у головному колосі» в  $F_2$ ,  $F_3$  пшениці м'якої озимої (2021, 2022 рр.)

Гібридна комбінація	$F_2$		$F_3$	
	Тс, %	Тч, %	Тс, %	Тч, %
МІП Ювілейна / Подолянка	7,97	20,00	-8,83	0,00
МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519	15,44	23,33	18,01	23,33
ЕР 55023 / МІП Ювілейна	15,11	30,00	12,45	13,33
ЕР 55023 / Подолянка	16,55	16,67	3,49	6,67
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	21,58	40,00	-19,43	0,00
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	30,22	33,33	9,84	3,33
МІП Ассоль / ЕР 55023	12,50	13,33	-5,60	3,33
МІП Ассоль / МІП Ювілейна	6,25	10,00	-25,79	0,00
МІП Ассоль / Подолянка	-2,78	0,00	-21,31	0,00
МІП Ассоль / ЛЮТ 37519	0,00	0,00	12,60	13,33
МІП Ассоль / ЛЮТ 55198	2,08	6,67	-6,58	3,33
Подолянка / ЕР 55023	23,02	40,00	-4,59	0,00
Подолянка / МІП Ассоль	-6,94	0,00	11,64	16,67
Подолянка / МІП Ювілейна	2,17	6,67	-7,25	0,00
Подолянка / ЛЮТ 37519	-0,72	3,33	-28,89	0,00
Подолянка / ЛЮТ 55198	18,12	40,00	7,64	3,33
ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль	0,69	3,33	-34,19	0,00
ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна	8,09	16,67	-26,57	0,00
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	24,39	30,00	26,37	16,67
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	10,79	23,33	12,17	13,33
ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна	8,82	10,00	-6,16	0,00
ЛЮТ 55198 / Подолянка	6,52	13,33	11,62	3,33
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	17,89	30,00	13,06	23,33

Примітки: Тс – ступінь трансгресії; Тч – частота трансгресії.

У селекційній практиці масі зерна з головного колоса завжди відводилося одне з центральних місць [410]. Позитивну трансгресію за ознакою в  $F_2$  визначено в 17 (73,9 %) гібридних популяціях (табл. 5.16). Найвищий ступінь та частоту позитивної трансгресії виявлено в комбінації ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 –

58,26 %; 83,33 % відповідно, а негативної – в комбінації Подолянка / МП Ассоль (-13,52 %).

Таблиця 5.16

Ступінь і частота трансгресії за ознакою «маса зерна з головного колоса» в  $F_2$ ,  $F_3$  пшениці м'якої озимої (2021, 2022 рр.)

Гібридна комбінація	$F_2$		$F_3$	
	Тс, %	Тч, %	Тс, %	Тч, %
МП Ювілейна / Подолянка	10,87	6,67	46,96	13,33
МП Ювілейна / ЛЮТ 37519	2,30	13,33	13,27	6,67
ЕР 55023 / МП Ювілейна	12,56	13,33	3,64	3,33
ЕР 55023 / Подолянка	18,58	43,33	3,65	6,67
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	39,08	40,00	-28,29	0,00
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	58,26	83,33	3,90	3,33
МП Ассоль / ЕР 55023	2,07	6,67	-5,78	3,33
МП Ассоль / МП Ювілейна	-5,66	3,33	-25,88	0,00
МП Ассоль / Подолянка	-12,83	0,00	-28,64	0,00
МП Ассоль / ЛЮТ 37519	-1,93	0,00	7,13	3,33
МП Ассоль / ЛЮТ 55198	6,48	10,00	-13,27	0,00
Подолянка / ЕР 55023	25,69	56,67	-14,44	0,00
Подолянка / МП Ассоль	-13,52	0,00	25,12	30,00
Подолянка / МП Ювілейна	0,00	3,33	-0,18	3,33
Подолянка / ЛЮТ 37519	19,79	30,00	-35,31	0,00
Подолянка / ЛЮТ 55198	42,19	70,00	8,50	3,33
ЛЮТ 37519 / МП Ассоль	-5,24	3,33	-39,41	0,00
ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна	7,66	16,67	-25,59	0,00
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	42,53	56,67	33,52	43,33
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	25,75	56,67	9,73	3,33
ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна	12,10	10,00	-22,38	0,00
ЛЮТ 55198 / Подолянка	30,56	46,67	9,97	3,33
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	38,51	50,00	32,43	40,00

Примітки: Тс – ступінь трансгресії; Тч – частота трансгресії.

Встановлено, що вищі значення позитивної трансгресії були в популяціях

$F_2$ : ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 (Тс = 58,26 %; Тч = 83,33 %),

ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 ( $T_c = 42,53\%$ ;  $T_{ch} = 56,67\%$ ), Подолянка / ЛЮТ 55198 ( $T_c = 42,19\%$ ;  $T_{ch} = 70,00\%$ ), ЕР 55023 / ЛЮТ 37519 ( $T_c = 39,08\%$ ;  $T_{ch} = 40,00\%$ ), ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 ( $T_c = 38,51\%$ ;  $T_{ch} = 50,00\%$ ), ЛЮТ 55198 / Подолянка ( $T_c = 30,56\%$ ;  $T_{ch} = 46,67\%$ ), у яких у  $F_1$  спостерігали наддомінування. Варто зазначити, що більшість гібридних комбінацій за масою зерна з головного колоса перевищувала значення материнської форми, що свідчить про значний формотворчий процес. Частота трансгресивних рекомбінантів варіювала від  $3,33\%$  (МПП Ассоль / МПП Ювілейна, Подолянка / МПП Ювілейна, ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль) до  $83,33\%$  (ЕР 55023 / ЛЮТ 55198).

Виокремлено популяцію Подолянка / МПП Ювілейна, яка не мала трансгресивних форм за масою зерна з головного колоса, а в  $F_1$  успадковувала ознаку за типом депресії або наддомінування. Негативний ступінь трансгресії від  $-13,52$  до  $-1,93\%$  відзначали у п'яти комбінаціях за використання в схрещуваннях сорту МПП Ассоль.

У  $F_3$  пшениці м'якої озимої позитивний ступінь і частоту трансгресії за ознакою виявлено в гібридних комбінаціях: МПП Ювілейна / Подолянка ( $T_c = 46,96\%$ ;  $T_{ch} = 13,33\%$ ), ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 ( $T_c = 33,52\%$ ;  $T_{ch} = 43,33\%$ ), ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 ( $T_c = 32,43\%$ ;  $T_{ch} = 40,00\%$ ), у яких у  $F_1$  спостерігали проміжний тип успадкування та наддомінування, маса зерна з головного колоса знаходилася в межах від  $1,60$  до  $2,20$  г, середня по досліді становила  $1,76$  г, ліміти батьківських компонентів –  $1,80$ – $2,38$  г. Частота трансгресій варіювала від  $3,33\%$  до  $43,33\%$  у комбінації ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198. Негативний ступінь трансгресії ( $T_c = -0,18$ – $-39,41\%$ ) виявлено для 11 ( $47,8\%$ ) комбінацій, де в  $F_1$  відмічали різні типи фенотипового домінування – від проміжного успадкування до наддомінування. Негативний ступінь трансгресії відмічений у  $F_2$  і  $F_3$  в комбінаціях МПП Ассоль / МПП Ювілейна, МПП Ассоль / Подолянка, ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль. Необхідно зазначити, що в комбінаціях  $F_3$  порівняно з  $F_2$  знизились показники маси зерна з головного колоса та ступінь і частота

трансгресії. Тому найбільш цінними для добору за масою зерна з головного колоса є гібридні комбінації, які проявили найвищий ступінь і частоту трансгресії в  $F_2$  і підтвердили тенденцію в  $F_3$ : ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, МІП Ювілейна / Подолянка, ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 та ін. Це вказує на неалельну взаємодію генів, що є основою для виникнення трансгресивних форм і ефективного добору генотипів з високою продуктивністю колоса.

Маса зерна з рослини в батьківських рослин знаходилася в межах  $3,30 \div 5,73$  г, а в популяціях  $F_2$  –  $3,88 \div 6,28$  г. Позитивні трансгресії визначено в 15 (65,22 %) комбінацій, а негативні – у восьми (34,78 %). Ступінь позитивної трансгресії варіював від 0,09 % до 46,14 %, а частота –  $3,33 \div 50,00$  % (табл. 5.17). Найбільш цінними для добору є гібридні комбінації, які проявили вищий ступінь і частоту трансгресії: ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198 (46,14 %; 50,00 %), ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 (32,81 %; 20,00 %), ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 (28,02 %; 33,33 %), ЛЮТ 55198 / ЕР 55023 (26,45 %, 16,67 %), ЛЮТ 55198 / Подолянка (25,33 %; 30,00 %), Подолянка / ЛЮТ 37519 (24,25 %; 30,00 %). Це вказує на можливість проведення доборів з високою масою зерна з рослини у вище зазначених комбінаціях пшениці м'якої озимої. У цих же популяціях у  $F_1$  відмічали часткове позитивне домінування, проміжне успадкування та наддомінування. Найвищі значення негативного ступеня трансгресії відмічено в гібридних популяціях пшениці м'якої озимої: МІП Ассоль / Подолянка (-17,97 %), Подолянка / МІП Ассоль (-11,38 %), ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль (-7,90 %).

У  $F_3$  за масою зерна з рослини відмічено різний ступінь трансгресивної мінливості в гібридних комбінаціях від -45,02 % (МІП Ассоль / ЕР 55023) до 40,48 % (Подолянка / МІП Ассоль), з частотою рекомбінантів на рівні  $3,33 \div 40,00$  %. У рослин  $F_3$  ознака варіювала від 2,60 г у комбінації ЛЮТ 55198 / Подолянка ( $T_c = 13,01$  %;  $T_{ch} = 6,67$  %) до 4,80 г – Подолянка / МІП Ассоль ( $T_c = 40,48$  %;  $T_{ch} = 40,00$  %), а в батьківських компонентів знаходилася на рівні  $3,70 \div 5,41$  г.

Таблиця 5.17

Ступінь і частота трансгресії за ознакою «маса зерна з рослини» в F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>  
пшениці м'якої озимої (2021, 2022 рр.)

Гібридна комбінація	F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>	
	Tс, %	Tч, %	Tс, %	Tч, %
МПП Ювілейна / Подолянка	7,02	13,33	5,92	3,33
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	-1,99	3,33	11,32	3,33
ЕР 55023 / МПП Ювілейна	0,09	3,33	12,55	6,67
ЕР 55023 / Подолянка	-4,97	3,33	11,64	3,33
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	12,54	10,00	-27,34	13,33
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	28,02	33,33	31,90	0,00
МПП Ассоль / ЕР 55023	13,78	10,00	-45,02	0,00
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	-5,27	0,00	-28,49	0,00
МПП Ассоль / Подолянка	-17,97	0,00	-40,48	0,00
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	-2,54	3,33	14,14	6,67
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	21,68	10,00	-39,24	0,00
Подолянка / ЕР 55023	12,74	16,67	6,68	3,33
Подолянка / МПП Ассоль	-11,38	0,00	40,48	40,00
Подолянка / МПП Ювілейна	-4,27	3,33	1,80	3,33
Подолянка / ЛЮТ 37519	24,25	30,00	-39,37	0,00
Подолянка / ЛЮТ 55198	20,12	30,00	8,10	3,33
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	-7,90	3,33	-38,51	0,00
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	15,41	20,00	-11,59	3,33
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	46,14	50,00	38,51	30,00
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	26,45	16,67	17,03	6,67
ЛЮТ 55198 / МПП Ювілейна	2,32	3,33	-34,66	0,00
ЛЮТ 55198 / Подолянка	25,33	30,00	13,01	6,67
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	32,81	20,00	39,37	40,00

Примітки: Tс – ступінь трансгресії; Tч – частота трансгресії.

Позитивний ступінь трансгресії встановлено у 14 комбінаціях (Tс = 1,80 – 40,48 %), а негативний – в дев'яти (Tс = -11,59 – -45,02 %), де F<sub>1</sub> проявили різні типи успадкування – від депресії до наддомінування. У F<sub>3</sub> порівняно з F<sub>2</sub> знизилися показники маси зерна з рослини та ступінь і частота трансгресії. У

комбінаціях ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, Подолянка / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЕР 55023, МП Ювілейна / Подолянка в  $F_2$ ,  $F_3$  виявлено позитивний ступінь і частоту трансгресії за ознакою.

Трансгресивне розщеплення за масою 1000 зерен відмічено в 20 гібридних комбінаціях  $F_2$ . Ліміти ступеня позитивної трансгресії становили від 3,20 % (ЕР 55023 / МП Ювілейна) до 54,96 % (МП Ювілейна / Подолянка) з частотою рекомбінантів від 13,33 % (МП Ассоль / ЕР 55023) до 96,67 % (ЕР 55023 / ЛЮТ 55198) (табл. 5.18). Маса 1000 зерен у популяціях варіювала від 42,16 г до 54,64 г, а в батьківських компонентів – 38,93÷48,31 г. Найбільшу кількість позитивних трансгресивних форм визначено в гібридних популяціях  $F_2$ :

МП Ювілейна / Подолянка (Тс = 54,96 %; Тч = 20,00 %),  
 ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 (Тс = 27,44 %; Тч = 96,67 %), Подолянка / ЛЮТ 37519  
 (Тс = 23,88 %; Тч = 80,0 %), ЛЮТ 55198 / Подолянка (Тс = 23,04 %;  
 Тч = 73,33 %), Подолянка / ЛЮТ 55198 (Тс = 22,14 %; Тч = 16,67 %), де в  $F_1$  у більшості випадків спостерігали наддомінування. Негативний ступінь трансгресії проявили лише дві комбінації: Подолянка / МП Ассоль (-4,51 %) і МП Ассоль / Подолянка (-2,08 %), де виявлено в  $F_1$  різні типи успадкування (від наддомінування до депресії).

Маса 1000 зерен у батьківських рослин варіювала від 42,40 г у сорту МП Ассоль до 46,80 г у селекційної лінії ЛЮТ 55198, а в  $F_3$  – від 39,90 г (МП Ассоль / Подолянка) до 48,30 г (МП Ювілейна / Подолянка). Позитивний ступінь трансгресії встановлено в 14 (60,87 %) комбінацій, а негативний – у дев'яти (39,13 %). Ступінь позитивної трансгресії знаходився в межах 0,24÷71,83 %, а частота – 3,33÷46,67 %. Найвищий ступінь і частоту трансгресії виявлено у комбінаціях ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 (Тс = 71,83 %; Тч = 46,67 %), ЛЮТ 55198 / Подолянка (Тс = 24,24 %; Тч = 16,67 %), ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 (Тс = 23,82 %; Тч = 6,67 %), де в  $F_1$  спостерігали різні типи успадкування (від часткового позитивного домінування до наддомінування). Виділено комбінації ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, МП Ювілейна / Подолянка, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198,

ЛЮТ 55198 / Подолянка, Подолянка / ЛЮТ 55198 та ін., які в  $F_2$  і  $F_3$  проявили позитивний ступінь і частоту трансгресії за ознакою, тому становлять особливу цінність для селекційної роботи.

Таблиця 5.18

Ступінь і частота трансгресії за ознакою «маса 1000 зерен» в  $F_2$ ,  $F_3$  пшениці м'якої озимої (2021, 2022 рр.)

Гібридна комбінація	$F_2$		$F_3$	
	Тс, %	Тч, %	Тс, %	Тч, %
МІП Ювілейна / Подолянка	54,96	20,00	21,83	13,33
МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519	4,82	23,33	0,24	3,33
ЕР 55023 / МІП Ювілейна	3,20	20,00	5,58	20,00
ЕР 55023 / Подолянка	12,93	46,67	10,79	33,33
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	13,05	46,67	-7,98	0,00
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	27,44	96,67	23,82	6,67
МІП Ассоль / ЕР 55023	19,58	13,33	-3,90	0,00
МІП Ассоль / МІП Ювілейна	-2,08	0,00	-1,91	3,33
МІП Ассоль / Подолянка	-3,26	0,00	-9,20	0,00
МІП Ассоль / ЛЮТ 37519	4,36	10,00	6,15	6,67
МІП Ассоль / ЛЮТ 55198	9,15	50,00	-10,81	0,00
Подолянка / ЕР 55023	10,17	33,33	15,42	26,67
Подолянка / МІП Ассоль	-4,51	0,00	20,88	16,67
Подолянка / МІП Ювілейна	5,29	20,00	4,59	20,00
Подолянка / ЛЮТ 37519	23,88	80,00	-0,86	3,33
Подолянка / ЛЮТ 55198	22,14	16,67	12,27	6,67
ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль	3,99	23,33	-5,83	0,00
ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна	7,53	53,33	-1,06	3,33
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	16,52	23,33	17,43	13,33
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	14,85	63,33	13,46	6,67
ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна	8,29	26,67	-6,66	0,00
ЛЮТ 55198 / Подолянка	23,04	73,33	24,24	16,67
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	18,57	56,67	71,83	46,67

Примітки: Тс – ступінь трансгресії; Тч – частота трансгресії.

Отже, за результатами досліджень встановлено високий рівень частоти та ступеню прояву позитивних трансгресій в гібридних комбінаціях пшениці м'якої озимої другого та третього покоління, що визначалось поєднанням компонентів схрещувань, величиною ступеня домінування, а також залежало від кількісної ознаки продуктивності та умов року. Доведено, що в створеному вихідному матеріалі відбувається широкий формотворчий процес, який сприятиме підвищенню ефективності добору високопродуктивних генотипів в умовах Лісостепу України.

Визначено значимість впливу материнського компонента в системі діалельних схрещувань, найбільш цінні трансгресії з'являються в гібридних комбінаціях за участю сортів Подолянка, МП Ювілейна та селекційних ліній ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, ЕР 55023. Досліджено, що частота виникнення трансгресивних низькорослих форм і таких, що мають здатність формувати підвищену кількість продуктивних стебел, була низькою. Прослідковувалась тенденція одержання більш високорослих гібридів першого покоління з типом успадкування домінування, рідше – наддомінування, якщо в якості материнської форми був сорт МП Ассоль з максимальним рівнем прояву ознаки, що дало можливість припустити значимість впливу материнського компонента. Установлено в популяціях  $F_2$  успадкування ознак «довжина колоса», «кількість зерен з колоса» та «маса 1000 зерен» за типом наддомінування за використання в схрещуваннях селекційної лінії ЛЮТ 55198. У гібридів  $F_3$  така тенденція зберігалась за озерненістю колоса. Простежено, що коли в першому поколінні гібридів успадкування ознак продуктивності відбувається за типом наддомінування, то в більшості випадків у нащадків підвищується частота та ступінь позитивних трансгресій. Особливо чітко це прослідковувалось за ознаками «кількість зерен» та «маса зерна» з головного колоса, тому заключну оцінку генотипів під час візуального бракування індивідуальних доборів після обмолоту необхідно проводити за озерненістю колоса з урахуванням усього спектру селекційних параметрів, що дозволить виокремити найбільш адаптивні та продуктивні форми.

З'ясовано, що характер типу успадкування основних елементів структури продуктивності в гібридних комбінаціях змінювався за роками залежно від погодних умов вегетації пшениці м'якої озимої. Відзначено, що в посушливих умовах 2022 р. збільшувалась частота успадкування за ознаками «висота рослин» і «кількість продуктивних стебел» за типом депресії. Більш складним і різноманітним характер успадкування був у гібридів  $F_1$ , відмічено практично всі типи, тоді як в  $F_2$ ,  $F_3$  – гетерозис у більшості випадків. Установлено, що в посушливих умовах 2022 р. успадкування кількості продуктивних стебел у  $F_3$  проходило за типом депресії у двох третинах випадків, а у сприятливому 2021 р. в  $F_2$  – у третини комбінацій. Виявлено, що основним типом успадкування за роки досліджень за іншими ознаками продуктивності був гетерозис як у популяціях гібридів першого покоління, так і в  $F_2$ ,  $F_3$ , особливо в умовах 2022 р. Максимальний рівень тенденції простежено для озерненості та маси зерен з головного колоса. Підтверджено, що частота утворення позитивних трансгресій збільшувалась за оптимальних умов середовища (2021 р.).

У другому поколінні спостерігали перевагу над кращою батьківською формою за всіма ознаками продуктивності в трьох гібридних популяціях, за винятком кількості продуктивних стебел – у восьми. Максимальний ступінь позитивної трансгресії був за ознаками «маса зерна з колоса» і «маса 1000 зерен» з лімітами  $2,07 \div 58,26$  % і  $3,20 \div 54,96$  % відповідно, мінімальний ( $5,56 \div 5,88$  %) – за ознакою «кількість продуктивних стебел», який відмічали в трьох гібридних популяціях. Найбільшу частоту утворення форм, що переважали кращий батьківський компонент в популяціях гібридів  $F_2$ , установлено за ознаками «довжина колоса» та «маса 1000 зерен» –  $3,33 \div 63,33$  % і  $13,33 \div 96,67$  % відповідно. Частка вищеплення трансгресивних форм за більшістю ознак продуктивності зменшувалась у гібридів третього покоління. Виняток становила маса 1000 зерен – відмічено комбінації, в яких відсоток форм, що перевищували батьків, залишився на рівні  $F_2$ /перевищив або знизився несуттєво: ЕР 55023 / МП Ювілейна, Подолянка / МП Ювілейна

(Тч = 20,00 %), МП Ювілейна / Подолянка ( $F_2$  – Тч = 20,00 %;  $F_3$  – Тч = 13,33 %), МП Ассоль / ЛЮТ 37519 і Подолянка / ЕР 55023 ( $F_2$  – Тч = 10,00 % і 33,33 %;  $F_3$  – Тч = 6,67 % і 26,67 % відповідно).

Виявлено перспективні популяції гібридів  $F_2$  пшениці м'якої озимої, які за елементами продуктивності колоса в більшості випадків мали значну кількість трансгресивних рослин і досить високий рівень прояву ознак: МП Ювілейна / Подолянка, ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, МП Ассоль / ЕР 55023, МП Ассоль / ЕР 55023, МП Ассоль / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЕР 55023, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, а в  $F_3$  – МП Ювілейна / Подолянка, ЕР 55023 / Подолянка, Подолянка / МП Ассоль, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 та ін.

У  $F_3$  виявлено тенденцію до зниження показників елементів продуктивності колоса, ступеня та частоти трансгресій порівняно з  $F_2$ . Селекційну цінність становили гібриди, які мали проміжне положення або були на рівні кращої батьківської форми, особливо в комбінаціях з суттєвою різницею за проявом ознак між батьками. Отримані результати за ступенем трансгресії та частотою її прояву свідчать про можливість успішної селекційної роботи за участю сортів МП Ювілейна, Подолянка, МП Ассоль та селекційних ліній ЕР 55023, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 зі створення нового високопродуктивного селекційного матеріалу.

Отже, на основі встановлених особливостей успадкування та частоти появи позитивних трансгресій у гібридах пшениці м'якої озимої було виділено комбінації, які є цінним вихідним матеріалом для добору трансгресивних форм у більш пізніх поколіннях.

#### 5.4 Характеристика кращих гібридних комбінацій $F_3$ за комплексом господарських ознак

Для ефективного використання вихідного матеріалу в селекції пшениці за кількісними ознаками актуально визначити кореляції між їх показниками. Вивчення характеру кореляційних зв'язків між елементами продуктивності головного колоса дозволяє виявити, за рахунок яких складових структури врожайності можна збільшити продуктивність рослин і тим самим підвищити ефективність селекційної роботи [411, 74]. За результатами кореляційного аналізу встановлено особливості прояву елементів структури продуктивності та визначено зв'язок структурних елементів між собою в гібридних комбінаціях.

Виявлено, що підвищення врожайності зерна пшениці м'якої озимої залежало практично від усіх елементів структури, що сприятиме добору високопродуктивних генотипів. Незалежно від умов року та покоління гібридів доведено стабільний тісний зв'язок між: кількістю продуктивних стебел і масою зерна з рослини ( $r = 0,69-0,96$ ); кількістю зерен з головного колоса та масою зерен з колоса ( $r = 0,63-0,88$ ) і з рослини ( $r = 0,22-0,57$ ); довжиною колоса та кількістю колосків ( $r = 0,44-0,82$ ), зерен ( $r = 0,41-0,62$ ) і їх масою ( $r = 0,38-0,63$ ); масою зерен з колоса та масою їх з рослини ( $r = 0,24-0,74$ ) і 1000 зерен ( $r = 0,59-0,83$ ); масою 1000 зерен і масою їх з рослини ( $r = 0,31-0,63$ ). Коефіцієнти кореляції між основними компонентними ознаками продуктивності колоса (озерненість і маса зерен) підвищувались у роки з посушливими умовами, коли зростав вплив негативних чинників середовища (у 2020 р.  $r = 0,83$ ; у 2022 р.  $r = 0,83-0,88$ ), і зменшувались у сприятливому за гідротермічним режимом впродовж вегетації 2021 р. ( $r = 0,63-0,68$ ). Простежено прямий зв'язок середньої та слабкої сили ( $r = 0,14-0,56$ ) між висотою рослин і масою зерна з головного колоса, що створює певні труднощі при доборі низькорослих високопродуктивних рослин. Але кореляційна залежність між ознаками змінювалась за роками від незначної до середньої, що не виключає можливості добору генотипів з оптимальною висотою рослин та

високим потенціалом урожайності. Отже, установлені особливості кореляційних залежностей між елементами структури продуктивності рослин гібридів пшениці м'якої озимої є основою для проведення ефективних доборів високопродуктивних генотипів з різним проявом ознак у наступних ланках селекції. Достовірні кореляції між урожайністю та озерненістю колоса, масою зерна з нього та масою 1000 зерен свідчать про їх ключову роль у формуванні продуктивності рослин пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України.

Відомо, що створення сортів пшениці м'якої озимої в процесі селекційної роботи починається з розроблення програми, кінцевою метою якої є сорти, що відповідають вимогам сучасного виробництва [412, 413]. Схрещування ретельно підібраних батьківських компонентів є головним методом створення вихідного матеріалу у селекції рослин [414, 35]. Залучені до схрещування батьківські компоненти повинні забезпечувати максимально можливий вихід рекомбінацій низькорослості, продуктивності, високої якості зерна та ін. [415].

На основі підібраних батьківських компонентів, в яких підтверджено високі параметри стабільності та пластичності показників продуктивності та якості зерна, створено новий вихідний матеріал з цінним для селекції поєднанням ознак. За результатами досліджень селекцію на врожайність необхідно вести як у напрямку збільшення озерненості головного колоса та маси зерна з нього за збереження продуктивної кущистості на середньому рівні, так і в напрямку збільшення кількості продуктивних стебел за рівня вищевказаних показників не менше адаптивної норми для зони вирощування (табл. 5.19). Виділено короткостеблові гібридні комбінації  $F_3$ , які формують вищу, відносно стандарту, показники продуктивності і якості зерна зі стабільним їх проявом в умовах Лісостепу України. Більш ефективним був добір на поєднання комплексу ознак у гібридних комбінаціях за участі сортів Подолянка, МП Ювілейна та селекційної лінії EP 55023 – в якості материнського компоненту, селекційних ліній ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 і сорту МП Ассоль – в якості запилювача.

Таблиця 5.19

Характеристика кращих гібридних комбінацій F<sub>3</sub> пшениці м'якої озимої за цінними господарськими ознаками,  
2022 р.

Сорт, гібридна комбінація	Елементи структури продуктивності**							Показники якості зерна***			
	ВР	КПС	Головний колос				МЗР	МТЗ	ВБ	ВК	ПС
			ДК	ККК	КЗК	МЗК					
Подольанка – стандарт	99,3	3,7	9,5	17,5	39,4	1,8	3,7	46,0	13,8	26,5	65
Подольанка / МП Ассоль	100,3	3,7	9,4	18,4	43,5	2,0	4,8	47,1	13,6	27,5	56
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	99,9	3,6	9,0	18,7	39,8	1,9	4,5	46,7	13,4	27,2	73
Подольанка / ЕР 55023	100,2	3,6	8,9	17,8	38,3	1,8	4,4	48,0	13,4	27,9	70
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	99,4	4,2	9,9	18,1	45,2	2,2	4,3	48,3	14,6	28,2	60
ЕР 55023 / Подольанка	102,0	3,7	9,4	17,9	42,9	2,0	4,3	47,6	13,4	27,2	55
МП Ювілейна / ЛЮТ 37519	100,3	3,8	10,0	18,6	48,9	2,2	4,2	45,8	13,7	25,8	58
ЕР 55023 / МП Ювілейна	94,5	3,7	9,2	17,1	45,6	2,1	4,1	45,2	14,8	27,9	65
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	105,9	2,8	9,0	16,9	37,8	1,8	3,7	47,8	14,8	30,5	63
МП Ассоль / ЛЮТ 37519	106,3	3,4	8,8	17,2	42,5	2,0	3,7	46,1	13,8	28,8	59
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	101,0	3,0	9,4	17,8	44,2	2,1	3,7	47,2	15,2	31,8	81
Подольанка / ЛЮТ 55198	108,8	3,2	9,0	17,9	39,4	1,9	3,4	47,4	13,9	27,6	68
ЛЮТ 55198 / Подольанка	109,0	3,5	9,2	18,0	40,1	1,9	3,4	47,3	15,0	30,5	78

Примітка: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; \*\* – ВР – висота рослин, см; КПС – кількість продуктивних стебел, шт.; ДК – довжина колоса, см; ККК – кількість колосків з колоса, шт.; КЗК – кількість зерен з колоса, шт.; МЗК – маса зерна з колоса, г; МЗР – маса зерна з рослини, г; МТЗ – маса 1000 зерен, г; \*\*\* – ВБ – вміст білка, %; ВК – вміст сирової клейковини, %; ПС – показник седиментації, мл.

Слід відмітити, що гібридні комбінації EP 55023 / МІП Ювілейна, EP 55023 / Подолянка, EP 55023 / ЛЮТ 37519, EP 55023 ↔ ЛЮТ 55198 належали до ранньостиглих – викалошувались раніше за стандарт на п'ять діб, що свідчить про ефективність добору на продуктивність та якість зерна серед ранньостиглого та середньостиглого матеріалу. Виокремлені комбінації з низкою цінних ознак передані в селекційний розсадник з метою подальшого їх вивчення і залучення в селекційні програми лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України як вихідний матеріал для створення сортів нового покоління, адаптованих до умов Лісостепу України, з високим потенціалом продуктивності та якості зерна.

#### Висновки до розділу 5

Установлено, що рівень прояву кількісних ознак продуктивності та якісних показників у батьківських компонентів з підвищеним потенціалом адаптивності та комплексу цінних ознак у гібридів за їх участю значно варіює залежно від генотипу, умов середовища й покоління нащадків. Доведено, що впродовж трьох років з контрастними погодними умовами в гібридів першого покоління спостерігали достатньо високий ступінь гетерозису за елементами продуктивності, що можна пояснити впливом батьківських компонентів, правильним підходом до їх вибору з урахуванням особливостей формування кількісних ознак. Виявлено, що за ознакою «маса рослини» в умовах 2021, 2022 рр. була більша (20,0 %, і 36,6 %) кількість депресивних комбінацій, ніж у 2020 р. (3,3 %). Таку ж тенденцію спостерігали за кількістю продуктивних стебел – 26,7 %; 70,0 % і 16,7 % відповідно. Установлено, що в умовах 2022 р. основними типами успадкування за висотою рослин були проміжний і депресивний (по третині кожен), у 2021 р. – проміжний (46,7 %), а в 2020 р. – наддомінування, часткове позитивне домінування та проміжне успадкування (по 26,7 %). Це свідчить про те, що у сприятливі роки підвищується кількість гетерозисних комбінацій за багатьма елементами продуктивності. Простежено,

що в  $F_2$  частка гетерозисних комбінацій знизилась за всіма ознаками. Високий рівень гетерозису та наддомінування (більшою мірою), відхилення в бік кращого батьківського компонента та проміжне успадкування забезпечать в поколіннях нащадків ефективний добір високопродуктивних форм, а також трансгресій.

Доведено, що явище позитивного наддомінування за ознаками продуктивності в основному спостерігали в гібридів першого покоління, а в гібридів другого – кількість гетерозисних комбінацій зменшувалась. Доведено стабільний прояв гетерозису у двох поколіннях гібридів за ознаками продуктивності «довжина колоса» і «маса 1000 зерен»: середній відсоток гетерозисних комбінацій становив 75 ( $F_1$ ), 78 ( $F_2$ ) і 60 ( $F_1$ ), 57 ( $F_2$ ) відповідно. Простежено затухання прояву гетерозисного ефекту за кількістю зерен у головному колосі та маси зерна з нього – частка гібридів з наддомінуванням знижувалась від 83 % ( $F_1$ ) до 44 % ( $F_2$ ) і від 78 % ( $F_1$ ) до 44 % ( $F_2$ ) відповідно. Виявлено несуттєве збільшення кількості гетерозисних комбінацій за продуктивністю рослини – 33 % ( $F_1$ ) і 39 % ( $F_2$ ). З'ясовано, що істотно менше (17 %) було багатоколоскових гібридів другого покоління в порівнянні з  $F_1$  (59 %). Установлено, що основний тип успадкування за кількістю продуктивних стебел мав проміжний характер для  $F_2$  (48 %), а більшість (58 %) гібридів першого покоління належала до депресивних або з відхиленням у бік гіршого батьківського компонента. Доведено, що в обох поколіннях у більшості гібридів висота рослин успадковувалась за проміжним типом – 47 % ( $F_1$ ) і 39 % ( $F_2$ ).

Установлено особливості нового вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої з поєднанням бажаного рівня прояву ознак продуктивності та окремих показників якості зерна. Виокремлено за результатами аналізу домінантності гібридні комбінації з одночасним успадкуванням декількох ознак продуктивності за типом наддомінування в  $F_1$  і  $F_2$ : ЛЮТ 37519 ↔ ЛЮТ 55198, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 ↔ ЕР 55023,

ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, МП Ассоль / ЛЮТ 37519, які становлять суттєву селекційну цінність.

Визначено, що на величину показників якості зерна впливали батьківські компоненти та умови року, про що свідчило варіювання ступеня фенотипового домінування в комбінаціях схрещування. У середньому за три роки досліджень основним типом успадкування за ознакою «вміст білка» був проміжний тип – 45,6 %, за показником седиментації – наддомінування (34,4 %) і проміжне успадкування (33,3 %). Для ознаки «вміст клейковини» спостерігали різний характер успадкування: у 2020 р. – проміжний тип (38,9 % гібридних комбінацій), у 2021 р. – депресія (40,0 %), у 2022 р. – наддомінування (40,0 %).

Виявлено гібриди першого покоління зі стабільним проявом ефекту гетерозису (два роки) і проміжним типом успадкування (один рік) за якістю зерна: показник седиментації – МП Ювілейна ↔ ЕР 55023, ЛЮТ 37519 / Подолянка, ЕР 55023 / Подолянка; вміст клейковини – Подолянка ↔ ЛЮТ 55198. Визначено дві комбінації зі стабільним проявом проміжного типу успадкування (два роки) і ефекту гетерозису (один рік) за вмістом білка – ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна.

Виокремлено гібридні комбінації  $F_2$  зі стабільним високим проявом усіх трьох середньопопуляційних показників якості зерна, значення яких переважало рівень батьківських форм: ЛЮТ 55198 ↔ ЛЮТ 37519 (вміст білка і клейковини – 15,7 і 14,7 %; 29,6 і 25,7 %; показник седиментації – 63 і 60 мл відповідно). Визначено також популяції  $F_2$  з рівнем показників якості, що відхилялись у бік кращого батьківського компонента (ЕР 55023): ЛЮТ 55198 ↔ ЕР 55023 (15,3 і 13,0 %; 28,4 і 26,5 %; 62 і 65 мл відповідно).

Установлено високий рівень частоти та ступеня прояву позитивних трансгресій у гібридів пшениці озимої другого і третього покоління, що визначалось поєднанням компонентів схрещувань, величиною ступеня домінування, а також залежало від кількісної ознаки продуктивності та умов року. Доведено, що у створеному вихідному матеріалі відбувається широкий

формотворчий процес, який сприятиме підвищенню ефективності добору високопродуктивних генотипів в умовах Лісостепу України.

Визначено значимість впливу материнського компонента в системі діалельних схрещувань, найбільш цінні трансгресії з'являються в гібридних комбінаціях за участю сортів Подолянка, МП Ювілейна та селекційних ліній ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, ЕР 55023. Досліджено, що частота виникнення трансгресивних низькорослих форм і з підвищеною кількістю продуктивних стебел була низькою. Прослідковувалась тенденція одержання більш високорослих гібридів першого покоління з типом успадкування домінування, рідше – наддомінування, якщо в якості материнської форми був сорт МП Ассоль з максимальним рівнем прояву ознаки, що дало можливість припустити значимість впливу материнського компоненту. Установлено в популяціях гібридів другого покоління успадкування ознак «довжина колоса», «кількість зерен з колоса» і «маса 1000 зерен» за типом наддомінування за використання у схрещуваннях селекційної лінії ЛЮТ 55198. У гібридів  $F_3$  така тенденція зберігалась за озерненістю колоса.

Показано, що коли в першому поколінні гібридів успадкування ознак продуктивності відбувається за типом наддомінування, то в більшості випадків у нащадків підвищується частота і ступінь позитивних трансгресій. Особливо чітко це прослідковувалось за ознаками «кількість зерен» та «маса зерна» з головного колоса, тому заключну оцінку генотипів під час візуальної браковки індивідуальних доборів після обмолоту необхідно проводити за озерненістю колоса з урахуванням усього спектра селекційних параметрів, що дозволить виокремити найбільш адаптивні та продуктивні форми.

З'ясовано, що характер прояву типу успадкування основних елементів структури продуктивності в гібридних комбінаціях змінювався за роками залежно від погодних умов вегетації. Відзначено, що в посушливих умовах 2022 р. збільшувалась частота успадкування за ознаками «висота рослин» і «кількість продуктивних стебел» за типом депресії. Більш складним і різноманітним характер успадкування був у гібридів  $F_1$ , відмічено практично

всі типи, тоді як в  $F_2$ ,  $F_3$  – гетерозис у більшості випадків. Установлено, що в посушливих умовах 2022 р. успадкування кількості продуктивних стебел у  $F_3$  проходило за типом депресії у двох третинах випадків, а в сприятливому 2021 р. в  $F_2$  – таку тенденцію спостерігали для третини комбінацій. Виявлено, що основним типом успадкування за роки досліджень за іншими ознаками продуктивності був гетерозис як у гібридів першого покоління, так і в  $F_2$ ,  $F_3$ , особливо в умовах 2022 р. Максимальний рівень тенденції простежено для озерненості та маси зерен з головного колоса. Підтверджено, що частота утворення позитивних трансгресій збільшувалась за оптимальних умов середовища (2021 р.).

У трьох гібридних популяціях  $F_2$  виявлено перевагу над кращою батьківською формою за всіма ознаками продуктивності гібридів, крім кількості продуктивних стебел – у восьми. З'ясовано, що максимальний ступінь позитивної трансгресії був за ознаками «маса зерна з колоса» і «маса 1000 зерен» з лімітами  $2,07 \div 58,26\%$  і  $3,20 \div 54,96\%$  відповідно, мінімальний ( $5,56 \div 5,88\%$ ) – за ознакою «кількість продуктивних стебел», який відмічали у трьох гібридних популяціях. Визначено найбільшу частоту утворення форм, що переважали кращий батьківський компонент у популяціях гібридів  $F_2$ , за ознаками «довжина колоса» і «маса 1000 зерен» –  $3,33 \div 63,33\%$  і  $13,33 \div 96,67\%$  відповідно. Доведено, що динаміка вищеплення трансгресивних форм за більшістю ознак продуктивності зменшувалась у гібридів третього покоління. Виняток становила маса 1000 зерен – відмічено комбінації, в яких відсоток біотипів, що перевищували батьків, залишився на рівні  $F_2$ /перевищив або знизився несуттєво: ЕР 55023 / МП Ювілейна, Подолянка / МП Ювілейна (Тч = 20,00 %), МП Ювілейна / Подолянка ( $F_2$  – Тч = 20,00 %;  $F_3$  – Тч = 13,33 %), МП Ассоль / ЛЮТ 37519 і Подолянка / ЕР 55023 ( $F_2$  – Тч = 10,00 % і 33,33 %;  $F_3$  – Тч = 6,67 % і 26,67 % відповідно).

Виділено перспективні популяції гібридів  $F_2$  пшениці м'якої озимої, які за елементами продуктивності колоса в більшості випадків мали значну частку трансгресивних рослин і досить високий рівень прояву ознак:

МПП Ювілейна / Подолянка, ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, МПП Ассоль / ЕР 55023, МПП Ассоль / ЕР 55023, МПП Ассоль / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЕР 55023, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, а в  $F_3$  – МПП Ювілейна / Подолянка, ЕР 55023 / Подолянка, Подолянка / МПП Ассоль, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198 та ін.

Доведено тенденцію до зниження в  $F_3$  показників елементів продуктивності колоса, ступеня та частоти трансгресій порівняно з  $F_2$ . Установлено, що селекційну цінність становили гібриди, які мали проміжне положення або були на рівні кращої батьківської форми, особливо в комбінаціях з суттєвою різницею за проявом ознак між батьками. Аргументовано, що за ступенем трансгресії та частотою її прояву можна вести успішну селекційну роботу за участю сортів МПП Ювілейна, Подолянка, МПП Ассоль та селекційних ліній ЕР 55023, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198 зі створення нового високопродуктивного селекційного матеріалу. На основі встановлених особливостей успадкування та частоти появи позитивних трансгресій у гібридів пшениці м'якої озимої було виділено комбінації, які є цінним вихідним матеріалом для добору трансгресивних форм у більш пізніх поколіннях.

Установлено особливості кореляційних залежностей між елементами структури продуктивності рослин гібридів пшениці м'якої озимої, що є основою для проведення ефективних доборів високопродуктивних генотипів з різним проявом ознак у наступних ланках селекції. Достовірні кореляції між масою зерна і озерненістю колоса, масою зерна з колоса і масою 1000 зерен свідчать про їх ключову роль у формуванні продуктивності рослин пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. Доведено незалежно від умов року та покоління гібридів стабільний тісний зв'язок між: кількістю продуктивних стебел і масою зерна з рослини ( $r = 0,69-0,96$ ); кількістю зерен з головного колоса і їх масою з колоса ( $r = 0,63-0,88$ ) і з рослини ( $r = 0,22-0,57$ ); довжиною

колоса і кількістю колосків ( $r = 0,44-0,82$ ), зерен ( $r = 0,41-0,62$ ) і їх масою ( $r = 0,38-0,63$ ); масою зерен з колоса і масою їх з рослини ( $r = 0,24-0,74$ ), масою зерен з колоса і масою 1000 зерен ( $r = 0,59-0,83$ ); масою 1000 зерен і масою зерна з рослини ( $r = 0,31-0,63$ ). Коефіцієнти кореляції між основними компонентними ознаками продуктивності колоса (озерненість і маса зерен) підвищувались у роки з посушливими умовами, коли зростав вплив негативних чинників середовища (у 2020 р.  $r = 0,83$ ; 2022 р. –  $r = 0,83-0,88$ ), і зменшувались у сприятливому за гідротермічним режимом впродовж вегетації 2021 р. ( $r = 0,63-0,68$ ).

Простежено прямий зв'язок середньої та слабкої сили ( $r = 0,14-0,56$ ) між висотою рослин і масою зерна з головного колоса, що створює певні труднощі при доборі низькорослих високопродуктивних рослин. Але кореляційна залежність між ознаками змінювалась за роками від незначної до середньої, що не виключає можливості добору генотипів з оптимальною висотою рослин та високим потенціалом урожайності.

На основі внутрішньовидової рекомбінації батьківських компонентів, у яких підтверджено високі параметри стабільності та пластичності показників продуктивності та якості зерна, створено новий вихідний матеріал з комплексом цінних ознак, який необхідно використовувати для створення сортів в умовах Лісостепу України. Аргументовано, що селекцію на врожайність необхідно вести як у напрямку збільшення озерненості головного колоса і маси зерна з нього за збереження продуктивної кущистості на середньому рівні, так і в напрямку збільшення кількості продуктивних стебел за рівня вищевказаних показників не менше адаптивної норми для зони вирощування. Виокремлено гібридні комбінації за низкою цінних ознак, які передані в селекційний розсадник з метою подальшого їх вивчення та залучення в селекційні програми лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Виділено селекційну лінію EP 55023 (батьківська форма), яку планується передати до Українського інституту експертизи сортів рослин для проходження

державної кваліфікаційної експертизи як новий сорт пшениці м'якої озимої МП Паляниця, що характеризується комплексом цінних господарських ознак.

Результати досліджень розділу 5 висвітлені у двох наукових працях, які наведено в списку використаних джерел [416, 417] і в додатку 3.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано і вирішено важливе наукове завдання щодо створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої з високим потенціалом продуктивності та якості зерна в умовах Лісостепу України шляхом установлення особливостей прояву біометричних показників у різні періоди вегетації та елементів структури врожайності сортів і селекційних ліній, рівня їх мінливості та ступеня кореляції між ознаками, виокремлення за параметрами адаптивності джерел для схрещування і виявлення особливостей фенотипового прояву, успадкування та кореляцій цінних ознак для підвищення результативності добору та прогнозування появи трансгресивних форм у  $F_2$ ,  $F_3$ .

1. З'ясовано, що використання біометричного аналізу в процесі підбору батьківських компонентів дозволяє виявити загальні тенденції впливу умов вирощування на формування рослин, уточнити характеристики сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої та встановити структурні особливості, що визначають їх переваги над стандартом. Установлено, що формування біоценозу пшениці м'якої озимої на момент часу припинення осінньої вегетації, її відновлення та в період стиглості зерна суттєво залежало від умов вирощування, строку сівби, генотипу та їх взаємодії. Домінуюча ( $25,2 \div 80,6$  %) значущість за впливом належала погодним умовам. Виділено селекційну лінію ЛЮТ 55198 і сорти МП Дніпрянка, МП Лада, які на момент припинення осінньої вегетації стабільно переважали стандарт Подолянка.

2. Визначено, що на час припинення осінньої вегетації більший вплив на рівень висоти і маси рослини мав строк сівби, а кількості листків – умови року. Після відновлення весняної вегетації суттєво підвищувався вплив генотипу (здатності до інтенсивного відростання та адекватної реакції до зміни умов середовища) та його взаємодії з умовами року на всі біометричні показники.

3. Відзначено, що за сприятливого гідротермічного режиму рівень реалізації потенціалу рослин був максимальним, а в умовах ґрунтово-повітряної посухи – мінімальним. На момент ЧПОВ кількість листків ( $1,86 \pm 0,12$  шт.) і

маса рослини (0,18 г) різко зменшувались за стресових умов (посуха), а варіювання підвищувалось в умовах сівби 5 жовтня, що необхідно враховувати в веденні селекційного процесу, вивченні вихідного матеріалу та доборі генотипів із заданими параметрами. Найвищу біомасу в середньому по досліді мала селекційна лінія ЛЮТ 55198, яка на момент настання ЧПОВ/ЧВВВ формувала фітоценоз з кількістю стебел 1,54/2,60 шт. і листків 3,86/7,74 шт., висотою 14,28/16,51 см, масою рослини 0,49/0,80 г відповідно.

4. Виявлено середній рівень мінливості за висотою рослин на момент часу припинення осінньої вегетації ( $C_v = 19,78\%$ ) і під час відновлення вегетації навесні ( $C_v = 14,08\%$ ), значний – за кількістю листків ( $C_v = 20,52\%$  і  $C_v = 18,39\%$  відповідно) і масою рослини ( $C_v = 24,92\%$  і  $C_v = 29,89\%$  відповідно), різний – за кількістю стебел ( $C_v = 12,50\%$  і  $C_v = 21,54\%$  відповідно).

5. Відмічено, що максимальна реалізація потенціалу рослин за елементами структури продуктивності відбувалася за оптимальних умов вирощування в 2019 р. і за сівби 5 жовтня. Виявлено незначний рівень мінливості за висотою рослин ( $C_v = 3,8\div 5,5\%$ ), довжиною головного колоса ( $C_v = 6,0\div 7,8\%$ ) і кількістю колосків у ньому ( $C_v = 5,4\div 8,4\%$ ), середній – за кількістю зерен ( $C_v = 12,1\div 15,1\%$ ), масою зерна з головного колоса ( $C_v = 13,9\div 18,8\%$ ) і масою 1000 зерен ( $C_v = 9,2\div 14,4\%$ ), значний – за кількістю продуктивних стебел ( $C_v = 15,4\div 27,9\%$ ) і масою зерна з рослини ( $C_v = 21,6\div 36,4\%$ ).

6. Установлено, що кореляції врожайності зерна та елементів продуктивності мали високий рівень ( $r = 0,72\div 0,97$ ) і були стабільними за різних погодних умов. Виявлено достовірний прямий зв'язок середньої і значної сили ( $r = 0,40\div 0,85$ ) висоти рослин із урожайністю зерна, що створює певні труднощі за добору короткостеблових високопродуктивних рослин. Високі і середні позитивні коефіцієнти кореляції між урожайністю та кількістю зерен з колоса ( $r = 0,51\div 0,96$ ) і масою зерен з колоса ( $r = 0,49\div 0,93$ ) свідчать про

ефективність добору нових форм за цими ознаками в умовах Лісостепу України.

7. Доведено, що інтегральна оцінка адаптивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за складовими продукційного процесу (врожайність, висота рослин, показники якості зерна) на основі параметрів стабільності та пластичності з визначенням показника РАС забезпечила об'єктивну диференціацію генотипів за їх адаптивністю та селекційною цінністю, що дало змогу виокремити кращі відносно стандарту за ознаками: «врожайність» – МП Ассоль, МП Дніпрянка, МП Ювілейна; «висота рослин» – МП Ювілейна, МП Ассоль, МП Дніпрянка; «маса 1000 зерен» – ЛЮТ 55198, МП Ювілейна, ЛЮТ 37519, МП Дніпрянка; «вміст білка» – ЕР 55023, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198; «вміст клейковини» – ЛЮТ 37519, МП Дніпрянка, Грація МИР, ЛЮТ 55198, МП Ассоль; «сила борошна» – МП Дніпрянка, МП Ассоль, МП Лада, МП Ювілейна; «об'єм хліба» – ЛЮТ 55198, МП Ювілейна, МП Лада. Виділено селекційні лінії ЛЮТ 55198 і ЛЮТ 37519 як джерела за комплексом цінних ознак за якістю зерна з високим рівнем адаптивності.

8. Установлено, що рівень прояву продуктивності та якісних показників у батьківських компонентів з підвищеним потенціалом адаптивності та комплексу цінних ознак у гібридів за їх участю значно варіює залежно від генотипу, умов середовища й покоління нащадків. У сприятливі роки підвищується кількість гетерозисних комбінацій за багатьма елементами продуктивності. В  $F_2$  частка гетерозисних комбінацій знижувалась за всіма ознаками.

9. Виявлено стабільний прояв гетерозису в  $F_1$  і  $F_2$  за ознаками «довжина колоса» та «маса 1000 зерен»: середній відсоток гетерозисних комбінацій становив 75 % ( $F_1$ ), 78 % ( $F_2$ ) і 60 % ( $F_1$ ), 57 % ( $F_2$ ) відповідно, тоді як за ознаками «кількість зерен у головному колосі» та «маса зерен головного колоса» спостерігали затухання прояву гетерозисного ефекту – 83 % ( $F_1$ ), 44 % ( $F_2$ ) і 78 % ( $F_1$ ), 44 % ( $F_2$ ) відповідно. Основний тип успадкування за кількістю

продуктивних стебел мав проміжний характер в  $F_2$  (48 %), а більшість (58 %)  $F_1$  належала до депресивних або з відхиленням у бік гіршого батьківського компонента. В обох поколіннях більшості гібридів висота рослин успадковувалась за проміжним типом – 47 % ( $F_1$ ) і 39 % ( $F_2$ ).

10. За ознакою «вміст білка» переважав проміжний тип успадкування (45,6 %), за показником седиментації – наддомінування (34,4 %) і проміжне успадкування (33,3 %). Для вмісту клейковини спостерігали різний характер успадкування: у 2020 р. – проміжний тип (38,9 %), у 2021 р. – депресію (40,0 %), у 2022 р. – наддомінування (40,0 %).

11. Установлено високий рівень частоти та ступеня прояву позитивних трансгресій у гібридів  $F_2$  і  $F_3$ , що визначались поєднанням компонентів схрещувань, величиною ступеня домінування, а також залежали від ознаки та року. Найбільш цінні трансгресії з'являлись у гібридних комбінаціях за участю сортів Подолянка, МП Ювілейна та селекційних ліній ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, ЕР 55023. Частота виникнення трансгресивних низькорослих форм і таких, що мають здатність формувати підвищену кількість продуктивних стебел, була низькою.

12. З'ясовано, що характер прояву типу успадкування елементів структури продуктивності в гібридних комбінаціях змінювався за роками. Частота позитивних трансгресій збільшувалась за оптимальних умов середовища (2021 р.). За ступенем трансгресії та частотою її прояву можна вести успішну селекційну роботу за участю сортів МП Ювілейна, Подолянка, МП Ассоль та селекційних ліній ЕР 55023, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198. На основі встановлених особливостей успадкування та частоти появи позитивних трансгресій було виділено гібридні комбінації пшениці м'якої озимої, які є цінним вихідним матеріалом для добору трансгресивних форм у більш пізніх поколіннях.

13. Доведено незалежно від умов року та покоління гібридів стабільний тісний зв'язок між: кількістю продуктивних стебел і масою зерна з рослини ( $r = 0,69-0,96$ ); кількістю зерен з головного колоса і масою зерен з головного

колоса ( $r = 0,63-0,88$ ) і з рослини ( $r = 0,22-0,57$ ); довжиною колоса і кількістю колосків ( $r = 0,44-0,82$ ), зерен ( $r = 0,41-0,62$ ) і їх масою ( $r = 0,38-0,63$ ); масою зерен з головного колоса і масою їх з рослини ( $r = 0,24-0,74$ ) та масою 1000 зерен ( $r = 0,59-0,83$ ); масою 1000 зерен і масою зерен з рослини ( $r = 0,31-0,63$ ).

14. На основі встановлених особливостей створено новий вихідний матеріал з високим потенціалом продуктивності та якості зерна, який передано в селекційний розсадник для подальшого вивчення та залучення в селекційні програми лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Виділено селекційну лінію EP 55023 (батьківська форма), яку планується передати до Українського інституту експертизи сортів рослин для проходження державної кваліфікаційної експертизи як новий сорт пшениці м'якої озимої МПП Паляниця, що характеризується комплексом цінних господарських ознак.

## ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ

1. Селекційним та науково-дослідним установам рекомендовано враховувати:

– використання біометричного аналізу в процесі підбору батьківських компонентів для створення нових форм дозволяє виявити загальні тенденції впливу умов вирощування на формування структури рослин, уточнити характеристики генотипів пшениці м'якої озимої та встановити структурні особливості, що визначають їх переваги над стандартом;

– за підвищеного рівня стійкості до лімітуючих чинників середовища (гідротермічний режим, строк сівби) в осінній і весняно-літній періоди вегетації зростає рівень прояву цінних ознак і підвищуються їх кореляції з урожайністю, що дозволяє визначити оптимальні параметри первинних доборів, які забезпечать високий рівень продуктивності рослин, цілеспрямованість і ефективність селекції.

2. При створенні вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої використовувати для схрещування як батьківські компоненти сорти і селекційні лінії з підвищеною адаптивною здатністю за ознаками:

- «врожайність» – МП Ассоль, МП Ювілейна;
- «висота рослин» – МП Ювілейна, МП Ассоль;
- «маса 1000 зерен» – ЛЮТ 55198, МП Ювілейна, ЛЮТ 37519;
- «вміст білка» – ЕР 55023, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198;
- «вміст клейковини» – ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198, МП Ассоль;
- «сила борошна» – МП Ассоль, МП Ювілейна;
- «об'єм хліба» – ЛЮТ 55198, МП Ювілейна.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Global hunger continues to rise, new UN report says. Офіційний сайт Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ). 2018. URL: <https://www.who.int/news/item/11-09-2018-globalhunger-continues-to-rise-new-un-report-says>.
2. Черемісіна С. Г. Ринок зернових культур в Україні: аналіз сучасного стану та перспективи розвитку. *Економіка АПК*. 2021. № 2. С. 48–57.
3. Литвин Я. О. Сучасні тренди на вітчизняному ринку зерна. *Вісник СНТ ННІ бізнесу і менеджменту ХНТУСГ*. 2019. Вип. 2. С. 84–86.
4. Бараболя О. В., Барат Ю. М., Кулик М. І., Онопрієнко О. В. Урожайність пшениці озимої залежно від системи удобрення та погодних умов вегетаційного періоду. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 2. С. 3–9.
5. Голомша Н. Є., Дзядикевич О. Я. Конкурентні переваги продукції зернової галузі на світовому ринку. *Економіка АПК*. 2017. № 11. С. 61–65.
6. Кваша С. М., Ільчук М. М., Коновал І. А. Економічне обґрунтування програми виробництва зерна пшениці в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 3. С. 16–24.
7. Козак О. А., Грищенко О. Ю. Розвиток зернової галузі України на сучасному етапі. *Економіка АПК*. 2016. № 1. С. 38–47.
8. Шпичак О. М., Лупенко Ю. О., Жук В. М. та ін. Ємність внутрішнього споживчого ринку сільськогосподарської продукції та продовольства : монографія. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2013. 186 с.
9. Лагодієнко В. В., Богданов О. О., Лагодієнко В. В. Місце та роль України на світовому ринку пшениці. *Український журнал прикладної економіки*. 2019. Т. 4, № 3. С. 297–308.
10. Месель-Веселяк В. Я. Виробництво зернових культур в Україні: потенційні можливості. *Економіка АПК*. 2018. № 5. С. 5–14.
11. Ільчук М. М., Коновал І. А., Барановська О. Д., Євтушенко В. Д.

Розвиток ринку зерна в Україні та його стабілізація. *Економіка АПК*. 2019. № 4. С. 29–38.

12. Шпичак О. М. Потенціал ринку зерна в Україні: проблеми та перспективи. *Економіка АПК*. 2014. № 7. С. 83–91.

13. Гамаюнова В. В., Литовченко А. О., Музика Н. М. Значення попередника у формуванні зернової продуктивності озимих культур в умовах Степу України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. Т. 1, № 1 (53). С. 80–87.

14. Mostyran M. L., Vasytkovska K. V., Andriyenko O. O., Reznichenko V. P. Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. *INMATEH-Agricultural Engineering*. 2017. Vol. 53, No. 3. P. 35–40.

15. Черенков А. В., Шевченко М. С. Стратегія виробництва зерна: методи, ресурси і перспективи. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 10. С. 5–9.

16. Бараболя О. В., Жемела Г. П., Татарко Ю. В., Антоновський О. В. Використання природного потенціалу зерна пшениці озимої для впровадження еко-інновацій. *Перспективи екоінноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 20 листопада 2020 р.)*. Полтава : РВВ ПДАУ, 2020. С. 38–39.

17. Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України : колективна монографія / за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба. Полтава : Видавництво ПП «Астрия», 2020. 216 с.

18. Україна стала другим у світі експортером зерна. Мультимедійна платформа іномовлення України. 2021. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/3176425-cernigivski-artistizapisali-klip-do-dna-sobornosti.html>.

19. Галенко О. І. Розвиток світового ринку зерна: проблеми і тенденції. *Агросвіт*. 2017. № 10. С. 24–29. URL: [http://www.agrosvit.info/pdf/10\\_2017/6.pdf](http://www.agrosvit.info/pdf/10_2017/6.pdf).

20. Франченко Л. О. Стан та сучасні тенденції розвитку світового ринку зерна. URL: <http://udau.edu.ua/library.php?pid=1559>.

21. USDA United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. URL: <https://www.fas.usda.gov/regions/ukraine> (дата звернення 10.08.2021).

22. Федів І. В., Наконечна К. В. Перспективи розвитку ринку пшениці в Україні. *Конкурентоспроможність аграрного сектору в умовах функціонування Зони вільної торгівлі з Європейським Союзом*: матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 3 квітня 2019 р.). Київ: НУБіП України, 2019. С. 234–236.

23. Валовий збір українських зернових у 2021 році зріс більш ніж на 30 % – Держстат. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/news/1525273>

24. Аграрні підприємства, які дотримувалися рекомендацій НААН і використовували гібриди вітчизняної селекції, демонструють гарні результати на демонстраційних полях – НААН урожай практично не постраждав. *Super Agronom. com*. 2020. URL: <https://superagronom.com/news/11406-uaanoprilyudnili-rezultati-nayvischih-pokaznikiv-vrojajnosti-vitchiznyanih-sortiv-pshenitsi-u-sezoni-2020>.

25. Macholdt J., Honermeier B. Yield stability in winter Wheat production: A survey on German farmers and advisors' views. *Agronomy*. 2017. Vol. 7, Iss. 3. Article Number 45. doi: 10.3390/agronomy7030045

26. Do T., Anderson K., Wade Brorsen B. The World's Wheat Supply. Oklahoma Cooperative Extension Service. URL: <http://wheat.okstate.edu/economics-marketing/AGEC-620web.pdf> (дата звернення: 23.01.2019).

27. Маханьова Ю. Експорт зернових культур України, ЄС і країн світу в умовах сучасних інтеграційних процесів. *Проблеми економіки*. 2015. № 1. С. 27–36.

28. Піпан Х. Сучасний стан, досягнення та перспективи розвитку селекції пшениці озимої в Україні. URL: [http://inb.dnsgb.com.ua/2010-4/10\\_pipan.pdf](http://inb.dnsgb.com.ua/2010-4/10_pipan.pdf) (дата звернення: 21.01.2019).

29. Корхова М. Зимостойкость новых сортов пшеницы озимой в зависимости от сроков сева в Южной Степи Украины. *Земледелие и селекция в*

*Белоруси* : електронна версія журналу. 2015. Вып. 51. С. 105–109. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1848/1/%D0%A1%D0%B1.%2051.pdf> (дата звернення: 21.01.19).

30. Булавка Н. В., Юрченко Т. В., Кучеренко О. М., Пірич А. В. Сорти пшениці м'якої озимої, стійкі до впливу негативних чинників довкілля. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 3. С. 255–261. doi: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145285

31. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. УІЕСР. 2022. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortivroslin>.

32. Nekrasova O., Kravchenko N., Marchenko D., Nekrasov E. Estimation of grain productivity and biochemical indicators of the winter bread wheat varieties depending on the forecrop. *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 273, No. 5. Article Number 01027. 7 p. doi: 10.1051/e3sconf/202127301027

33. Shiferaw B., Smale M., Braun H.-J. et al. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Security*. 2013. Vol. 5, Iss. 3. P. 291–317. doi: 10.1007/s12571-013-0263-y

34. Shewry P. R., Hey S. J. The contribution of wheat to human diet and health. *Food and Energy Security*. 2015. Vol. 4, Iss. 3. P. 178–202. doi: 10.1002/fes3.64

35. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці *T. aestivum* L. на адаптивність до умов довкілля. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 92–96.

36. Рослинництво України 2018 : статистичний збірник. Київ, 2019. 220 с.

37. Криворученко Р. В., Гопцій В. О. Комплексна оцінка генотипів пшениці м'якої озимої за особливостями структурно-функціональної організації ознак продуктивності. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2019. № 1. С. 133–147.

38. Моргун В. В., Гаврилюк М. М., Оксьом В. П. та ін. Впровадження у виробництво нових, стійких до стресових факторів, високопродуктивних сортів озимої пшениці, створених на основі використання хромосомної інженерії та маркер-допоміжної селекції. *Наука та інновації*. 2014. Т. 10, № 5. С. 40–48.
39. Моргун В. В. Внесок генетики і селекції рослин у забезпечення продовольчої безпеки України. *Вісник НАН України*. 2016. № 5. С. 20–23.
40. Грабовська Т. О., Грабовський М. В., Мельник Г. Г. Урожайність та якість сортів пшениці озимої за органічного виробництва. *Агробіологія : збірник наукових праць*. 2016. № 2. С. 38–45.
41. Хоменко Л. О., Сандецька Н. В. Джерела комплексної стійкості пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у селекції на адаптивність. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 3. С. 270–276.
42. Diordiieva I., Riabovol L., Riabovol I. et al. The characteristics of wheat collection samples created by *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. hybridization. *Agronomy Research*. 2018. Vol. 16, No. 5. P. 2005–2015. doi: <http://dx.doi.org/10.15159/ar.18.181>
43. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур : підручник. Миронівка : ПрАТ «Миронівська друкарня», 2016. 376 с.
44. Tavares L. C. V., de Carvalho C. G. P., Bassoi M. C. et al. Adaptability and stability as selection criterion for wheat cultivars in Paraná State. *Ciências: Agrárias, Londrina*. 2015. Vol. 36, No. 5. P. 2933–2942. doi: [10.5433/1679-0359.2015v36n5p2933](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p2933)
45. Macholdt J., Honeremeier B. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. *Agronomy*. 2016. Vol. 6, Iss. 3. Article Number 40. 14 p. doi: [10.3390/agronomy6030040](https://doi.org/10.3390/agronomy6030040)
46. Тищенко В. М., Томіна М. В., Дубенець М. В. Формування та мінливість ознак у пшениці м'якої озимої в стресових умовах середовища. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 2 (23). С. 18–22.

47. Лозінська Т. Успадкування та трансгресивна мінливість маси зерна колоса у  $F_1$  і  $F_2$  пшениці ярої. *ЛОГОС. Мистецтво наукової думки*. 2019. № 4. С. 129–131.

48. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Зернова продуктивність ліній пшениці м'якої озимої, отриманих від схрещування батьківських форм різного еколого-географічного походження. *Агробіологія : збірник наукових праць*. 2014. № 1 (109). С. 11–16.

49. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Формування довжини головного колоса в ліній пшениці озимої різного еколого-географічного походження. *Агробіологія : збірник наукових праць*. 2013. № 11 (104). С. 30–34.

50. Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Довжина головного колоса у гібридів  $F_1$  *Triticum aestivum* L., створених за участі носіїв пшенично-житніх транслокацій. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 5. С. 56–69.

51. Базалій В. В., Зінченко О. І., Лавриненко Ю. О. та ін. Рослинництво. Херсон : ФОП Грінь Д.С., 2015. 520 с.

52. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. № 6. С. 1–6.

53. Казанок А. А., Лавренко Н. Н. Урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от технологических приемов выращивания в условиях юга Украины. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*. 2015. № 3 (59). С. 124–127.

54. Peleg Z., Fahima T., Korol A. V. et al. Genetic analysis of wheat domestication and evolution under domestication. *Journal of Experimental Botany*. 2011. Vol. 62, Iss. 14. P. 5051–5061. [doi: 10.1093/jxb/err206](https://doi.org/10.1093/jxb/err206)

55. Estrada-Campuzano G., Slafer G. A., Miralles D. J. Differences in yield, biomass and their components between triticale and wheat grown under contrasting water and nitrogen environments. *Field Crops Research*. 2012. Vol. 128. P. 167–179. [doi: 10.1016/j.fcr.2012.01.003](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.01.003)

56. Бакуменко О. М., Власенко В. А. Гетерозис та успадкування маси 1000 насінин в  $F_1$  пшениці м'якої озимої. *Автохтонні та інтродуковані рослини*. 2015. Вип. 11. С. 67–73.

57. Бойчук І. В., Базалій В. В. Характер прояву елементів продуктивності колоса і їх вплив на формування врожайності пшениці м'якої озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 94. С. 3–8.

58. Wolde G.M., Schnurbusch T. Inferring vascular architecture of the wheat spikelet based on resource allocation in the *branched head<sup>t</sup>* (*bh<sup>t</sup>-A1*) near isogenic lines. *Functional Plant Biology*. 2019. No. 46. P. 1023–1035. doi: 10.1071/FP19041

59. Баган А. В., Юрченко С. О., Шакалій С. М. Мінливість потомства різних морфологічних частин колоса сортів пшениці озимої за кількісними ознаками. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 4. С. 33-35.

60. Лозінський М. В. Адаптивність селекційних номерів пшениці озимої, отриманих від схрещування різних екотипів, за кількістю колосків в головному колосі. *Агробіологія*. 2018. № 1. С. 233–243.

61. Бакуменко О. М. Формування кількості колосків основного колоса в  $F_1$  пшениці м'якої озимої. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. № 3. С. 8–12.

62. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Філіцька О. О. Фенотипова і генотипова мінливість маси зерна основного колосу у різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Аграрна освіта та наука: досягнення та роль, фактори росту «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, лісовому та садово-парковому господарстві»* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 30 жовтня 2020 р.). Біла Церква. 2020. С. 17–19.

63. Устинова Г. Л., Самойлик М. О. Мінливість маси 1000 зерен головного колосу в сортів пшениці м'якої озимої різних груп стиглості *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку* : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 4–5 березня 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 78.

64. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Власенко В. А., Князюк В. І. Селекція та насінництво сільськогосподарських рослин. Київ : Вища освіта. 2006. 398 с.
65. Рожков А. О., Бобро М. А., Рижик Т. В. Формування продуктивності колоса рослин пшениці озимої залежно від строку сівби та норми висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 1–2. С. 6–11.
66. Гусенкова О. В., Тищенко В. М. Формування і мінливість структурних елементів урожайності пшениці озимої в умовах контрольованого середовища. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 100–103. DOI 10.31210/visnyk2018.04.14
67. Ольховський Г. Ф., Бобро М. А., Чечуй О. Ф. Детальний метод визначення структури врожаю пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 12 (97). С. 22–29.
68. Гуменюк О. Особливості прояву мінливості та успадкування елементів продуктивності рослин пшениці м'якої озимої у новому селекційному матеріалі. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія». 2013. № 17 (2). С. 295–302.
69. Ващенко В. В., Назаренко М. М. Аналіз продуктивності пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 4 (25). С. 68–72.
70. Звягін А. Ф. Аналіз кореляцій між елементами структури продуктивності та морфологічними ознаками у гібридів F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої, їх роль в селекції на підвищену адаптивність і продуктивність. *Селекція і насінництво*. 2011. № 99. С. 23–29.
71. Тищенко В. М., Гусенкова О. В., Шандиба В. В. Рівень формування, мінливість та генетичні зв'язки кількісних ознак сортів та селекційних ліній пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 31–34.
72. Орлюк А. П. Теоретичні основи селекції рослин. Херсон : Айлант, 2008. 517 с.

73. Четверик О. О., Козаченко Р. М. Коефіцієнти кореляції та детермінації між ознаками сортів пшениці м'якої озимої. *Селекція і насінництво*. 2015. № 107. С. 105–114.

74. Лозінський М. В. Кореляційні взаємозв'язки між елементами продуктивності головного колосу у гібридів  $F_{1-2}$  пшениці м'якої озимої, отриманих від схрещування різних екотипів. *Досягнення та перспективи генетики, селекції і рослинництва зернових культур* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Професор С. Л. Франкфурт (1866–1954) – видатний вчений-агробіолог, один із дієвих організаторів академічної науки в Україні» (до 150-річчя від дня народження) (м. Київ, 18 листопада 2016 р.). Київ, 2016. С. 77–78.

75. Лозінський М. В. Кореляційні взаємозв'язки довжини колосоносного міжвузля з кількісними ознаками і врожайністю зерна у пшениці м'якої озимої. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку* : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 4–5 березня 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 80–83.

76. Narasim F., Wesolowski M., Kwiatkowski C. et al. The contribution of yield components in determining the productivity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agrobotanica*. 2016. Vol. 69, No. 3. P. 1–10. doi: 10.5586/aa.1675

77. Жемела Г. П., Баган А. В. Урожайність та елементи продуктивності селекційного матеріалу пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) та зв'язок між ними. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2007. № 6. С. 59–66.

78. Кочмарський В. С. Створення вихідного матеріалу та сортів пшениці м'якої озимої на підвищену адаптивність для Лісостепу України : автореф. дис. ... доктора с.-г. наук : спец.06.01.05 «Селекція і насінництво». Дніпропетровськ, 2013. 36 с.

79. Ahmadizadeh M., Nori A., Shahbazi H., Aharizad S. Correlated response of morpho-physiological traits of grain yield in durum wheat under normal irrigation and drought stress conditions in greenhouse. *African Journal of Biotechnology*. 2011. Vol. 10, No. 85. P. 19771–19779.

80. Nastri R., Kashani A., Paknejad F. et al. Correlation, path analysis and stepwise regression in yield and yield component in wheat (*Triticum aestivum* L.) under the temperate climate of Ilam province, Iran. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. 2014. Vol. 4, No. 4. P. 188–198.

81. Моргун Б. В., Степаненко О. В., Степаненко А. І., Рибалка О. І. Молекулярно-генетична ідентифікація поліморфізму генів *Wx* у гібридах м'якої пшениці за допомогою мультиплексних полімеразних ланцюгових реакцій. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47, № 1. С. 25–35.

82. Pokhylko S. Y., Schwartau V. V., Mykhalska L. M. et al. ICP-MS analysis of bread wheat carrying the *Gpc-B1* gene of *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*. *Biotechnologia acta*. 2016. No. 5. P. 64–69.

83. Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Зюков М. Е. Простые и частные коэффициенты генетической корреляции между урожаем и признаками продуктивности колоса у линий и сортов озимой пшеницы. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту*. Одеса, 2004. Вип. 6 (46). С. 103–110.

84. Тищенко В. Н. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов и их корреляции с урожайностью в зависимости от условий года и генотипа озимой мягкой пшеницы. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2005. № 3. С. 97–102.

85. Панкова О. В., Пузік В. К., Лисиченко М. Л. Вплив електромагнітного випромінювання на рослини : монографія. Харків : ТОВ «Планета-Прінт», 2021. 159 с.

86. Назаренко М. М. Розширення різноманіття вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої озимої. *Генетичні ресурси рослин*. 2011. № 9. С. 147-154.

87. Гопцій В. О., Криворученко Р. В. Особливості сортів та ліній пшениці м'якої озимої за анатомічними та морфофізіологічними ознаками продуктивності. *Селекція і насінництво*. 2020. № 117. С. 47–59. doi: 10.30835/2413-7510.2020.206973

88. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Основні етапи і результати селекції озимої пшениці на Білоцерківській дослідно-селекційній станції. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть* : у 4 т. / редкол. : В. В. Моргун (голов. ред.) та ін. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 481–487.
89. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т. та ін. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка, 2012. 330 с.
90. Yakymchuk R. A., Sobolenko L. Y., Sorokina S. I. Genetic analysis of morphological traits of the spike and reproductivity elements of speltoid chemomutant *Triticum aestivum*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2020. Vol. 11, No. 3. P. 469–474. doi: 10.15421/022072
91. Shah A. A., Mondal S. K., Khurshid H. et al. Heterosis for yield and yield component traits in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generation of winter and spring wheat derivatives (line × tester). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018. Vol. 7, Iss. 5. P. 644–648.
92. Діордієва І. П. Характеристика спельтоподібних форм пшениці, створених за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 29–34.
93. Nemeth C., Yang C., Kasprzak P. et al. 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. Vol. 58, Iss. 2. P. 71–79. doi: [10.1139/gen-2015-0002](https://doi.org/10.1139/gen-2015-0002)
94. Орлюк А. П. Генетика пшениці з основами селекції : монографія. Херсон : Айлант, 2012. 436 с.
95. Haridy M. H. Combining ability in F<sub>1</sub> generation for diallel crosses for yield and yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Production*. 2017. Vol. 8, Iss. 12. P. 1417–1420. doi: [10.21608/jpp.2017.42021](https://doi.org/10.21608/jpp.2017.42021)
96. Fetahu S., Aliu S., Rusinovci I. et al. Inheritance of spike traits in F<sub>1</sub> generation in wheat depending on parents' genetic diversity. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*. 2019. Spec. ed. Conference : *Challenges in Biotechnological and Environmental Approaches* (Tirana, April 23–24, 2019). P. 75–81.

97. Ларченко К. А., Моргун Б. В. Ознаки якості зерна пшениці та методи їх поліпшення. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т. 42, № 6. С. 463–474.
98. Bousalhih B., Mekliche L., Aissat A. et al. Study of genetic determinism of harvest index in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under semi-arid conditions. *African Journal of Biotechnology*. 2016. Vol. 15, No. 47. P. 2671–2677. doi: 10.5897/AJB2016.15539
99. Tiwari R., Marker S., Meghawal D. R. Combining ability estimates for spike characters in  $f_1$  hybrids developed through diallel crosses among macaroni wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017. Vol. 6, Iss. 2. P. 237–241.
100. Kaur P., Mondal S. K. Combining ability for yield and its components in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) over different sowing times. *The Bioscan*. 2016. Vol. 11, No. 3. P. 1937–1940.
101. Радченко И. Н. Проявление положительной трансгрессивной изменчивости по элементам продуктивности колоса у гибридов  $F_2$  озимой пшеницы. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 96. С. 72–79.
102. Максимов Н. Г. Внутривидовая и межродовая гибридизация в селекции пшеницы мягкой озимой. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 99. С. 30–38.
103. Орлюк А. П., Базалий В. В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы. Херсон : Наддніпрянська правда, 1998. 274 с.
104. Базалій В. В., Бойчук І. В. Трансгресивна мінливість гібридів пшениці м'якої озимої і її використання в селекції. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 78. С. 3–8.
105. Заїка Є. В. Ефект гетерозису та успадкування господарсько-цінних ознак у гібридів  $F_1$  пшениці м'якої озимої у північному Лісостепу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування*. 2015. № 5. С. 1–14.

106. Шелепов В. В., Гаврилюк М. М., Чебаков М. П. та ін. Селекція на якість зерна. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці / за ред. В. В Шелепова. Миронівка : [б. в.], 2007. С. 265–276.

107. Жемела Г. П., Курочка А. О. Вплив попередників на елементи структури врожайності та якість зерна пшениці озимої залежно від сортових властивостей. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 1. С. 33–36.

108. Andrade A. R., Riede C. R., Scholz M. B. S .et al. Selection for grain yield and quality in segregating generations of wheat. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2001. Vol. 44, Iss. 2. P. 173–178. [doi: 10.1590/S1516-89132001000200010](https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000200010)

109. Gomez-Becerra H. F., Abugalieva A., Morgounov A. et al. Phenotypic correlations, G×E interactions and broad sense heritability analysis of grain and flour quality characteristics in high latitude spring bread wheats from Kazakhstan and Siberia. *Euphytica*. 2010. Vol. 171, Iss. 1. P. 23–38. [doi: 10.1007/s10681-009-9984-6](https://doi.org/10.1007/s10681-009-9984-6)

110. Ремесло В. Н. Методы и результаты селекции пшеницы на повышение качества зерна. *Селекция, семеноводство и сортовая агротехника пшеницы*. Москва : Колос, 1977. С. 342–349.

111. Sozinov A. A., Popereleya F. A. Genetic classification of prolamines and its use for plant breeding. *Annales de Technologie Agricole*. 1980. Vol. 29, No. 2. P. 229–245.

112. Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Кириленко В. В та ін. Статистичні параметри адаптивності за урожайністю нових генотипів пшениці м'якої озимої. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2009. Т. 7, № 2. С. 198–205.

113. Марухняк А. Я., Терлецька М. І., Прудяк Л. С. Кластерний розподіл генотипів вівса за екологічною адаптивністю кількісних ознак продуктивності. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 77–90.

114. Кириленко В. В. Традиційні та сучасні методи селекції *Triticum aestivum* L. у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 4 (25). С. 41–46.
115. Власенко В. А. Селекція пшениці. *Спеціальна селекція польових культур* / за ред. М. Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. С. 3–32.
116. Babiker W. A., Abdelmula A. A., Eldessougi H. I., Gasim S. E. The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Asian Journal of Plant Science and Research*. 2017. Vol. 7, Iss. 3. P. 24-28.
117. Senapati N., Brown H. E., Semenov M. A. Raising genetic yield potential in high productive countries: Designing wheat ideotypes under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. No. 271. P. 33–45. doi: 10.1016/j.agrformet.2019.02.025
118. Iwańska M., Stępień M. The effect of soil and weather conditions on yields of winter wheat in multi-environmental trials. *Biometrical Letters*. 2019. Vol. 56, No. 2. P. 263–279. doi: 10.2478/bile-2019-0016
119. Дрижирук В. В. Глобальное потепление климата и мировое сельское хозяйство. *Агровісник*. 2008. № 10. С. 37–39.
120. Маренич М. М., Міщенко О. В. Роль метеорологічних факторів у формуванні урожайності пшениці озимої м'якої у виробничих посівах Полтавської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 4. С. 54–58.
121. Глущенко Л. Д., Кохан А. В., Олєпир Р. В. та ін. Рівень продуктивності пшениці озимої залежно від антропогенних і природних факторів. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2016. Вип. 21. С. 32–37.
122. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року / за ред. Ю. О. Лупенка, В. Я. Месея-Веселяка. Київ : ННЦ ІАЕ, 2012. 182 с.

123. Asseng S., Martre P., Maiorano A. et al. Climate change impact and adaptation for wheat protein. *Global Change Biology*. 2018. Vol. 25, Iss. 1. P. 155-173. doi: 10.1111/gcb.14481
124. Panozzo J., Walker C. K., Partington D. L. et al. Elevated carbon dioxide changes grain protein concentration and composition and compromises baking quality. A FACE study. *Journal of Cereal Science*. 2014. Vol. 60, Iss. 3. P. 461–470. doi: 10.1016/j.jcs.2014.08.011
125. Тараріко Ю. О. Агрометеорологічні ресурси України та технології їх раціонального використання. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 3–4. С. 29–31.
126. Бобер А. В., Мишко П. В. Динаміка вмісту білка в зерні ячменю ярого вирощеного за різних систем землеробства та різних систем основного обробітку ґрунту в процесі зберігання. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17, Т. II. С. 114–117.
127. Demydov O., Kyrylenko V., Blyzniuk B. et al. Ecological plasticity of new winter wheat varieties under environments of Ukrainian Forest-Steppe and Polissia. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9, No. 2. P. 53–60. doi: 10.11648/j.ajaf.20210902.12
128. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство. *Агроном*. 2006. № 3. С. 12–15.
129. Liliane T. N., Charles M. S. Factors affecting yield of crops. *Agronomy – Climate Change & Food Security* / ed. by Dr. Amanullah. IntechOpen, 2020. P. 9-24. doi: 10.5772/intechopen.90672
130. Сайко В. Ф., Свидинюк І. М., Кононюк Л. М. Технологія вирощування високоякісного зерна пшениці озимої в Лісостепу та Поліссі України. *Посібник українського хлібороба*. Київ : Welcome, 2009. С. 45–48.
131. Адаменко Т. І. Особливості погодних умов весняно-літньої вегетації сільськогосподарських культур в Україні. *Агроном*. 2009. № 3. С. 12–15.
132. Черенков А. В., Хорішко С. А., Пальчук Н. С., Козельський О. М. Сортові особливості пшениці озимої залежно від умов вирощування в зоні

Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 5. С. 43–47.

133. Леонов О. Ю., Усова З. В., Буряк Л. І. та ін. Мінливість показників якості зерна пшениці м'якої в залежності від погодних умов. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2016. Вип. 27 (67). С. 141–155.

134. Лозінська Т. П., Шевчук А. В. Урожайність та якість сортів пшениці м'якої ярої в умовах дослідного поля Білоцерківського НАУ. *ЛОГОΣ. Мистецтво наукової думки*. 2019. № 2. С. 73–75.

135. Trinka M., Olesen J. E., Kersebaum K. C. et al. Changing regional weather-crop yield relationships across Europe between 1901 and 2012. *Climate Research*. 2016. Vol. 70. P. 195–214.

136. Peltonen-Sainio P., Jauhiainen L., Palosuo T. et al. Rainfed crop production challenges under European high-latitude conditions. *Regional Environmental Change*. 2016. Vol. 16, Iss. 5. P. 1521–1533. doi: 10.1007/s10113-015-0875-1

137. Lobell D. B., Burke M. B. Why are agricultural impacts of climate change so uncertain? The importance of temperature relative to precipitation. *Environmental Research Letters*. 2008. Vol. 3, No 3. Article Number 034007. 8 p. doi: 10.1088/1748-9326/3/3/034007

138. Kristensen K., Schelde K., Olesen J. E. Winter wheat yield response to climate variability in Denmark. *Journal of Agricultural Science*. 2010. Vol. 149, Iss. 1. P. 33–47. doi: 10.1017/S0021859610000675

139. Pirttioja N., Carter T. R., Fronzek S. et al. Temperature and precipitation effects on wheat yield across a European transect: a crop model ensemble analysis using impact response surfaces. *Climate Research*. 2015. Vol. 65. P. 87–105. doi: 10.3354/cr01322

140. Lüttger A. B., Feike T. Development of heat and drought related extreme weather events and their effect on winter wheat yields in Germany. *Theoretical and Applied Climatology*. 2018. Vol. 132, Iss. 1–2. P. 15–29. doi: [10.1007/s00704-017-2076-y](https://doi.org/10.1007/s00704-017-2076-y)

141. Жемела Г. П. Заходи з поліпшення якості зерна. *Посібник українського хлібороба*. Київ : Welkome, 2009. С. 31–37.
142. Porter J. R., Gawith M. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *European Journal of Agronomy*. 1999. Vol. 10, Iss. 1. P. 23–26. doi: 10.1016/S1161-0301(98)00047-1
143. Литвиненко М. А., Крайнов О. О., Пильнев В. М. Вплив довгочасної селекції на зміну врожайності та господарських ознак озимої м'якої пшениці. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2001. Вип. 12. С. 64–71.
144. Wittwer S. H. Food, Climate, and Carbon Dioxide: The Global Environment and World Food Production. Boca Raton (USA) : Lewis Publishers, 1995. 236 p.
145. Черенков А. В., Нестерець В. Г., Солодушко М. М. Пшениця озима в зоні Степу, кліматичні зміни та технології вирощування / за ред. А. В. Черенкова. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2015. 548 с.
146. Künzel A., Münzel S., Böttcher F., Spengler D. Analysis of weather-related growth differences in winter wheat in a three-year field trial in North-East Germany. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, Iss. 9. Article Number 1854. doi: [10.3390/agronomy11091854](https://doi.org/10.3390/agronomy11091854)
147. Черенков А. В., Нестерець В. Г., Солодушко М. М. та ін. Вплив агроекологічних і технологічних чинників на формування врожайності пшениці озимої у Південно-східному Степу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 5. С. 18–26.
148. Смірнова І. В. Урожайність та якість сортів пшениці озимої залежно від умов мінерального живлення. *Наукові праці. Екологія*. 2015. Т. 256. Вип. 244. С. 81–84.
149. Ноздріна Н. Л. Формування елементів структури врожайності та якості зерна нових сортів пшениці озимої в Північному Степу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. Вип. 2. С. 165–168.
150. Ren A., Sun M., Wang P. et al. Optimization of sowing date and seeding rate for high winter wheat yield based on pre-winter plant development and soil water

usage in the Loess Plateau, China. *Journal of Integrative Agriculture*. 2019. Vol. 18, Iss. 1. P. 33–42. doi: 10.1016/S2095-3119(18)61980-X

151. Heil K., Lehner A., Schmidhalter U. Influence of climate conditions on the temporal development of wheat yields in a long-term experiment in an area with pleistocene loess. *Climate*. 2020. Vol. 8, Iss. 9. P. 100–117. doi: 10.3390/cli8090100

152. Желязков О. І. Особливості наливу зерна пшениці озимої залежно від агротехнічних прийомів вирощування та гідротермічних умов. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 151–158.

153. Крамарьов С. М., Жемела Г. П., Шакалій С. М. Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. № 6. С. 61–67.

154. Nuttall J. G., O'Leary G. J., Panozzo J. F. et al. Models of grain quality in wheat – A review. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 202. P. 136–145.

155. Balla K., Rakszegi M., Li Z. et al. Quality of winter wheat in relation to heat and drought shock after anthesis. *Czech Journal of Food Sciences*. 2011. Vol. 29, No. 2. P. 117–128.

156. Скорупський Б. В. Засади агрометеорологічної оцінки якості продукції зернових культур. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2005. Вип. 254. С. 72–84.

157. Колючий В. Т., Блохін М. І. Якість зерна пшениці. *Селекція, насінництво і технологія вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України* / за ред. В. Т. Колючого, В. А. Власенка, Г. Ю. Борсука. Київ : Аграрна наука, 2007. С. 258–324.

158. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України : монографія. Херсон : Олді-плюс, 2011. 460 с.

159. Гирка А. Д., Ярошенко С. С., Гасанова І. І. та ін. Особливості формування урожайності і якості зерна озимої пшениці залежно від строків сівби та азотних підживлень. *Бюлетень Інституту зернових культур НААН України*. 2010. № 38. С. 33–40.

160. Литвиненко М. Фактори впливу на виробництво озимої пшениці в Україні. *Пропозиція*. 2017. № 4. С. 74–77.
161. Литовченко А. О., Глушко Т. В., Сидякіна О. В. Якість зерна сортів пшениці озимої залежно від факторів та умов року вирощування на півдні степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3 (95). С. 101–110.
162. Звонар А. М. Вплив погодних умов року та сортових особливостей на споживання азоту та формування якості зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3. С. 87–95. doi: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)
163. Cato L., Mullan D. [Wheat quality: Wheat breeding and quality testing in Australia. \*Breadmaking. Improving quality\* / ed. by S. P. Kuvain. 3-rd ed. Elsevier WP, 2020. P. 221–259. doi: \[10.1016/B978-0-08-102519-2.00008-6\]\(#\)](#)
164. Elbasiouny H., El-Ramady H., Elbehiry F. et al. Plant nutrition under climate change and soil carbon sequestration. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, Iss. 2. P. 914–933. doi: 10.3390/su14020914
165. Жемела Г. П., Сидоренко А. В., Кулик М. І. Роль погодних факторів у поліпшенні якості зерна озимої пшениці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2007. № 2. С. 16–22.
166. Panozzo J. F., Eagles H. A. Cultivar and environmental effects on quality characters in wheat. I. Starch. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1998. Vol. 49, No. 5. P. 757–766.
167. Hirano J. Effects of rain in ripening period on the grain quality of wheat. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 1976. Vol. 10, No. 4. P. 168–173.
168. Hollins P. D., Kettlewell P. S., Peltonen-Sainio P., Atkinson M. D. Relationships between climate and winter cereal grain quality in Finland and their potential for forecasting. *Agricultural and Food Science*. 2004. Vol. 13, No. 3. P. 295–308. doi: 10.2137/1239099042643107
169. Simurina O., Dozet J., Vukobratovic R. The potential of domestic wheat harvest 1997 intended for specific purposes. *Wheat Bread*. 1997. No. 24. P. 189–195.

170. Яковенко А. І., Борта А. В. Вплив проростання зерна пшениці на її якість. *Хранение и переработка зерна*. 2007. Т. 10. С. 17–19.
171. Романенко О. Л., Конова С. Р., Солодушко М. М., Бальошенко С. В. Вологозабезпеченість ґрунту та продуктивність різновікових рослин пшениці озимої в зоні південного Степу. *Вісник Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва Харківської області*. 2015. Вип. 18. С. 87–96.
172. Солодушко М. М., Петрушак В. Я., Гладка А. В., Серета І. І. Запаси продуктивної вологи в ґрунті після відновлення весняної вегетації та урожайність озимої пшениці залежно від умов вирощування. *Агроном*. 2011. № 1. С. 72–76.
173. Адаменко Т. И. Изменение урожайности и качества зерна в период изменения климата. *Хранение и переработка зерна*. 2007. № 9. С. 26–29.
174. Рыбалка А. И., Топораш И. Г. Качество украинской пшеницы. *Хранение и переработка зерна*. 2007. № 9. С. 30–33.
175. Правдзіва І. В., Василенко Н. В., Хоменко С. О. Мінливість показників якості зерна пшениці м'якої ярої залежно від впливу погодних умов. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Т. 13, № 3. С. 323–330.
176. Bonfila D. J., Karnielib A., Razb M. et al. Decision support system for improving wheat grain quality in the Mediterranean area of Israel. *Field Crops Research*. 2004. Vol. 89, Iss. 1. P. 153–163. [doi: 10.1016/j.fcr.2004.01.017](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.01.017)
177. Nadew B. B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. P. 356–341. doi: 10.4172/2329-8863.1000356
178. Angus J. F., Kirkegaard J. A., Hunt J. R. et al. Break crops and rotations for wheat. *Crop and Pasture Science*. 2015. Vol. 66, Iss. 6. P. 523–552. doi: 10.1071/CP14252
179. Morgounov A., Abugalieva A., Martynov S. Effect of climate change and variety on long-term variation of grain yield and quality in winter wheat in

Kazakhstan. *Cereal Research Communications*. 2014. Vol. 42, Iss. 1. P. 163–172.  
doi: [10.1556/CRC.2013.0047](https://doi.org/10.1556/CRC.2013.0047)

180. Кочмарський В., Кириленко В., Хоменко С. та ін. Підходи та методи щодо створення сортів пшениці озимої м'якої у зв'язку зі зміною клімату. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія «Агрономія»*. Львів, 2010. № 14 (1). С. 42–48.

181. Москалець Т. З., Москалець В. В., Діденко С. Ю. та ін. Результати селекції пшениці м'якої озимої на поліпшення еколого-адаптивних властивостей і якісних параметрів зерна. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 58–63.

182. Василюк П. М. Оцінка стабільності і пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 1. С. 15–18.

183. Тищенко В. Н. Направление селекции озимой пшеницы на улучшение технологических свойств зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2005. № 2. С. 29–36.

184. Литвиненко М. А., Голуб Є. А., Хоменко Т. М. Особливості створення та ідентифікація екстра сильних за хлібопекарськими властивостями сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 1. С. 66–73.

185. Железняков О., Пальчук Н., Кирсанова Г. Оптимізація вирощування озимої пшениці. *Пропозиція*. 2015. № 9. С. 42–47.

186. Корчинський А. А., Шевчук М. С., Андрющенко А. В. Агроекологічні та адаптивні принципи формування і використання сортових ресурсів України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2010. № 1. С. 48–52.

187. Рибалка О. І. Quo vadis, селекція пшениці на якість зерна. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2012. Вип. 19 (59). С. 6–25.

188. Литвиненко М. А., Голуб Є. А. Особливості селекції екстрасильних за якістю зерна генотипів пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 10. С. 37–42.

189. Рябовол Я., Рябовол Л. Оцінка якості зерна селекційних зразків пшениці м'якої озимої. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія». 2018. № 22 (1). С. 194–200.
190. Глупак З. І., Радченко В. М. Аналіз якості пшениці м'якої озимої в умовах ННБК Сумського НАУ. *Вісник Сумського НАУ*. 2014. № 2. С. 28–33.
191. Sing S., Srivastava P., Sharma A. et al. Gpc-B1 mediated grain protein enhancement in wheat is compatible with high grain weight at moderated yield thresholds. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2019. Vol. 79, Iss. 2. P. 494–498. doi: 10.31742/IJGPB.79.2.14
192. Кір'ян В. М. Оцінка вихідного матеріалу пшениці озимої за ознаками якості зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2. С. 35–40.
193. Рибалка О. І., Моргун В. В., Починок В. М. Генетичні основи селекції сортів пшениці за спеціалізацією їх технологічного використання. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2012. Т. 44, № 2. С. 95–124.
194. ДСТУ 3768:2010. Пшениця. Технічні умови. [Чинний від 2010-04-01]. Київ, 2010. 14 с.
195. Kadar R., Moldovan V. Achievement by breeding of winter wheat varieties with improved bread-making quality. *Cereal Research Communications*. 2003. Vol. 31, No. 1–2. P. 89–95. doi: 10.1007/bf03543254
196. Рибалка О. І., Моргун В. В., Починок В. М. Сучасні дослідження якості зерна пшениці у світі: генетика, біотехнологія та харчова цінність запасних білків. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2012. Т. 44, № 1. С. 3–22.
197. Тарасюк О. І., Починок В. М., Моргун В. В. Генетичний поліморфізм за складом алелей *Gli-/Glu* локусів високоякісних ліній озимої м'якої пшениці. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. Серія «Біологія». 2015. Вип. 2 (35). С. 72–79.
198. Shuaib M., Zeb A., Ali Z. et al. Characterization of wheat varieties by seed storage protein electrophoresis. *African Journal of Biotechnology*. 2007. Vol. 6, No. 5. P. 497–500.

199. Altenbach S. B., Tanaka C. K., Whitehand L. C., Vensel W. H. Effects of post-anthesis fertilizer on the protein composition of the gluten polymer in a US bread wheat. *Journal of Cereal Science*. 2016. Vol. 68. P. 66–73.

200. Kuktaite R., Plivelic T. S., Cerenius Y. et al. Structure and morphology of wheat gluten films: from polymeric protein aggregates towards superstructure arrangements. *Biomacromolecules*. 2011. Vol. 12. P. 1438–1448.

201. Johansson E., Malik A. H., Hussain A. et al. Wheat gluten polymer structures: The impact of genotype, environment and processing on their functionality in various applications. *Cereal Chemistry*. 2013. Vol. 90, No. 4. P. 367–376.

202. Rasheed F., Kuktaite R., Hedenqvist M. S. et al. The use of the plant as a “green factory” to produce high strength gluten-based plastics. *Green Chemistry*. 2016. Vol. 18, Iss. 9. P. 2782–2792.

203. Costa M. S., Sholz M. B. S., Franco C. N. L. Effect of high and low molecular weight glutenin subunits, and subunits of gliadin on physicochemical parameters of different wheat genotypes. *Food Science and Technology (Campinas)*. 2013. Vol. 33 (Supl. 1). P. 163–170.

204. Naeem H. A., Paulon D., Irmak S., MacRitchie F. Developmental and environmental effect on the assembly of glutenin polymers and the impact on grain quality of wheat. *Journal of Cereal Science*. 2012. Vol. 56, Iss. 1. P. 51–57.

205. Леонов О. Ю. Технологічні та хлібопекарські властивості зразків пшениці м'якої ярої залежно від походження. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 130–140.

206. 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. № 3. С. 32–39. doi: 10.31210/visnyk2020.03.03

207. Василенко Н. В., Правдзіва І. В., Вологдіна Г. Б. та ін. Фактори впливу на якість зерна та борошна нових сортів пшениці м'якої озимої. 2. Показники якості борошна. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 191–202.

208. Бараболя О. В., Татарко Ю. В., Олефір О. А. Вплив якісних показників зерна пшениці озимої на хлібопекарські властивості борошна. *SWorld Journal*. 2021. No. 07-03. P. 68–76.
209. Животков Л. О., Корчинський А. А. Формування сортової структури пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 7. С. 42–43.
210. Попереля Ф. О. Три основні генетичні системи якості зерна озимої м'якої пшениці. *Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України* : збірник наукових праць. Одеса, 1996. С. 117–132.
211. Лиса Л. Л. Комбінаційна здатність сортів озимої пшениці за вмістом білка в зерні у системі діалельних схрещувань. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2009. Т. 41, № 3. С. 242–247.
212. Rahman M. A., Siddique N. A., Robiul Alam R. et al. Genetic analysis of some yield contributing and quality characters in spring wheat (*Triticum aestivum*). *Asian Journal of Plant Sciences*. 2003. Vol. 2, Iss. 3. P. 277–282.
213. Garg M., Yanaka N., Tanaka H., Tsujimoto H. Introgression of useful genes from *Thinopyrum intermedium* to wheat for improvement of breadmaking quality. *Plant Breeding*. 2014. Vol. 3, No. 133. P. 327–334. doi: 10.1111/pbr.12167
214. Kumar A., Garg M., Kaur N. et al. Rapid development and characterization of chromosome specific translocation line of *Thinopyrum elongatum* with improved dough strength. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. Article Number 1593. 13 p. doi: 10.3389/fpls.2017.01593
215. Elbasyoni I. S., Morsy S. M., Ramamurthy R. K., Nassar A. M. Identification of genomic regions contributing to protein accumulation in wheat under well-watered and water deficit growth conditions plants. *Plants*. 2018. Vol. 7, No. 3. Article Number 56. 15 p. doi: 10.3390/plants7030056
216. Padmanaban S., Zhang P., Hare R. A. et al. Pentaploid wheat hybrids: applications, characterisation, and challenges. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. Article Number 358. 11 p. doi: 10.3389/fpls.2017.00358
217. Tabbita F., Lewis S., Vouilloz J. P. et al. Effects of the *Gpc-B1* locus on

high grain protein content introgressed into Argentinean wheat germplasm. *Plant Breeding*. 2013. Vol. 132, Iss. 1. P. 48–52. doi: 10.1111/pbr.12011

218. Моцний І. І., Нарган Т. П., Лифенко С. П., Єриняк М. І. Залучення інтрогресивних ліній для селекції пшениці м'якої озимої. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія : Біологія. 2014. Вип. 1 (31). С. 79-90.

219. Січкач С. М., Великожон Л. Г., Дубровна О. В. Аналіз локусів *Glu1* у гібридів *Triticum spelta* L. × *Triticum aestivum* L. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т. 21. С. 187–192.

220. Полянецька І. О. Селекційно-генетичне покращення *Triticum spelta* L. та використання її в селекції *Triticum aestivum* L. : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец.06.01.05 «Селекція і насінництво». Київ, 2012. 20 с.

221. Гетьман О. О., Дубовик Н. С., Кириленко В. В. Особливості зав'язування зерен у  $F_1$  при схрещуванні *Triticum aestivum* L. та *Triticum spelta* L. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Умань, 15 жовтня 2021 р.). 2021. С. 45–47.

222. Діордієва І. П. Лінії пшениці спельти Уманського національного університету садівництва. *Генетичні ресурси рослин*. 2018. № 23. С. 32–39.

223. Сухомуд О. Г., Любич В. В., Полянецька І. О., Парій Ф. М. Якість зерна спельтоподібних гібридів  $F_{3-5}$ , одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2012. № 81 (1). С. 183–189.

224. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення : монографія. Київ : Логос, 2011. 496 с.

225. Литвиненко М. А., Голуб Є. А. Ідентифікація зразків колекції ярої м'якої пшениці за електрофоретичними спектрами запасних білків. *Збірник наукових праць СГІ–НЦНС*. 2007. Вип. 10. С. 89–98.

226. Благодарова О. М., Литвиненко М. А., Голуб Є. А. Геногеографія алелів гліадин-глютенінкодуєчих локусів українських сортів озимої м'якої пшениці та їх зв'язок з агрономічними ознаками. *Збірник наукових праць СГІ–*

НЦНС. 2004. № 6, Ч. 2. С. 124–138.

227. 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 Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*. 2004. Vol. 24, No 7. P. 1227–1232.

228. Chu Chenggen, Feng Yigao, Chen Peudi. The transference of the traits large kernel and high seed protein content from *T. dicoccoides* into common wheat. *Journal of Nanjing Agricultural University*. 2001. Vol. 24, No 2. P. 16–19.

229. Alvarez J. B., Guzmán C. Interspecific and intergeneric hybridization as a source of variation for wheat grain quality improvement. *Theoretical and Applied Genetics*. 2017. Vol. 131, No 2. P. 225–321. doi: 10.1007/s00122-017-3042-x

230. Aussenac T., Rhazy L. Accumulation of polymeric proteins in developing grains of hexaploid wheats in relation with changes in glutathione thiol-disulphide status. *Proceeding of the 10th International Gluten Workshop* (Clermont-Ferrand, France, 2009). Clermont-Ferrand, 2009. P. 26–27.

231. Majoul T., Bancel E., Triboui E., Branlard G. Effect of water stress on the protein patterns of two Tunisian bread wheat cultivars differing in drought tolerance. *Proceeding of the 10th International Gluten Workshop* (Clermont-Ferrand, France, 2009). Clermont-Ferrand, 2009. P. 68–71.

232. Shewry P., Tosi P., Jones D. et al. Using epitope tagging to explore the trafficking, location and functional properties of wheat gluten protein. *Gluten proteins 2006* / ed. by G. L Lookhar., P. W. K Ng. American Association of Cereal Chemists (AACCC), St Paul, MN, 2007. P. 112–115.

233. Рибалка О. І. Генетичне поліпшення якості пшениці : автореф. дис. ... доктора біол. наук : спец. 03.00.15 «Генетика». Одеса, 2009. 44 с.

234. Рибалка О. І., Червоніс М. В., Литвиненко М. А. Генетична гетерогенність сортів пшениці одеської селекції за алельним складом Gli/Glu-локусів. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 2. С. 54–59.

235. Lupton F. Advances in work on breeding wheat with improved grain quality in the twentieth century. *Journal of Agricultural Science*. 2005. Vol. 143, Iss. 2–3. P. 113–116.

236. Ceglinska A., Cacak-Pietrzak G., Haber T. et al. Wspolzaleznosci pomiedzy cechami jakosciowymi rodow pszenicy ozimej. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin*. 2003. No. 230. P. 65–70.

237. Тимошенко О. В., Голик Л. М., Стариченко В. М. та ін. Кореляційний зв'язок висоти рослин із вмістом протеїну та їх мінливість у гібридних популяціях другого покоління пшениці озимої. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2015. № 1. С. 139–146.

238. Хохлов А. Н., Парфентьев М. Г., Попереля Ф. А. О характере детерминации твердости и морфологических признаков гибридных зерновок пшеницы. *Сельскохозяйственная биология*. 1993. № 5. С. 79–85.

239. Зорунько В. И. Качество зерна у сортоотборов озимой мягкой и твердой пшеницы, различающихся по высоте растений. *Биохимия и агротехника полевых культур Причерноморской степи Украины*: сборник научных трудов / Одесский СХИ. Одесса, 1990. С. 31–38.

240. Bona L., Matuz J., Acs E. Correlation between screening methods and technological quality characteristics in bread wheat. *Cereal Research Communications*. 2003. Vol. 31, No. 1/2. P. 201–204.

241. Коломієць Л. А., Колючий В. Т., Власенко В. А. Генетичні ресурси пшениці м'якої озимої за якістю зерна та результати селекції в Миронівці. *Фактори експериментальної еволюції організмів*: збірник наукових праць / за ред. М. В. Роїка. Київ: Логос, 2006. Т. 3. С. 220–228.

242. Орлюк А. П., Жужа В. А. Оценка качества зерна озимой мягкой пшеницы на ранних этапах селекции. *Selekcija i semenonarstvo. Plant breeding and seed production*. 2006. Vol. XII. № 1–2. Str. 15–21.

243. Bekes F. New aspects in quality related wheat research: 1. Challenges and achievements. *Cereal Research Communications*. 2012. Vol. 40, No. 2. P. 159–184.

244. Починок В. М., Маменко Т. П., Тарасюк О. І. та ін. Сучасний стан селекції пшениці озимої на якість зерна. *Селекційно-генетична наука і освіта*

(Парієві читання) : матеріали VI міжнародної наукової конференції (м. Умань, 15–17 березня 2017 р.). Умань, 2017. С. 205–209.

245. Wrigley C. W., Asenstorfer R., Batey I. L. et al. The biochemical and molecular basis of wheat quality. *Wheat: Science and Trade* / ed. by B. F. Carver. Oxford, UK : Wiley-Blackwell, 2009. Chapter 21. P. 495–520.

246. Rakszegi M., Molnár I., Lovegrove A. et al. Addition of *Aegilops* U and M chromosomes affects protein and dietary fiber content of wholemeal wheat flour. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. Article Number 1529. doi: 10.3389/fpls.2017.01529

247. Farkas A., Molnár I., Dulai S. et al. Increased micronutrient content (Zn, Mn) in the 3M<sup>b</sup>(4B) wheat – *Aegilops biuncialis* substitution and 3M<sup>b</sup>.4BS translocation identified by GISH and FISH. *Genome*. 2014. Vol. 57, No. 2. P. 61–67. doi: 10.1139/gen-2013-0204

248. Zho J. P., Yao C. H., Yang E. N. et al. Characterization of a new wheat – *Aegilops biuncialis* addition line conferring quality-associated HMW glutenin subunits. *Genetics and Molecular Research*. 2014. Vol. 13, No. 1. P. 660–669. doi: 10.4238/2014

249. Tan F., Zhou J., Yang Z. et al. Characterization of a new synthetic wheat – *Aegilops biuncialis* partial amphiploid. *African Journal of Biotechnology*. 2009. Vol. 8, No. 14. P. 3215–3218. doi: 10.5897/AJB09.359

250. Козуб Н. О., Созінов І. О., Бідник Г. Я. та ін. Створення і дослідження матеріалу *Triticum aestivum* L. з інтрогресіями від *Aegilops biuncialis* Vis. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2018. Т. 23. С. 297–301. doi: 10.7124/FEEEO.v23.1031

251. Molnár I., Gaspar L., Savari E. et al. Physiological and morphological responses to water stress in *Aegilops biuncialis* and *Triticum aestivum* genotypes with differing tolerance to drought. *Functional Plant Biology*. 2004. Vol. 31. P. 1149–1159. doi: 10.1071/FP03143

252. Dulai S., Molnár I., Szopkó D. et al. Wheat – *Aegilops biuncialis* amphiploids have efficient photosynthesis and biomass production during osmotic

stress. *Journal of Plant Physiology* 2014. Vol. 171, No.7. P. 509–517. doi: 10.1016/j.jplph.2013.11.015

253. Molnár-Láng M., Linc G., Nagy E.D. et al. Molecular cytogenetic analysis of wheat-alien hybrids and derivatives. *Acta Agronomica Hungarica*. 2002. Vol. 50, No 3. P. 303–311. doi: 10.1556/AAgr.50.2002.3.8

254. Schneider A., Linc G., Molnár I., Molnár-Láng M. Molecular cytogenetic characterization of *Aegilops biuncialis* and its use for the identification of 5 derived wheat – *Aegilops biuncialis* disomic addition lines. *Genome*. 2005. Vol. 48, No.6. P. 1070–1082. doi: 10.1139/g05-062

255. Molnár I., Benavente E., Molnár-Láng M. Detection of intergenomic chromosome rearrangements in irradiated *Triticum aestivum* – *Aegilops biuncialis* amphiploids by multicolour genomic in situ hybridization. *Genome*. 2009. Vol. 52, No. 2. P. 156–165. doi: 10.1139/g08-114

256. Созінов О. О. Нові рубежі в селекції рослин. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 2. С. 22–24.

257. Ремесло В. М., Рубін С. С., Блажевський В. К. та ін. Чим забезпечуються високі врожаї пшениці. Одеса : Маяк, 1967. 103 с.

258. Природні ресурси Лісостепу та перспективи оптимізації землекористування. *Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України* / редкол. : М. В. Зубець та ін. Київ : Аграрна наука, 2010. С. 15–37.

259. Мироновские пшеницы / под общ. ред. В. Н. Ремесло / 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Колос, 1976. 336 с.

260. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Агробізнес України в картах і коментарях. *Зерно*. 2014. № 1. С. 69–71.

261. Гупало М. Г. Характеристика почвенно-климатических условий Станции. *Работы по селекции и семеноводству зерновых, зернобобовых культур и многолетних трав* : научный отчет за 1944–1949 гг. / Мирон. гос. селекц. ст. им. В. Ф. Старченко. Киев ; Харьков : Госсельхозиздат УССР, 1950. Вып. 1. С. 8–12.

262. Шевченко А. И., Борсук Г. Е., Шевченко Ал. И., Жудра С. Н. Почвы Мироновского института и их плодородие. *Селекция, семеноводство и сортовая агротехника* : сборник научных трудов. Мироновка, 1978. Вып. 2. С. 84–87.

263. Шевченко О. І., Кривда Ю. І., Демиденко В. Г. Деградація чорнозему типового у сівозмінах Миронівського інституту пшениці. *Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла*. 2009. Вип. 9. С. 292–300.

264. Зубов О. Р., Зубова Л. Г., Славгородська Ю. В. Оцінка впливу метеорологічних факторів на врожайність озимих культур в умовах північної частини Луганської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 14–20.

265. Лопатинська А. Ю. Очікувані наслідки зміни клімату. *Вісник Дніпропетровського університету*. 2011. Вип. 5 (2). С. 26–33.

266. Стефановська Т. Р., Підліснюк В. В. Оцінка вразливості змін клімату сільського господарства України. *Екологічна безпека*. 2010. № 1 (9). С. 62–66.

267. Трипольська Г. М. Як проявляється зміна клімату в Україні? [URL:https://ua.boell.org/uk/2020/06/09/yak-proyavlyaetsya-zmina-klimatu-v-ukraini](https://ua.boell.org/uk/2020/06/09/yak-proyavlyaetsya-zmina-klimatu-v-ukraini).

268. В Україні агрокліматичні зони змістилися на 200 км. [URL:https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-agroklimaticni-zoni-zmistilisa-na-200-km](https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-agroklimaticni-zoni-zmistilisa-na-200-km).

269. Адаменко Т. І. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? *Німецько-український агрополітичний діалог*. 2019. 34 с.

270. Адаменко Т. Агрометеорологічні особливості весняно-літнього періоду та їх вплив на сільськогосподарські культури. *Агроном*. 2017. № 3. С. 14–15.

271. Адаменко Т. Кліматичні особливості минулого вегетаційного періоду та ймовірний розвиток погодних процесів узимку. *Агроном*. 2018. № 4. С. 18.

272. Адаменко Т. Особливості клімату у 2018 році. Погодні умови холодного періоду 2018–2019 рр. та їх вплив на посіви озимих культур. *Агроном*. 2019. № 1 (63). С. 16–19.
273. Ткаченко Т. Г. Агрометеорологія : навчальний посібник. Харків : ХНАУ, 2015. 268 с.
274. Адаменко Т. Кліматичні особливості осені та підготовка озимини до перезимівлі. *Агроном*. 2020. № 4 (70). С. 10–11.
275. Адаменко Т. Погодні умови зимового періоду та їх вплив на посіви озимих культур. *Агроном*. 2021. № 1. С. 13.
276. Адаменко Т. Агрометеорологічні особливості осені та їх вплив на озимі культури. *Агроном*. 2021. № 4 (74). С. 16–17.
277. Електронний ресурс: <http://www.mip.com.ua/page/72-pshenytsya-m-yaka-ozyma-podolianka> 10.07.2023
278. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Гуменюк О. В. та ін. Каталог сортів зернових культур. Миронівка, 2022. 82 с.
279. Спосіб подвійного запилення в селекції м'якої озимої пшениці *Triticum aestivum* L. : пат. 139973 Україна. А01Н 1/04 / Г. Б. Вологдіна, О. А. Демидов, О. В. Гуменюк, Н. П. Замліла, О. Л. Дергачов. № а 2019 05091; заявл. 14.05.2019; опубл. 10.02.2020, Бюл. № 3. 3 с.
280. Гірко В. С., Сабадін Н. А. Біологічні особливості озимої пшениці та перспективи їхнього використання в селекції. *Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України* / за ред. В. Т. Колючого, В. А. Власенка, Г. Ю. Борсука. Київ : Аграрна наука, 2007. С. 8–42.
281. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. Охорона прав на сорти рослин. Офіційний бюлетень. Київ, 2003. Т. 2, Ч. 3. 241 с.
282. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів : навчальний посібник / за ред. В. В. Кириченка, В. П. Петренкової. Харків : Ін.-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2012. 320 с.

283. Пшениця. Технічні умови : ДСТУ 3768:2010. [Чинний від 2010-04-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 17 с. (Національні стандарти України).
284. Пшениця. Технічні умови : ДСТУ 3768:2019. [Чинний від 2019-06-10]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 21 с. (Національні стандарти України).
285. Дідора В. Г., Смаглий О. Ф., Ермантраут Е. Р. та ін. Методика наукових досліджень в агрономії : навчальний посібник. Київ : «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.
286. Griffing V. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol. 35. P. 303–321.
287. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State College Journal of Science*. 1965. Vol. 39, Iss. 3. P. 345–358.
288. Воскресенская Г. С., Шпота В. И. Трансгрессия признаков у гибридов и методика количественного учета этого явления. *Доклады ВАСНИЛ*. 1967. № 7. С. 18–20.
289. Літун П. П., Кириченко В. В., Петренкова В. П., Коломацька В. П. Системний аналіз в селекції польових культур : навчальний посібник. Харків, 2009. 354 с.
290. Опря А. Т., Дорогань-Писаренко Л. О., Єгорова О. В., Кононенко Ж. А. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань). 2-ге вид., перероб. і допов. Київ : Центр учбової літератури, 2014. 536 с.
291. Фетісов В. С. Пакет статистичного аналізу даних STATISTICA. Ніжин : НДУ ім. М. В. Гоголя, 2018. 114 с.
292. Farshadfar E., Poursiahbidi M. M., Safavi S. M. Assessment of drought tolerance in land races of bread wheat based on resistance/tolerance indices. *International International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 2018. Vol. 6, Iss. 4. P. 233–245.
293. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6, Iss. 1. P. 36–40.

294. Кильчевский А. В., Хотылёва Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода. *Генетика*. 1985. Т. 21, № 9. С. 1481–1490.

295. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов дифференцирующей способности среды. Сообщение 2. Числовой пример и обсуждение. *Генетика*. 1985. Т. 21, № 9. С. 1491–1498.

296. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / пер. с англ. В. Н. Перегудова. Москва : Сельхозиздат, 1961. 503 с.

297. Власенко В. А. Оцінка адаптивності сортів пшениці м'якої ярої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 4. С. 93–103.

298. Арбузов В. С., Ефремова Т. Т., Мартинек П. и др. Изменчивость признаков продуктивности колоса у гибридов F<sub>2</sub>, полученных от скрещивания сортов мягкой пшеницы Новосибирская 67, Саратовская 29, Руза-4 с многоцветковой линией Skle 123-09. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2014. Т. 18, № 4/1. С. 704–712.

299. Моргун Б. В., Степаненко О. В., Степаненко А. І., Рибалка О. І. Молекулярно-генетична ідентифікація поліморфізму генів Wx у гібридах м'якої пшениці за допомогою мультиплексних полімеразних ланцюгових реакцій. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47, №1. С. 25–35.

300. Pokhylko S. Y., Schwartau V. V., Mykhalska L. M. et al. ICP-MS analysis of bread wheat carrying the Gpc-B1 gene of *Triticum turgidum*ssp. *Dicoccoides*. *Biotechnologia acta*. 2016. No. 5. С. 64–69.

301. Горбачова С. М. Результати і методи селекції зі створення нових конкурентоспроможних сортів проса. *Селекція і насінництво*. 2011. № 99. С. 108–114.

302. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці *T. aestivum* L. на адаптивність до

умов довкілля. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 92–96.

303. Нетіс І Т. Пшениця озима на Півдні України : монографія. Харків : Олдіплюс, 2011. 352 с.

304. Кривенко А. І., Почколіна С. В., Безеде Н. Г. Урожайність та якість зерна перспективних сортів озимої пшениці за різними строками сівби в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 78–85.

305. Гирка А. Д., Педаш О. О., Кулик І. О. та ін. Продуктивність пшениці озимої залежно від строку сівби та норми висіву після ріпаку озимого в умовах Степу. *Ukrainian J. of Ecology*. 2017. № 7 (1). Р. 30–36.

306. Ткачук В. П., Сторожук В. В., Тимощук Т. М. Забур'яненість та продуктивність агрофітоценозу пшениці озимої залежно від строків сівби і норм висіву. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. Т. 1, № 1 (58). С. 69–79.

307. Уліч О. Л. Вплив строків сівби на реалізацію потенціалу продуктивності сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах зміни клімату. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 4. С. 58–62.

308. Мостіпан М. І. Поправки до технології. *Farmer*. 2016. С. 62–66.

309. Ткачук В. П., Тимощук Т. М. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3 (864). С. 38–44.

310. Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А. Фотосинтетична діяльність насінневих посівів пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин в умовах Півдня України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 2 (72). 12 с. doi: [10.31548/dopovidi2018.02.014](https://doi.org/10.31548/dopovidi2018.02.014)

311. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В. Висота та врожайність зерна сортів пшениці озимої під впливом оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2018. Вип. 2. С. 6–13.

312. Мостіпан М. І. Реакція пшениці озимої на час припинення осінньої вегетації в північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1 (24). С. 116–126.

313. Mostipan M., Umrychin N., Mytsenko V. The interrelation between the productivity of winter wheat and weather conditions in autumn and early spring periods in the Northern Steppe of Ukraine. *Stiinta Agricola*. 2019. № 1. P. 10–16.

314. Корхова М. М. Строки сівби пшениці. *Агрономія сьогодні*. 2020. № 3 (18). С. 13–17.

315. Базалій В. В., Бойчук І. В., Козлова О. П., Ларченко О. В., Базалій Г. Г. Вплив часу відновлення весняної вегетації і строків сівби на врожайність сортів пшениці озимої різного типу розвитку. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 68–73.

316. Адаменко Т. Особливості погодних умов зимового періоду 2019–2020 рр. в Україні. *Агроном*. 2020. № 1. С. 16–19.

317. Танчик С. П., Паламарчук О. М. Вплив попередників на урожайність та якість зерна пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України: [електронний ресурс]. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. № 49. Режим доступу: [http://nd.nubip.edu.ua/2014\\_7/17.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2014_7/17.pdf).

318. Гусенкова О. В., Тищенко В. М. Формування і мінливість структурних елементів урожайності пшениці озимої в умовах контрольованого середовища. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 100–103. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.14>

319. Lozinskiy M., Burdenyuk-Tarasevych L., Grabovskyi M., Lozinska T., Sabadyn V., Sidorova I., Panchenko T., Fedoruk Y., Kumanska Y. Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. *Agronomy Research*. 2021. № 19 (2). P. 540–551. <https://doi.org/10.15159/AR.21.071>

320. Лозінська Т. П., Федорук Ю. В., Ображій С. В. Оцінка сортів пшениці ярої за елементами продуктивності в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2018. № 2. С. 40–46.

321. Лозінський М. В., Устинова Г. Л. Оцінка сортів пшениці м'якої озимої за фенотиповою і генотиповою мінливістю продуктивної куцистості. *Current issues, achievements and prospects of Science and education: the XII*

International Science Conference (Athens, Greece May 03–05). Athens, 2021. P. 18–20.

322. Козаченко М. Р., Четверик О. О. Морфо-біологічні особливості сортів пшениці м'якої озимої різного походження в умовах східної частини Лісостепу України. *Бюлетень ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. № 7. С. 94–96.

323. Протопиш И. Г. Формирование структуры урожая пшеницы озимой в зависимости от сроков посева и предшественников в правобережной Лесостепи Украины. *Stiinta Agricola*. 2016. Vol. 1. P. 22–25.

324. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Сінельник О. О. Адаптивність селекційних номерів пшениці м'якої озимої за продуктивною кущистістю. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали III міжнародна науково-практична конференції (м. Дніпро, 2018 р.)*. Дніпро. 2018. С. 23–24.

325. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивний і продуктивний потенціал пшениці. Херсон: Айлант, 2002. 276 с.

326. Нетіс І. Т. Озима пшениця в зоні Степу. Херсон: Айлант, 2004. 95 с.

327. Лозінський М. В. Кореляційні взаємозв'язки між елементами продуктивності головного колосу у гібридів  $F_{1-2}$  пшениці м'якої озимої, отриманих від схрещування різних екотипів. *Професор С. Л. Франкфурт (1866–1954) – видатний вчений-агробіолог, один із дієвих організаторів академічної науки в Україні (до 150-річчя від дня народження): матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 18 листопада 2016 р.)*. Київ. 2016. С. 77–78.

328. Лозінський М. В. Кореляційні взаємозв'язки довжини колосоносного міжвузля з кількісними ознаками і врожайністю зерна у пшениці м'якої озимої. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 4–5 березня 2021 р.)*. Біла Церква: БНАУ. 2021. С. 80–83.

329. Негіс І. Т. Кореляційні зв'язки врожайності пшениці озимої і запаси вологи в ґрунті в різні фази розвитку рослин. *Таврійський науковий вісник*. 2016. Вип. 26. С. 98–103.

330. Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б. Мінливість морфобіометричних показників рослин сортів і селекційних ліній пшениці озимої на час припинення осінньої вегетації в умовах Центрального Лісостепу. *Сільське господарство в умовах глобальних викликів: стратегічні пріоритети та загрози. Вклад молодих вчених: матеріали Науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених і спеціалістів в Україні (сmt. Чабани, 22 грудня 2022 р.)*. Чабани, 2022. С. 31–33.

331. Вологдіна Г. Б., Рисін А. Л. Мінливість висоти рослин сортів і селекційних ліній пшениці озимої в умовах Лісостепу України. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 30 березня 2023 р.)*. Біла Церква, 2023. С. 105–109.

332. Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Мінливість продуктивності колосу сортів і селекційних ліній пшениці озимої в умовах Лісостепу України. *Селекція, генетики та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів (с. Центральне, 21 квітня 2023 р.)*. Центральне, 2023. С. 108.

333. Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Особливості формування біометричних показників рослин пшениці озимої восени в умовах Лісостепу України. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Частина 2 (м. Київ, 6–7 липня 2023 р.)*. Київ, 2023. С. 154–158.

334. Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б. Мінливість елементів структури врожайності сортів і селекційних ліній пшениці озимої в умовах Лісостепу

України. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 43–54.  
<https://doi.org/10.31867/2523-4544/0257>.

335. Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б. Особливості прояву біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації в Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2023. № 5/105. [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.006). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/44183>.

336. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А., Лисікова В. М. Адаптивна система селекції сортів пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 8. С. 30–41.

337. Gyrka A. D., Pedash O. O., Kulyk I. O. et al. Productivity of winter wheat after winter rape regards sowing time and seeding rate in Ukrainian Step conditions. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2016. Vol. 7(1). P. 30–36.

338. Возіян В. В., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Технологічні властивості зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження. *Збірник наукових праць Вінницького НАУ*. 2013. Вип. 1. С. 121–125.

339. Gilliham M., Able J. A., Roy S. J. Translating knowledge about abiotic stress tolerance to breeding programmes. *The Plant Journal*. 2017. Vol. 90, Iss. 5. P. 898–917. doi: 10.1111/trj.13456

340. Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т., Лузан Ю. Я. Розвиток аграрної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні. Київ : Аграрна наука, 2018. 328 с.

341. Божко Л. Ю. Оцінка впливу екстремальних явищ на продуктивність сільськогосподарських культур : навчальний посібник. Одеса : Екологія, 2013. 240 с.

342. Хахула В. С., Уліч Л. І., Уліч О. Л. Вплив екологічного чинника на реалізацію селекційного потенціалу нових сортів пшениці озимої м'якої. *Агробіологія*. 2013. № 11. С. 44–49.

343. Штакал М. І., Голик Л. М., Левченко О. С. та ін. Оцінювання сортів і ліній пшениці озимої за стабільною врожайністю та адаптивністю в умовах зміни клімату Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 2 (828). С. 62–69.

344. Liu Y., Chen Q., Chen J. et al. Plausible changes in wheat-growing periods and grain yield in China triggered by future climate change under multiple scenarios and periods. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 2021. Vol. 147, Iss. 741. P. 4371–4387. doi: 10.1002/qj.4184

345. Близнюк Б. В., Лось Р. М., Демидов О. А. та ін. Вплив погодних умов на тривалість окремих періодів вегетації та врожайність пшениці м'якої озимої у Лісостепу й Поліссі. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 8. С. 73–90.

346. Феоктістов П. О., Блищик Д. В. Вплив змін клімату на строки сівби озимої пшениці на Півдні України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2014. № 1–2. С. 56–61.

347. Кривенко А. І., Почколіна С. В., Безеде Н. Г. Урожайність та якість зерна перспективних сортів озимої пшениці за різними строками сівби в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 78–85. doi: [10.32851/2226-0099.2019.107.10](https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.10)

348. Коломієць Л. А., Кириленко В. В., Маринка С. М. Формування показників адаптивності (урожайності, маси 1000 зерен та натури зерна) ліній пшениці озимої залежно від гідротермічних умов у зоні Лісостепу України. *Селекція і насінництво* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків, 2012. Вип. 102. С. 22–29.

349. Лучной В. В., Панченко І. А. Екологічна пластичність амілазного комплексу зерна озимої пшениці. *Адаптивна селекція рослин. Теорія і практика* : тези Міжнародної конференції (г. Харків, 11–14 листопада 2002 г.). Харків, 2002. С. 55–56.

350. Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Показники якості зерна сортів та селекційних ліній пшениці озимої в умовах центральної частини Лісостепу України. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали ІХ Міжнародної

науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). Електронний ресурс: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua>, 2021. С. 95.

351. Починок В. М., Маменко Т. П., Тарасюк О. І. Основні фактори впливу на реалізацію генетичного потенціалу пшениці та покращення якості зерна. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т. 21. С. 174–176.

352. Тищенко В. Н. Направления селекции озимой пшеницы на улучшение технологических свойств. *Agro Mage*. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=230](https://agromage.com/stat_id.php?id=230)

353. Орлюк А. П., Жужа В. О., Щербина З. В. Прогнозування ефективності добору за ознаками якості зерна озимої м'якої пшениці. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення*. 2007. Вип. 9 (49). С. 164–175.

354. Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б. Оцінка сортів і перспективних ліній пшениці озимої за якістю зерна в умовах Лісостепу України. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 19 квітня 2019 р.). Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. С. 96–97.

355. Demydov O., Pravdziva I., Hudzenko V., Rysin A., Volohdina H., Siroshstan A., Yurchenko T., Zaima O., Misiura I. Formation of flour quality indicators in different winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes depending on abiotic and anthropogenic factors. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, Iss. 8. P. 111–118. doi: 10.15421/2021\_277

356. Рисін А. Л., Демидов О. А., Замліла Н. П., Вологдіна Г. Б. Адаптивність сортів і селекційних ліній пшениці озимої за показниками якості зерна. *Сільське господарство в умовах глобальних викликів: стратегічні пріоритети та загрози. Вклад молодих вчених*: матеріали Науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених і спеціалістів в Україні (сmt. Чабани, 22 грудня 2022 р.). Чабани, 2022. С. 40–42.

357. Рисін А. Л. Адаптивність сортів і селекційних ліній пшениці озимої за комплексом цінних ознак в умовах центрального Лісостепу України. *Особливості визначення адаптивності селекційних ліній пшениці м'якої озимої в умовах центрального Лісостепу України*. Київ : Компринт, 2023. С. 128–166.  
<https://doi.org/10.31073/mono-myr-pecindet2023>

358. Shcherbakova Yu. Inheritance of economically valuable characteristics in intervarious hybrids of wheat in soft winter under Forest steppe. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2021. № 55, Vol. 2. P. 16–20.

359. Juraev D. T., Amanov O. A., Dilmurodov S. D. at al. Heritability of valuable economic traits in the hybrid generations of bread wheat. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2021. Vol. 25, Iss. 4. P. 2008–2019.

360. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І. Селекція та насінництво польових культур: практикум. Біла Церква, 2008. 192 с.

361. Ibrahim A. U., Yadav B., Anusha R., Magashi A. I. Heterosis studies in durum wheat (*Triticum durum* L.). *Journal of Genetics, Genomics and Plant Breeding*. 2020. Vol. 4, No. 1. P. 2–8.

362. Базалій В. В., Базалій Г. Г., Марченко О. В. Особливості формування і характер мінливості ознак продуктивності озимої пшениці за різних умов вирощування. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2006. Т. 3. С. 174–176.

363. Лозінський М. В., Варнава Н. С. Детермінація кількості колосків головного колосу реципрокними гібридами пшениці озимої. *Агробіологія: збірник наукових праць / Білоцерківський НАУ*. 2010. Вип. 4 (80). С. 69–72.

364. Лозінський М. В., Устинова Г. Л. Успадкування в F<sub>1</sub> і трансгресивна мінливість в F<sub>2</sub> довжини головного колосу за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2020. Вип. 2. С. 70–78.

365. Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Кириленко В. В., Вологдіна Г. Б. Успадкування елементів продуктивності та їх трансгресивна мінливість у

гібридів пшениці м'якої озимої, створених схрещуванням сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 26–38.

366. Власенко В. А., Бакуменко О. М. Генетична оцінка елементів продуктивності гібридів F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої, створених за участі носіїв інтрогресованих компонентів. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 4. С. 88–101.

367. Базалій В., Домарацький Е., Бойчук І. та ін. Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 87–93.

368. Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. та ін. Адаптивний потенціал вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої ярої. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Вип. 21. С. 221–224.

369. Базалій В. В., Бойчук І. В., Лавриненко Ю. О. та ін. Особливості формування ознак продуктивності і урожайності у сортів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2020. Т. 27. С. 29–34.

370. Криворученко Р. В., Гопцій В. О. Характер успадкування комплексу морфофізіологічних ознак продуктивності в гібридів F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання». 2019. Вип. 2. С. 176–197. DOI: 10.35550/ISSN2413-7642.2019.02.18.

371. Васильківський С. П., Івко Ю. О. Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування у гібридів F<sub>1</sub> ріпаку озимого. *Агробіологія*. 2013. № 10. С. 5–10.

372. Würschum, T., Liu, W., Busemeyer, L. et al. Mapping dynamic QTL for plant height in triticale. *BMC Genetics*. 2014. Vol. 15, Iss.1. DOI: [10.1186/1471-2156-15-59](https://doi.org/10.1186/1471-2156-15-59).

373. Miedaner, T., Hübner, M., Korzun, V. et al. Genetic architecture of complex agronomic traits examined in two testcross populations of rye (*Secale cereale* L.). *BMC Genomics*. 2012. Vol. 13, Iss. 1. DOI: 10.1186/1471-2164-13-706.

374. Шелепов В. В., Гаврилюк М. М., Чебаков М. П. та ін. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці. Миронівка : [б. в.], 2007. 405 с.
375. Орлюк А. П., Усик Л. О. Вплив генотип-середовищних взаємодій на морфометричні ознаки і продуктивність озимої м'якої пшениці. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 36. С. 17–23.
376. 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.
377. Волощук С. І., Юрченко Т. В. Мінливість ознаки довжина стебла у гібридно-мутантних популяціях пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 5. С. 36–40.
378. Моцний І. І., Гончарова А. І., Чеботар Г. О., Чеботар С. В. Ступінь фенотипового домінування та успадковуваність за ознакою висота рослини у гібридів пшениці з різними алелями *Rht*-генів. *Цитология і генетика*. 2017. Т. 51, № 1. С. 25–33.
379. Кузьменко Є. А., Хоменко С. О., Федоренко М. В. Ступінь фенотипового домінування ознак продуктивності у гібридів першого покоління пшениці твердої ярої. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 54–67.
380. Лозінський М. В. Успадкування довжини стебла і міжвузлів пшениці м'якої озимої в  $F_1$  та розщеплення в  $F_2$  за гібридизації різних екотипів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Агрономія і біологія. 2016. Вип. 9. С. 186–191.
381. Макаренко Н. М. Характер успадкування висоти рослин гібридами  $F_1$  пшениці м'якої озимої залежно від генотипу та умов вегетації. *Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків УААН*. 2008. Вип. 10. С. 143–147.
382. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф. Мутационная селекция пшеницы. Киев: Наукова думка, 1995. 624 с.
383. Шелепов В. В., Гаврилюк Н. Н., Вергунов В. А. Пшеница: биология, селекция, морфология, семеноводство. Киев: Логос, 2013. 498 с.

384. Juraev D. T., Amanov O. A., Dilmurodov S. D., Meyliev A. K., Boysunov N. B. et al. Heritability of valuable economic traits in the hybrid generations of bread wheat. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2021. Vol. 25, Iss. 4. P. 2008–2019.

385. Базалій В. В. Принципи адаптивної селекції озимої пшениці в Південному Степу. Херсон: Айлант, 2004. 243 с.

386. Khomenko S., Fedorenko M., Chugunkova T. Inheritance of yield components and heterosis in spring durum wheat hybrids (*Triticum durum* Desf.). *Cytology and Genetics*. 2021. Vol. 55, No 4. P. 309–316. DOI: 10.3103/S0095452721040058

387. Лучна І. С. Успадкування основних елементів продуктивності у гібридів F<sub>1</sub> пшениці озимої в процесі створення стійкого до хвороб вихідного матеріалу. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 153–159.

388. Лозінський М. В. Успадкування і трансгресивна мінливість загальної і продуктивної кущистості внутрішньовидових гібридів пшениці озимої. *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 53–56.

389. Marza F., Bai G.-H., Carver B. F., Zhou W.-C. Quantitative trait loci for yield and related traits in the wheat population Ning7840 x Clark. *Theoretical and Applied Genetics*. 2006. Vol. 112, Iss. 4. P. 688–698. doi: 10.1007/s00122-005-0172-3

390. Wessam A., Matthias R., Patrick T. et al. Hybrid durum wheat: heterosis of grain yield and quality traits and genetic architecture of anther extrusion. . *Theoretical and Applied Genetics*. 2019. Vol. 132, Iss. 4. doi: 10.1007/s00122-018-3248-6

391. Patel N. A., Dholariya, N. D., Delvadiya, I. R., and Akbari, V. R. Genetic analysis of grain yield, its components and quality characters in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) over environments. *International Journal of Pure & Applied Biosciencei*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. P. 523–532. doi: 10.18782/2320-7051.6196

392. Dragov R. Heterosis manifestations for spike productivity traits in durum wheat. *Agricultural Science and Technology*. 2019. Vol. 11, No. 4. P. 300–306. doi: 10.15547/ast.2019.04.050

393. Рябченко А. Н. Использование принципов адаптивной селекции при создании засухоустойчивых сортов пшеницы. *Вісник Дніпропетровського ДАУ*. 2004. № 2. С. 60–64.

394. Просунко В. М. Наслідки глобального потепління клімату в землеробстві. *Агроном*. 2004. № 4. С. 67–69.

395. Змиевская Е. А., Егоров Д. К. Наследование ценных признаков у простых гибридов F<sub>1</sub> ржи озимой. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 108. С. 92–98.

396. Голик В. С. Селекция *Triticum durum* Desf. Харьков : ИП им. В. Я. Юрьева, 1996. 388 с.

397. Солодушко М., Серета І. Особливості вирощування пшениці озимої в умовах північного Степу України. *Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: матеріали IV всеукраїнської науково-практичної конференції* (м. Тернопіль, 15–16 травня 2014 р.). Тернопіль: Крок, 2014. С. 169–171.

398. Рябовол Л. О., Кисельова М. І., Любич В. В. та ін. Формування врожайності та вмісту білка в зерні спельтоподібних гібридів F<sub>3-5</sub>, одержаних гібридизацією *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 107–114.

399. Dvorak J., Deal K. R., Luo M. C. et al. The origin of spelt and free-threshing hexaploid wheat. *Journal of Heredity*. 2012. Vol. 103, Iss. 3. P. 426–441.

400. Guzmán C., Caballero L., Martín 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. *Annals of Botany*. 2012. Vol. 110, Iss. 6. P. 1161–1171.

401. Козуб Н. О., Созінов І. О., Бідник Г. Я. та ін. Створення ліній пшениці м'якої з транслокацією 1BL/1RS, зчепленою з алелем *Glu-B1a1*. *Захист і каратин рослин*. 2017. Вип. 63. С. 77–85.

402. Москалець Т. З., Москалець В. І., Москалець В. В. Лінія пшениці Л 4639/96: селекційні ознаки і властивості, господарська цінність. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку*: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (м. Київ, 7 червня 2017 р.). Вінниця: Нілан ЛТД, 2017. С. 58.

403. Бебякин В. М., Кулеватова Т. Б., Кибкало И. А. Оценка качества зерна яровой мягкой пшеницы в процессе селекции. *Аграрная наука*. 2012. № 14. С. 22–24.

404. Литвиненко М. А. 100 років розвитку селекційних програм пшениці м'якої озимої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2016. № 2 (31). С. 75–82.

405. Абугалиева А. И., Каншакбаева Г. А. Оценка исходного материала на качество зерна. *1-я Центрально-Азиатская конференция по пшенице: материалы* (г. Алматы, 10–13 июня 2003 г.). Алматы, 2003. С. 197.

406. Созинов А. А., Орлюк А. П., Корчинский А. А. Генетическое улучшение пшеницы. Киев: УААН, 1993. 132 с.

407. Lozinskiy M., Burdenyuk-Tarasevych L., Grabovskyi M. et al. Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. *Agronomy Research*. 2021. Vol.18, No. 2. P. 540–551.

408. Raykov G., Chamurliiski P. S., Doneva S. et al. Productivity performance of bread winter wheat genotypes of local and foreign origin. *Agricultural Science and Technology*. 2016. Vol. 8, No. 4. P. 276– 279. DOI: 10.15547/ ast.2016.04.052.

409. Tsenov N., Gubatov T., Yanchev I. Correlations between grain yield and related traits in winter wheat under multi environmental traits. *Agricultural Science and Technology*. 2020. Vol. 12, No. 4. P. 295–300. DOI: 10.15547/ ast.2020.04.047.

410. Юрченко Т., Волощук С., Кириленко В., Кочмарський В. Трансгресивна мінливість за ознаками продуктивності колосу, індукована мутагенними чинниками в гібридних популяціях пшениці м'якої озимої. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Агрономія. 2014. № 18. С. 146–154.

411. Тромсюк В. Д. Кореляція між господарськими та біологічними ознаками колекційних зразків тритикале озимого. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 1 (71). С. 1–10. DOI: 10.31548/dopovidi2018.01.014

412. Игнатова С. А. Клеточные технологии в растениеводстве генетике и селекции возделываемых растений: задачи, возможности разработки систем *in vitro*: [монография]. Одесса: Астропринт, 2011. 224 с.

413. Biddulph T. B., Plummer J. A., Setter T. L., Mares D. J. Seasonal conditions influence dormancy and preharvest sprouting tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) in the field. *Field Crops Research*. 2008. Vol. 107, Iss. 2. P. 116–128.

414. Кочмарський В. С., Коломієць Л. А., Кириленко В. В. Селекція пшениці м'якої озимої в Миронівському інституті пшениці ім. В. М. Ремесла. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 12. С. 51–54.

415. Bedo Z., Lang L., Vesiz O., Vida Gy. Breeding of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) for different adaptation types in multifunctional agricultural production. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2005. Vol. 29, No. 2. P. 151–156.

416. Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Гібридологічний аналіз елементів урожайності гібридів пшениці озимої. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів* (с. Центральне, 29 квітня 2022 р.). Електронний ресурс: <http://confer.uesr.sops.gov.ua>, 2022. С. 92.

417. Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Особливості успадкування гібридами пшениці озимої структурних елементів продуктивності та показників якості зерна. *Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у*

*контексті європейського зеленого курсу: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла (с. Центральне, 16 листопада 2022 р.). Центральне, 2022. С. 44–45.*

## ДОДАТКИ

## Додаток А.1



ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ  
**«АГРОФІРМА «КОЛОС»**

09051, Київська область, Сквирський район, с. Пустоварівка, пл. Ватутіка, 18А  
 Код ЄДРПОУ 03754120, ІПН 037541210209  
 р/р UA90334851000000026001134849  
 в АТ «ПУМБ», МФО 334851  
 E-mail - agrokolos@i.ua Web - www.agrokolos@i.ua

№ 116

« 31 » листопада 2013 р.

**ДОВІДКА**

Видана здобувачу наукового ступеня доктора філософії  
*Рисіну Артуру Леонідовичу*

про те, що в результаті виконання дисертаційної роботи виділені ним сорти та селекційні лінії пшениці м'якої озимої за комплексом цінних господарських ознак рекомендовано включати в практичну селекційну роботу як батьківські компоненти гібридизації – МІП Ювілейна, МІП Ассоль, Подолянка, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198, ЕР 55023, а створені гібридні форми  $F_1$  і популяції  $F_2$  – МІП Ювілейна / ЕР 55023, МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 / МІП Ювілейна, ЕР 55023 / Подолянка, ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, МІП Ассоль / ЕР 55023, МІП Ассоль / МІП Ювілейна, МІП Ассоль / Подолянка, МІП Ассоль / ЛЮТ 37519, МІП Ассоль / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЕР 55023, Подолянка / МІП Ассоль, Подолянка / МІП Ювілейна, Подолянка / ЛЮТ 37519, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль, ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна, ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 передано для подальшого вивчення й залучення в селекційний процес ТОВ «Агрофірма «Колос».

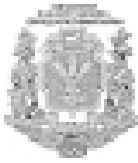
Довідка видана для подання за місцем захисту дисертаційної роботи.

Директор  
 ТОВ «Агрофірма «Колос»  
 доктор с.-г. наук



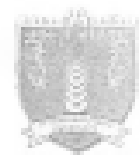
Леонід ЦЕНТИЛО

## Додаток А.2



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ  
ФАКУЛЬТЕТ



05047, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, електронний вступ № 4 тел.: (044) 527-82-13

Вих. № 579 від 25.07.2023 р.

## ДОВІДКА

видана здобувачу наукового ступеня доктора філософії

*Рисіну Артуру Леонідовичу*

про те, що в результаті виконання дисертаційної роботи виділені ним сорти та селекційні лінії пшениці м'якої озимої за комплексом цінних господарських ознак рекомендовано включати в практичну селекційну роботу як батьківські компоненти гібридизації – МІП Ювілейна, МІП Ассоль, Подолянка, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198, ЕР 55023, а створені гібридні форми  $F_1$  і популяції  $F_2$  – МІП Ювілейна / ЕР 55023, МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 / МІП Ювілейна, ЕР 55023 / Подолянка, ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, МІП Ассоль / ЕР 55023, МІП Ассоль / МІП Ювілейна, МІП Ассоль / Подолянка, МІП Ассоль / ЛЮТ 37519, МІП Ассоль / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЕР 55023, Подолянка / МІП Ассоль, Подолянка / МІП Ювілейна, Подолянка / ЛЮТ 37519, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль, ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна, ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 передано для подальшого вивчення й залучення в наукові та освітні програми кафедри генетики, селекції і насінництва імені професора М.О. Зеленьського агробіологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Довідка видана для подання за місцем захисту дисертаційної роботи.

Т.в.о. декана агробіологічного факультету  
доктор сільськогосподарських наук,  
професор

Завідувач кафедри генетики, селекції і  
насінництва ім. проф. М.О. Зеленьського,  
кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент

Віталій КОВАЛЕНКО

Олександр МАКАРЧУК

## Додаток А.3



УКРАЇНА  
 МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
 09117, пл. Соборна 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна, тел./факс (04563) 5-12-88  
 e-mail: bnau-rector@btsau.edu.ua

*20.07.2013 № 01-12/996*

## ДОВІДКА

видана здобувачу наукового ступеня доктора філософії

*Рисіку Артуру Леонідовичу*

про те, що в результаті виконання дисертаційної роботи виділені ним сорти та селекційні лінії пшениці м'якої озимої за комплексом цінних господарських ознак рекомендовано включати в практичну селекційну роботу як батьківські компоненти гібридизації – МІП Ювілейна, МІП Ассоль, Подолянка, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 55198, ЕР 55023, а створені гібридні форми  $F_1$  і популяції  $F_2$  – МІП Ювілейна / ЕР 55023, МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 / МІП Ювілейна, ЕР 55023 / Подолянка, ЕР 55023 / ЛЮТ 37519, ЕР 55023 / ЛЮТ 55198, МІП Ассоль / ЕР 55023, МІП Ассоль / МІП Ювілейна, МІП Ассоль / Подолянка, МІП Ассоль / ЛЮТ 37519, МІП Ассоль / ЛЮТ 55198, Подолянка / ЕР 55023, Подолянка / МІП Ассоль, Подолянка / МІП Ювілейна, Подолянка / ЛЮТ 37519, Подолянка / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль, ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна, ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198, ЛЮТ 55198 / ЕР 55023, ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна, ЛЮТ 55198 / Подолянка, ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519 передано для подальшого вивчення й залучення в наукові та освітні програми кафедри генетики, селекції і насінництва сільськогосподарських культур Білоцерківського національного аграрного університету МОН України.

Довідка видана для подання за місцем захисту дисертаційної роботи.

Ректор  
 Білоцерківського національного  
 аграрного університету МОН України  
 доктор екон. наук, професор



*Олена ШУСТ*  
 Олена ШУСТ

## Додаток Б.1

Господарські та біологічні ознаки сорту пшениці м'якої озимої МПП Ассоль

Господарські та біологічні ознаки	Значення
Урожайність, т/га	8,8
Висота рослин, см	107
Тривалість періоду вегетації	224 доби
Група стиглості	Середньостигла
Зимостійкість, бал	9
Критична температура вимерзання, °С	-16,0
Стійкість проти вилягання, бал	9
Стійкість проти посухи	9
Маса 1000 зерен, г	47,3
Натура зерна, г/л	816
Вміст білка, %	14,7
Вміст сирої клейковини, %	28,4
Показник альвеографа (W), о. а.	320
Об'єм хліба зі 100 г борошна, см <sup>3</sup>	680
Стійкість проти збудників хвороб, бал:	
– кореневі гнилі ( <i>Cercospora herpotrichoides</i> Fron)	8
– борошниста роса ( <i>Blumeria graminis</i> (DC.) Speer f. sp. <i>tritici</i> March.)	7
– бура іржа ( <i>Puccinia triticina</i> Erikss.)	8
– стеблова (лінійна) іржа ( <i>Puccinia graminis</i> Pers. f. sp. <i>tritici</i> Erikss. et Henn.)	8
– септоріоз ( <i>Septoria tritici</i> Rob. et Desm)	8
– тверда сажка ( <i>Tilletia tritici</i> Wint.)	8
– фузаріоз колосу ( <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe)	7

## Додаток Б.2

Господарські та біологічні ознаки сорту пшениці м'якої озимої

МІП Дніпрянка

Господарські та біологічні ознаки	Значення
Урожайність, т/га	9,9
Висота рослин, см	100
Тривалість періоду вегетації	224доби
Група стиглості	Середньостигла
Зимостійкість, бал	9
Критична температура вимерзання, °С	-16,0
Стійкість проти вилягання, бал	9
Стійкість проти посухи	9
Маса 1000 зерен, г	45,8
Натура зерна, г/л	831
Вміст білка, %	15,2
Вміст сирі клейковини, %	32,7
Показник альвеографа (W), о. а.	338
Об'єм хліба зі 100 г борошна, см <sup>3</sup>	770
Стійкість проти збудників хвороб, бал:	
– кореневі гнилі ( <i>Cercospora herpotrichoides</i> Fron)	7
– борошниста роса ( <i>Blumeria graminis</i> (DC.) Speer f. sp. <i>tritici</i> March.)	7
– бура іржа ( <i>Puccinia triticina</i> Erikss.)	7
– стеблова (лінійна) іржа ( <i>Puccinia graminis</i> Pers. f. sp. <i>tritici</i> Erikss. et Henn.)	7
– септоріоз ( <i>Septoria tritici</i> Rob. et Desm)	7
– тверда сажка ( <i>Tilletia tritici</i> Wint.)	7
– фузаріоз колосу ( <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe)	7

## Додаток Б.3

Господарські та біологічні ознаки сорту пшениці м'якої озимої МІП Лада

Господарські та біологічні ознаки	Значення
Урожайність, т/га	9,3
Висота рослин, см	102
Тривалість періоду вегетації	233 доби
Група стиглості	Середньостигла
Зимостійкість, бал	8
Критична температура вимерзання, °С	-18,0
Стійкість проти вилягання, бал	9
Стійкість проти посухи	9
Маса 1000 зерен, г	44,3
Натура зерна, г/л	812
Вміст білка, %	13,2
Вміст сирової клейковини, %	25,9
Показник альвеографа (W), о. а.	220
Об'єм хліба зі 100 г борошна, см <sup>3</sup>	580
Стійкість проти збудників хвороб, бал:	
– кореневі гнилі ( <i>Cercospora herpotrichoides</i> Fron)	9
– борошниста роса ( <i>Blumeria graminis</i> (DC.) Speer f. sp. <i>tritici</i> March.)	6
– бура іржа ( <i>Puccinia triticina</i> Erikss.)	9
– стеблова (лінійна) іржа ( <i>Puccinia graminis</i> Pers. f. sp. <i>tritici</i> Erikss. et Henn.)	9
– септоріоз ( <i>Septoria tritici</i> Rob. et Desm)	6
– тверда сажка ( <i>Tilletia tritici</i> Wint.)	9
– фузаріоз колосу ( <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe)	6

## Додаток Б.4

Господарські та біологічні ознаки сорту пшениці м'якої озимої Грація МИР

Господарські та біологічні ознаки	Значення
Урожайність, т/га	8,9
Висота рослин, см	95
Тривалість періоду вегетації	224 доби
Група стиглості	Середньостигла
Зимостійкість, бал	9
Критична температура вимерзання, °С	-16,0
Стійкість проти вилягання, бал	9
Стійкість проти посухи	9
Маса 1000 зерен, г	47,8
Натура зерна, г/л	821
Вміст білка, %	15,3
Вміст сирі клейковини, %	28,5
Показник альвеографа (W), о. а.	222
Об'єм хліба зі 100 г борошна, см <sup>3</sup>	720
Стійкість проти збудників хвороб, бал:	
– кореневі гнилі ( <i>Cercospora herpotrichoides</i> Fron)	8
– борошниста роса ( <i>Blumeria graminis</i> (DC.) Speer f. sp. <i>tritici</i> March.)	7
– бура іржа ( <i>Puccinia triticina</i> Erikss.)	7
– стеблова (лінійна) іржа ( <i>Puccinia graminis</i> Pers. f. sp. <i>tritici</i> Erikss. et Henn.)	8
– септоріоз ( <i>Septoria tritici</i> Rob. et Desm)	8
– тверда сажка ( <i>Tilletia tritici</i> Wint.)	8
– фузаріоз колосу ( <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe)	7

## Додаток Б.5

Господарські та біологічні ознаки сорту пшениці м'якої озимої

МПП Ювілейна

Господарські та біологічні ознаки	Значення
Урожайність, т/га	10,1
Висота рослин, см	98
Тривалість періоду вегетації	226 діб
Група стиглості	Середньостигла
Зимостійкість, бал	9
Критична температура вимерзання, °С	-16,0
Стійкість до вилягання, бал	9
Стійкість до посухи	9
Маса 1000 зерен, г	43,8
Натура зерна, г/л	816
Вміст білка, %	14,7
Вміст сирової клейковини, %	29,3
Показник альвеографа (W), о. а.	207
Об'єм хліба зі 100 г борошна, см <sup>3</sup>	630
Стійкість проти збудників хвороб, бал:	
– кореневі гнилі ( <i>Leptosphaeria herpotrichoides</i> de Not., <i>Ophiobolus graminis</i> Sacc., <i>O. herpotrichoides</i> (Fr.) Sacc.)	7
– борошниста роса ( <i>Blumeria graminis</i> (DC.) Speer f. sp. <i>tritici</i> March.)	7
– бура іржа ( <i>Puccinia triticina</i> Erikss.)	8
– стеблова (лінійна) іржа ( <i>Puccinia graminis</i> Pers. f. sp. <i>tritici</i> Erikss. et Henn.)	8
– септоріоз ( <i>Septoria tritici</i> Rob. et Desm)	8
– тверда сажка ( <i>Tilletia tritici</i> Wint.)	8
– фузаріоз колосу ( <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe)	7

## Додаток Б.6

Господарські та біологічні ознаки селекційної лінії пшениці м'якої озимої

EP 55023

Господарські та біологічні ознаки	Значення
Урожайність, т/га	9,2
Висота рослин, см	90
Тривалість періоду вегетації	221 доба
Група стиглості	Ранньостигла
Зимостійкість, бал	9
Критична температура вимерзання, °С	-16,0
Стійкість до вилягання, бал	9
Стійкість до посухи	9
Маса 1000 зерен, г	50,8
Натура зерна, г/л	808
Вміст білка, %	15,1
Вміст сирі клейковини, %	31,3
Показник альвеографа (W), о. а.	260
Об'єм хліба зі 100 г борошна, см <sup>3</sup>	740
Стійкість проти збудників хвороб, бал:	
– кореневі гнилі ( <i>Cercospora herpotrichoides</i> Fron)	8
– борошниста роса ( <i>Blumeria graminis</i> (DC.) Speer f. sp. <i>tritici</i> March.)	7
– бура іржа ( <i>Puccinia triticina</i> Erikss.)	8
– стеблова (лінійна) іржа ( <i>Puccinia graminis</i> Pers. f. sp. <i>tritici</i> Erikss. et Henn.)	8
– септоріоз ( <i>Septoria tritici</i> Rob. et Desm)	8
– тверда сажка ( <i>Tilletia tritici</i> Wint.)	7
– фузаріоз колосу ( <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe)	8

## Додаток Б.7

Господарські та біологічні ознаки селекційної лінії пшениці м'якої озимої

ЛЮТ 55198

Господарські та біологічні ознаки	Значення
Урожайність, т/га	8,9
Висота рослин, см	105
Тривалість періоду вегетації	214 діб
Група стиглості	Середньостигла
Зимостійкість, бал	9
Критична температура вимерзання, °С	-18,0
Стійкість до вилягання, бал	9
Стійкість до посухи	9
Маса 1000 зерен, г	48,5
Натура зерна, г/л	860
Вміст білка, %	14,0
Вміст сирогої клейковини, %	29,8
Показник альвеографа (W), о. а.	380
Об'єм хліба зі 100 г борошна, см <sup>3</sup>	730
Стійкість проти збудників хвороб, бал:	
– кореневі гнилі ( <i>Cercospora herpotrichoides</i> Fron)	8
– борошниста роса ( <i>Blumeria graminis</i> (DC.) Speer f. sp. <i>tritici</i> March.)	8
– бура іржа ( <i>Puccinia triticina</i> Erikss.)	8
– стеблова (лінійна) іржа ( <i>Puccinia graminis</i> Pers. f. sp. <i>tritici</i> Erikss. et Henn.)	8
– септоріоз ( <i>Septoria tritici</i> Rob. et Desm)	9
– тверда сажка ( <i>Tilletia tritici</i> Wint.)	8

## Додаток Б.8

Господарські та біологічні ознаки селекційної лінії пшениці м'якої озимої

ЛЮТ 37519

Господарські та біологічні ознаки	Значення
Урожайність, т/га	8,5
Висота рослин, см	90
Тривалість періоду вегетації	211 діб
Група стиглості	Середньостигла
Зимостійкість, бал	8
Критична температура вимерзання, °С	-18,0
Стійкість до вилягання, бал	8
Стійкість до посухи	9
Маса 1000 зерен, г	46,0
Натура зерна, г/л	820
Вміст білка, %	14,5
Вміст сирі клейковини, %	33,9
Показник альвеографа (W), о. а.	430
Об'єм хліба зі 100 г борошна, см <sup>3</sup>	910
Стійкість проти збудників хвороб, бал:	
– кореневі гнилі ( <i>Cercospora herpotrichoides</i> Fron)	8
– борошниста роса ( <i>Blumeria graminis</i> (DC.) Speer f. sp. <i>tritici</i> March.)	8
– бура іржа ( <i>Puccinia triticina</i> Erikss.)	8
– стеблова (лінійна) іржа ( <i>Puccinia graminis</i> Pers. f. sp. <i>tritici</i> Erikss. et Henn.)	8
– септоріоз ( <i>Septoria tritici</i> Rob. et Desm)	9
– тверда сажка ( <i>Tilletia tritici</i> Wint.)	9

Додаток В.1  
 Біометричні показники сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації,  
 2018–2020 рр.

Сорт, селекційна лінія	Рік	Строк сівби	Кількість стебел шт.	C <sub>v</sub> , %	Кількість листочків, шт.	C <sub>v</sub> , %	Висота рослини, см	C <sub>v</sub> , %	Маса однієї рослини, г	C <sub>v</sub> , %	Маса 25 рослин, г	Маса абсолютно сухих 25 рослин, г
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
Подолянка- стандарт	2018	I	2,68±0,18	33,58	7,56±0,42	28,08	18,52±0,59	15,87	0,76±0,02	15,28	18,81	5,43
	2018	II	1,68±0,17	50,74	3,80±0,22	28,42	18,27±0,32	8,77	0,42±0,01	11,60	10,69	3,18
	2019	I	1,00±0,00	0,00	1,40±0,10	35,71	7,06±0,22	15,47	0,15±0,00	15,94	3,60	1,07
	2019	II	1,00±0,00	0,00	1,00±0,00	0,00	5,24±0,11	10,41	0,12±0,00	8,09	3,15	0,91
	2020	I	1,47±0,12	34,81	4,95±0,27	23,80	13,63±0,38	12,27	0,50±0,03	27,44	12,29	3,57
	2020	II	1,00±0,00	0,00	2,84±0,09	13,18	9,28±0,31	14,35	0,25±0,01	20,62	6,46	1,89
	2018	I	1,72±0,10	22,80	4,64±0,26	29,20	13,07±0,40	14,54	0,47±0,02	19,55	11,57	3,36
	-	II	1,23±0,06	16,91	2,55±0,10	13,87	10,93±0,25	11,18	0,26±0,01	13,44	6,77	1,99
	2020	$\bar{x}$	1,47±0,08	19,86	3,59±0,18	21,53	12,00±0,32	12,86	0,36±0,01	16,50	9,17	2,67
МІП Ассоль	2018	I	2,16±0,12	28,91	5,84±0,26	21,93	21,28±0,49	11,45	0,72±0,03	23,55	17,83	5,14
	2018	II	1,12±0,07	29,61	3,12±0,07	10,63	16,49±0,26	7,89	0,27±0,01	12,24	6,92	2,04
	2019	I	1,00±0,00	0,00	1,68±0,17	50,74	7,68±0,27	17,85	0,14±0,01	21,72	3,32	1,00
	2019	II	1,00±0,00	0,00	1,00±0,00	0,00	5,49±0,12	11,25	0,13±0,01	19,46	3,43	0,98
	2020	I	2,00±0,00	0,00	5,70±0,22	17,17	21,28±0,48	10,07	0,86±0,04	21,42	21,28	6,14
	2020	II	1,00±0,00	0,00	2,85±0,08	12,85	12,40±0,42	14,99	0,30±0,01	19,32	7,72	2,08
	2018	I	1,72±0,04	9,64	4,41±0,22	29,95	16,75±0,41	13,12	0,58±0,03	22,23	14,14	4,09
	-	II	1,04±0,02	9,87	2,32±0,05	7,83	11,46±0,27	11,38	0,23±0,01	17,01	6,02	1,70
	2020	$\bar{x}$	1,38±0,03	9,75	3,36±0,13	18,89	14,10±0,34	12,25	0,41±0,02	19,62	10,09	2,89

## Продовження додатку В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Грація МИР	2018	I	2,40±0,17	36,08	5,52±0,20	18,21	21,23±0,53	12,40	0,86±0,03	14,84	21,31	6,14
	2018	II	1,00±0,00	0,00	3,16±0,07	11,84	16,27±0,51	15,23	0,39±0,01	10,63	9,94	2,95
	2019	I	1,00±0,00	0,00	2,12±0,19	45,81	9,05±0,31	17,00	0,18±0,01	26,72	4,36	1,28
	2019	II	1,00±0,00	0,00	1,04±0,04	19,23	5,17±0,19	18,79	0,15±0,00	12,27	3,89	1,14
	2020	I	1,50±0,11	34,20	4,55±0,18	18,14	17,32±0,43	11,00	0,62±0,03	22,49	15,34	4,43
	2020	II	1,00±0,00	0,00	2,25±0,10	19,74	9,93±0,18	7,89	0,28±0,01	16,73	7,16	2,12
	2018	I	1,63±0,10	23,43	4,06±0,19	27,39	15,87±0,42	13,47	0,55±0,02	21,35	13,67	3,95
	- 2020	II	1,00±0,00	0,00	2,15±0,07	16,94	10,46±0,29	13,97	0,27±0,01	13,21	7,00	2,07
		$\bar{x}$	1,31±0,05	11,71	3,11±0,13	22,16	13,16±0,36	13,72	0,41±0,02	17,28	10,33	3,01
МП Дніпрянка	2018	I	2,52±0,10	20,23	6,12±0,18	14,40	24,89±0,60	11,97	0,76±0,02	11,45	18,83	5,67
	2018	II	1,72±0,15	42,86	4,52±0,22	24,83	19,12±0,46	12,08	0,45±0,01	16,51	11,42	3,41
	2019	I	1,00±0,00	0,00	1,56±0,10	32,48	6,29±0,22	17,64	0,17±0,02	56,32	4,12	1,21
	2019	II	1,00±0,00	0,00	1,00±0,00	0,00	3,90±0,15	18,89	0,14±0,00	14,36	3,63	1,06
	2020	I	1,95±0,05	11,47	7,45±0,34	20,65	17,73±0,41	10,36	0,80±0,04	24,39	19,82	5,71
	2020	II	1,00±0,00	0,00	3,00±0,13	18,73	11,10±0,25	10,06	0,34±0,01	12,36	8,68	2,57
	2018	I	1,82±0,05	10,57	5,04±0,21	22,51	16,30±0,41	13,32	0,58±0,03	30,72	14,26	4,20
	- 2020	II	1,24±0,05	14,29	2,84±0,12	14,52	11,37±0,29	13,68	0,31±0,01	14,41	7,91	2,35
		$\bar{x}$	1,53±0,05	12,43	3,94±0,16	18,51	13,83±0,35	13,50	0,44±0,02	22,56	11,08	3,27
МП Лада	2018	I	2,72±0,16	29,10	7,00±0,30	21,43	18,46±0,33	9,05	0,71±0,02	17,56	17,56	5,07
	2018	II	1,92±0,06	14,42	4,72±0,09	9,71	17,45±0,24	6,78	0,50±0,01	10,69	12,69	3,75
	2019	I	1,00±0,00	0,00	1,84±0,19	51,27	6,13±0,16	12,84	0,16±0,01	29,07	3,84	1,14
	2019	II	1,00±0,00	0,00	1,00±0,00	0,00	4,17±0,17	20,65	0,13±0,00	12,95	3,41	0,98
	2020	I	1,90±0,07	16,20	6,05±0,25	18,17	15,37±0,31	9,03	0,71±0,03	19,39	17,83	5,14
	2020	II	1,00±0,00	0,00	2,60±0,11	19,33	8,31±0,29	15,52	0,24±0,01	23,46	6,17	1,80
	2018	I	1,87±0,08	15,10	4,96±0,24	30,29	13,32±0,27	10,30	0,53±0,02	22,01	13,07	3,78
	- 2020	II	1,31±0,02	4,81	2,77±0,07	9,68	9,98±0,23	14,32	0,29±0,01	15,70	7,42	2,18
		$\bar{x}$	1,59±0,05	9,95	3,86±0,15	19,98	11,65±0,25	12,31	0,40±0,02	18,85	10,25	2,98

## Продовження додатку В.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
EP 55023	2018	I	2,64±0,10	18,56	7,32±0,20	13,50	21,54±0,56	12,95	0,92±0,03	14,97	22,80	6,05
	2018	II	1,24±0,09	35,15	3,84±0,16	20,83	15,88±0,22	6,83	0,42±0,01	12,25	10,70	3,18
	2019	I	1,00±0,00	0,00	1,68±0,19	56,26	7,71±0,55	35,96	0,17±0,01	23,40	4,11	1,21
	2019	II	1,00±0,00	0,00	1,00±0,00	0,00	4,87±0,20	20,15	0,15±0,00	15,88	3,89	1,14
	2020	I	2,00±0,00	0,00	6,85±0,24	15,90	15,96±0,45	12,57	0,78±0,04	21,47	19,34	5,57
	2020	II	1,00±0,00	0,00	2,40±0,11	20,94	11,10±0,28	11,22	0,27±0,01	12,18	6,91	2,04
	2018- 2020	I	1,88±0,03	6,19	5,28±0,21	28,55	15,07±0,52	20,50	0,62±0,02	19,94	15,42	4,28
		II	1,08±0,03	11,72	2,41±0,09	13,93	10,62±0,23	12,74	0,28±0,01	13,44	7,17	2,12
		$\bar{x}$	1,48±0,03	8,95	3,84±0,15	21,24	12,84±0,37	16,62	0,45±0,02	16,69	11,29	3,19
МПП Ювілейна	2018	I	1,60±0,14	44,19	4,44±0,22	25,25	25,63±0,35	6,87	0,78±0,04	25,48	19,29	5,57
	2018	II	1,16±0,11	47,74	4,08±0,22	27,33	17,90±0,39	10,94	0,48±0,01	13,29	12,21	3,64
	2019	I	1,00±0,00	0,00	1,52±0,13	42,97	6,63±0,21	16,06	0,15±0,01	18,17	3,61	1,07
	2019	II	1,00±0,00	0,00	1,00±0,00	0,00	5,13±0,23	21,99	0,14±0,00	16,85	3,61	1,06
	2020	I	1,75±0,10	25,39	5,60±0,18	14,66	16,88±0,58	15,26	0,71±0,03	18,99	17,58	5,07
	2020	II	1,00±0,00	0,00	2,65±0,11	18,47	12,43±0,31	10,99	0,28±0,01	14,29	7,17	2,12
	2018- 2020	I	1,45±0,08	24,19	3,85±0,18	27,63	16,38±0,38	12,73	0,55±0,02	20,88	13,49	3,90
		II	1,05±0,04	15,91	2,58±0,11	15,27	11,82±0,31	14,64	0,30±0,01	14,81	7,66	2,27
		$\bar{x}$	1,25±0,06	20,00	3,21±0,15	21,45	14,10±0,34	13,68	0,42±0,02	17,84	10,58	3,08
ЛЮТ 55198	2018	I	2,84±0,07	13,17	7,12±0,20	14,23	19,91±0,73	18,31	0,88±0,03	18,26	21,81	6,30
	2018	II	1,40±0,10	35,71	3,60±0,16	22,68	17,74±0,34	9,53	0,52±0,01	10,10	13,19	3,94
	2019	I	1,00±0,00	0,00	2,08±0,13	30,78	13,29±0,55	20,60	0,29±0,02	28,45	7,12	2,07
	2019	II	1,00±0,00	0,00	1,16±0,07	32,26	6,64±0,19	14,39	0,15±0,01	17,33	3,88	1,14
	2020	I	2,00±0,07	16,22	6,30±0,38	27,30	17,71±0,48	12,16	0,79±0,04	25,19	19,60	5,64
	2020	II	1,00±0,00	0,00	2,90±0,07	10,61	10,39±0,26	11,27	0,32±0,01	15,15	8,15	2,42
	2018- 2020	I	1,95±0,05	9,80	5,17±0,24	24,10	16,97±0,59	17,02	0,65±0,03	23,97	16,18	4,67
		II	1,13±0,03	11,90	2,55±0,10	21,85	11,59±0,26	11,73	0,33±0,01	14,19	8,41	2,50
		$\bar{x}$	1,54±0,04	10,85	3,86±0,17	22,98	14,28±0,42	14,38	0,49±0,02	19,08	12,29	3,58

## Продовження додатку В.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
ЛЮТ 37519	2018	I	2,40±0,16	34,02	5,60±0,24	21,87	22,10±0,30	6,79	0,90±0,02	10,75	22,31	6,42
	2018	II	1,00±0,00	0,00	3,20±0,08	12,76	21,14±0,79	18,58	0,51±0,01	13,43	12,94	3,86
	2019	I	1,00±0,00	0,00	2,88±0,07	11,52	10,26±0,32	15,47	0,21±0,01	20,50	5,11	1,50
	2019	II	1,00±0,00	0,00	1,08±0,06	25,64	5,44±0,42	38,46	0,14±0,00	15,95	3,64	1,06
	2020	I	1,85±0,08	19,80	5,20±0,17	14,76	15,07±0,45	13,24	0,65±0,03	23,59	16,08	4,64
	2020	II	1,00±0,00	0,00	2,35±0,11	20,82	8,56±0,22	11,72	0,28±0,01	18,49	7,17	2,12
	2018- 2020	I	1,75±0,08	17,94	4,56±0,16	16,05	15,81±0,35	11,83	0,59±0,02	18,28	14,50	4,19
		II	1,00±0,00	0,00	2,21±0,08	19,74	11,71±0,48	22,92	0,31±0,01	15,95	7,91	2,34
		$\bar{x}$	1,38±0,04	8,97	3,39±0,12	17,90	13,76±0,41	17,38	0,45±0,02	17,12	11,20	3,27

Примітки:  $\bar{x}$  – середнє значення;  $C_V$  – коефіцієнт варіації, %.

## Додаток В.2

Биометричні показники сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час відновлення весняної вегетації,  
2019–2021 рр.

Сорт, селекційна лінія	Рік	Строк сівби	Кількість стебел шт.	$C_v$ , %	Кількість листіків, шт.	$C_v$ , %	Висота рослини, см	$C_v$ , %	Маса однієї рослини, г	$C_v$ , %	Маса 25 рослин, г	Маса абсолютно сухих 25 рослин, г
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
Подолянка- стандарт	2019	I	2,52± 0,04	7,93	9,88± 0,14	7,23	19,04± 0,16	4,31	0,88± 0,01	7,82	21,91	6,18
	2019	II	2,20±0,04	8,13	6,68±0,06	4,41	17,31±0,20	5,94	0,59±0,01	8,96	14,60	4,50
	2020	I	2,43±0,06	12,73	7,04±0,24	16,80	13,33±0,19	6,99	0,60±0,02	15,00	14,66	3,86
	2020	II	2,31±0,05	10,17	6,22±0,14	11,11	11,48±0,11	4,64	0,51±0,01	13,70	12,66	3,42
	2021	I	2,72±0,03	5,06	7,50±0,10	6,64	16,16±0,26	8,12	0,68±0,01	8,65	17,14	4,68
	2021	II	2,12±0,05	12,02	6,03±0,07	5,80	15,42±0,21	6,74	0,62±0,01	4,92	15,57	4,32
	2019- 2021	I	2,56± 0,03	10,49	8,14± 0,17	17,83	16,18±0,29	15,34	0,72± 0,02	19,35	17,90	4,91
		II	2,21±0,03	10,93	6,31±0,07	9,15	14,73±0,29	17,20	0,57±0,01	12,85	14,28	4,08
		$\bar{x}$	2,39±0,02	12,18	7,23±0,12	19,86	15,46±0,21	16,72	0,65±0,01	19,53	16,09	4,50
МІП Ассоль	2019	I	2,76± 0,08	14,37	10,30± 0,11	5,43	18,94± 0,15	3,91	0,78± 0,01	4,49	19,44	5,66
	2019	II	2,32±0,07	14,79	8,16±0,13	7,90	18,44±0,13	3,44	0,75±0,02	10,03	18,78	5,63
	2020	I	2,80±0,06	10,76	8,12±0,13	7,80	15,20±0,19	6,22	0,75±0,02	12,94	18,64	5,01
	2020	II	2,40±0,06	11,95	6,88±0,11	8,12	12,51±0,15	5,88	0,55±0,01	13,46	13,75	3,71
	2021	I	3,35±0,07	9,48	10,90±0,13	5,94	18,00±0,32	8,90	0,93±0,01	5,11	23,24	6,29
	2021	II	2,25±0,05	11,81	6,30±0,10	7,94	16,59±0,36	10,87	0,69±0,01	8,90	17,20	4,75
	2019- 2021	I	2,97± 0,06	15,99	9,77± 0,15	12,91	17,38± 0,24	11,84	0,82± 0,01	13,13	20,44	5,65
		II	2,32±0,04	13,53	7,11±0,11	13,94	15,84±0,32	17,48	0,66±0,01	18,80	16,58	4,69
		$\bar{x}$	2,65±0,04	20,18	8,44±0,14	20,78	16,61±0,21	15,41	0,74±0,01	18,74	18,51	5,17

## Продовження додатку В.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
Грація МИР	2019	I	2,90±0,07	2,87	10,90±0,41	5,34	20,02±0,20	3,01	1,12±0,04	6,10	27,93	7,98
	2019	II	2,35±0,08	5,25	8,65±0,22	3,59	19,87±0,30	5,17	0,89±0,03	10,34	22,30	6,80
	2020	I	1,87±0,23	12,00	6,04±0,48	12,92	13,47±0,33	6,30	0,51±0,07	15,92	12,82	3,46
	2020	II	1,74±0,15	11,96	5,57±0,49	10,63	10,38±0,17	2,97	0,39±0,06	15,38	9,85	2,63
	2021	I	2,68±0,10	5,87	7,16±0,21	4,63	14,84±0,57	9,76	0,62±0,05	6,29	15,43	4,16
	2021	II	2,26±0,10	12,30	6,08±0,18	4,50	16,73±0,58	6,35	0,68±0,02	4,48	17,09	4,71
	2019- 2021	I	2,48±0,06	20,43	8,03±0,24	26,39	16,11±0,34	18,55	0,75±0,03	36,87	18,73	5,20
		II	2,12±0,04	15,78	6,76±0,17	21,94	15,66±0,47	25,66	0,65±0,03	35,07	16,41	4,71
		$\bar{x}$	2,30±0,04	19,77	7,39±0,16	26,08	15,88±0,29	22,27	0,70±0,02	36,33	17,57	4,96
МП Дніпрянка	2019	I	3,18±0,08	12,49	11,55±0,11	4,56	21,28±0,20	4,66	1,16±0,03	11,54	28,74	8,18
	2019	II	2,56±0,06	12,03	8,50±0,16	9,55	20,58±0,15	3,54	0,85±0,01	6,85	21,45	6,44
	2020	I	2,60±0,04	7,60	7,92±0,10	6,17	15,35±0,11	3,54	0,76±0,02	11,64	19,09	5,09
	2020	II	1,80±0,02	6,44	5,80±0,05	3,95	11,94±0,15	6,36	0,43±0,01	8,52	10,65	2,81
	2021	I	3,15±0,02	3,77	7,88±0,20	12,83	16,52±0,34	10,08	0,82±0,01	7,60	20,39	5,55
	2021	II	2,16±0,04	8,89	5,73±0,13	12,38	16,21±0,30	9,32	0,58±0,02	16,58	14,47	4,03
	2019- 2021	I	2,98±0,04	11,94	9,12±0,22	21,39	17,72±0,32	15,28	0,91±0,02	21,83	22,74	5,77
		II	2,17±0,04	14,92	6,68±0,18	23,20	16,24±0,43	23,29	0,62±0,02	30,41	15,52	4,43
		$\bar{x}$	2,57±0,04	20,75	7,90±0,18	27,57	16,98±0,28	19,95	0,77±0,02	31,53	19,13	5,10
МП Лада	2019	I	3,05±0,02	2,52	11,05±0,14	6,49	18,65±0,12	3,29	1,09±0,02	7,73	27,32	7,85
	2019	II	2,10±0,04	9,09	7,60±0,10	7,02	17,21±0,21	6,07	0,64±0,01	6,18	15,85	4,80
	2020	I	1,90±0,03	8,45	6,25±0,09	7,19	13,59±0,12	4,60	0,47±0,01	13,34	11,65	3,13
	2020	II	1,78±0,05	13,39	5,60±0,13	11,24	10,43±0,10	4,82	0,41±0,01	6,24	10,30	2,78
	2021	I	3,19±0,07	11,08	9,08±0,17	9,66	18,13±0,25	7,12	0,97±0,02	9,46	24,27	6,59
	2021	II	2,47±0,07	13,20	6,20±0,09	7,77	16,43±0,32	9,59	0,73±0,02	12,75	18,22	5,08
	2019- 2021	I	2,71±0,07	23,09	8,79±0,24	24,11	16,79±0,29	14,98	0,84±0,03	33,63	21,08	5,86
		II	2,12±0,05	18,92	6,47±0,11	14,43	14,69±0,38	22,59	0,59±0,02	25,97	14,79	4,22
		$\bar{x}$	2,41±0,05	25,17	7,63±0,16	26,15	15,74±0,25	19,67	0,72±0,02	36,00	17,93	5,04

## Продовження додатку В.2

EP 55023	2019	I	2,54±0,00	0,35	8,24±0,05	3,22	18,63±0,16	4,12	0,64±0,01	4,33	16,09	4,76
	2019	II	2,00±0,05	11,56	5,80±0,06	4,86	17,72±0,22	6,32	0,56±0,01	7,40	13,90	4,12
	2020	I	1,80±0,03	8,53	6,45±0,12	8,77	13,25±0,13	4,94	0,45±0,01	13,48	11,16	3,21
	2020	II	1,40±0,03	12,40	5,15±0,07	6,68	9,26±0,06	3,33	0,36±0,01	8,04	9,09	2,68
	2021	I	2,67±0,08	15,38	7,56±0,20	13,56	15,98±0,20	6,24	0,71±0,01	8,54	17,65	4,84
	2021	II	2,00±0,04	10,53	5,36±0,21	19,46	14,64±0,27	9,38	0,53±0,02	16,95	13,25	3,71
	2019-2021	I	2,34±0,18	18,28	7,42±0,11	12,78	15,95±0,29	15,40	0,60±0,01	17,74	14,97	4,27
		II	1,80±0,15	21,18	5,44±0,08	12,67	13,87±0,43	26,95	0,48±0,01	22,28	12,08	3,50
$\bar{x}$		2,07±0,16	23,61	6,43±0,11	20,07	14,91±0,27	22,37	0,54±0,01	23,00	13,52	3,88	
МПП Ювілейна	2019	I	2,80±0,02	3,85	10,45±0,11	5,10	20,24±0,20	5,07	0,85±0,01	6,21	21,16	5,94
	2019	II	2,32±0,02	5,12	7,80±0,07	4,74	17,40±0,14	4,13	0,62±0,01	5,55	15,20	4,70
	2020	I	1,96±0,04	9,57	6,00±0,10	8,36	14,09±0,26	9,30	0,58±0,02	15,85	14,46	3,90
	2020	II	1,80±0,03	8,46	5,80±0,06	5,22	12,15±0,20	8,36	0,46±0,02	21,54	11,48	3,09
	2021	I	3,00±0,09	15,16	7,67±0,15	9,65	16,29±0,18	5,63	0,76±0,01	8,08	18,86	5,12
	2021	II	2,03±0,04	11,39	5,45±0,11	10,76	15,68±0,22	7,05	0,55±0,01	6,89	13,75	3,80
	2019-2021	I	2,59±0,06	19,83	8,04±0,23	24,20	16,86±0,30	15,58	0,73±0,01	16,76	18,16	4,99
		II	2,05±0,03	13,63	6,35±0,13	18,04	15,08±0,27	15,44	0,54±0,01	16,56	13,48	3,86
$\bar{x}$		2,32±0,04	22,06	7,19±0,15	25,75	15,97±0,21	16,37	0,63±0,01	23,00	15,82	4,42	
ЛЮТ 55198	2019	I	3,05±0,03	4,66	10,60±0,16	7,69	19,12±0,16	4,18	1,17±0,02	7,93	28,15	7,95
	2019	II	2,70±0,04	6,90	8,90±0,17	9,81	18,96±0,19	5,04	0,84±0,01	7,08	19,80	5,91
	2020	I	1,95±0,05	14,68	6,12±0,25	20,64	14,59±0,14	4,78	0,56±0,02	17,10	14,25	3,71
	2020	II	1,84±0,06	15,74	5,47±0,11	10,18	10,24±0,09	4,57	0,42±0,02	19,45	10,45	2,97
	2021	I	3,40±0,06	8,55	9,12±0,13	7,04	18,66±0,28	7,32	1,06±0,01	5,64	26,17	7,08
	2021	II	2,64±0,05	8,52	6,24±0,07	5,55	17,51±0,29	8,25	0,77±0,01	8,63	19,27	5,40
	2019-2021	I	2,80±0,09	26,85	8,61±0,25	24,97	17,46±0,27	13,49	0,93±0,03	31,12	22,86	6,25
		II	2,39±0,05	18,04	6,87±0,19	23,65	15,57±0,48	26,17	0,68±0,02	28,17	16,51	4,76
$\bar{x}$		2,59±0,05	24,32	7,74±0,17	27,20	16,51±0,28	20,84	0,80±0,02	34,17	27,94	5,50	

## Продовження додатку В.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
ЛЮТ 37519	2019	I	2,95±0,04	7,44	11,15±0,12	5,22	20,70±0,16	3,93	1,28±0,02	6,14	32,17	9,19
	2019	II	2,20±0,06	12,86	7,33±0,10	6,44	17,53±0,17	4,87	0,64±0,01	7,20	16,00	4,77
	2020	I	1,73±0,03	10,17	6,02±0,08	6,97	13,22±0,27	10,15	0,37±0,02	22,08	9,28	2,54
	2020	II	1,72±0,04	11,21	5,42±0,06	5,55	9,46±0,09	5,01	0,39±0,01	8,08	9,68	2,74
	2021	I	2,80±0,07	11,63	8,65±0,26	14,92	17,79±0,27	7,57	0,85±0,01	8,48	21,19	5,70
	2021	II	1,68±0,03	8,71	5,00±0,07	7,01	14,55±0,21	7,26	0,51±0,01	9,25	12,68	3,52
	2019- 2021	I	2,49±0,07	24,30	8,61±0,27	26,88	17,24±0,39	19,60	0,83±0,04	44,84	20,88	5,81
		II	1,87±0,04	16,50	5,92±0,13	19,37	13,85±0,39	24,52	0,51±0,01	19,24	12,79	3,68
		$\bar{x}$	2,18±0,05	25,84	7,26±0,18	30,89	15,54±0,31	24,40	0,67±0,03	46,68	16,83	4,74
<b>НІР<sub>05</sub></b>			<b>0,14</b>		<b>0,36</b>		<b>0,59</b>		<b>0,04</b>			

Примітки:  $\bar{x}$  – середнє значення;  $C_v$  – коефіцієнт варіації, %.

## Додаток В.3

Елементи структури продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2018/2019–2020/2021 рр.

Сорт, селекційна лінія	Рік	Строк сівби	Висота рослин, см	Кількість стебел, шт.	Елементи структури головного колоса				Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 зерен, г
					Довжина, см	Кількість колосків, шт.	Кількість зерен, шт.	Маса зерна, г		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
Подільнянка- стандарт	2019	I	108,0±0,98	3,9±0,15	10,2±0,20	17,8±0,37	48,9±1,36	2,2±0,07	5,2±0,25	50,2±1,27
	2019	II	99,0±1,19	3,8±0,18	9,8±0,11	17,0±0,23	44,3±1,07	2,0±0,07	5,4±0,36	45,2±0,95
	2020	I	91,1±0,83	3,3±0,14	8,5±0,13	16,5±0,37	34,6±0,61	1,5±0,03	2,8±0,25	40,2±0,54
	2020	II	94,3±0,65	3,0±0,15	9,3±0,07	16,6±0,19	35,5±0,62	1,6±0,03	3,7±0,13	39,5±0,61
	2021	I	118,7±1,03	3,7±0,23	9,4±0,15	17,2±0,36	43,9±1,38	1,8±0,06	3,6±0,26	40,7±0,83
	2021	II	115,3±0,63	3,7±0,12	8,6±0,15	16,2±0,36	40,9±1,37	1,6±0,07	4,1±0,25	39,1±0,82
	2019- 2021	I	105,9±0,95	3,6±0,17	9,4±0,16	17,2±0,37	42,5±1,12	1,8±0,05	3,9±0,25	43,7±0,88
		II	102,9±0,82	3,5±0,15	9,2±0,11	16,6±0,26	40,2±1,02	1,7±0,06	4,4±0,25	41,3±0,79
		$\bar{x}$	104,4±0,88	3,5±0,16	9,3±0,14	16,9±0,31	41,4±1,07	1,7±0,05	4,1±0,25	42,5±0,83
МШ Ассоль	2019	I	103,0±0,86	3,8±0,29	9,6±0,10	17,7±0,28	45,2±1,26	2,0±0,05	5,7±0,29	48,8±0,87
	2019	II	99,0±1,03	4,5±0,26	10,7±0,15	18,2±0,25	50,5±1,12	2,3±0,06	6,2±0,33	47,8±0,62
	2020	I	94,1±0,91	3,2±0,13	8,5±0,08	16,8±0,26	36,0±0,48	1,5±0,03	3,6±0,21	41,8±0,80
	2020	II	92,3±1,22	3,3±0,13	8,9±0,09	16,5±0,34	35,0±0,53	1,5±0,03	2,4±0,17	42,0±0,72
	2021	I	112,6±0,76	3,3±0,18	9,9±0,13	17,8±0,28	48,4±1,42	2,2±0,08	4,5±0,28	43,4±0,90
	2021	II	109,7±0,92	3,8±0,12	9,4±0,15	17,4±0,29	43,5±1,22	2,0±0,06	4,8±0,32	42,6±0,78
	2019- 2021	I	103,2±0,84	3,4±0,20	9,3±0,10	17,4±0,27	43,2±1,05	1,9±0,05	4,6±0,26	44,7±0,86
		II	100,3±1,06	3,9±0,17	9,7±0,13	17,4±0,29	43,0±0,95	1,9±0,06	4,5±0,27	44,1±0,71
		$\bar{x}$	101,7±1,45	3,6±0,18	9,5±0,11	17,4±0,28	43,1±1,00	1,9±0,05	4,5±0,26	44,4±0,78

## Продовження додатку В.3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
Грація МИР	2019	I	103,0±0,86	4,8±0,15	10,5±0,10	18,7±0,28	53,1±1,57	2,6±0,05	6,4±0,33	51,2±0,87
	2019	II	99,0±1,03	5,4±0,15	11,6±0,15	20,9±0,25	56,5±1,58	2,5±0,06	6,4±0,29	53,2±0,62
	2020	I	82,5±0,91	3,4±0,13	7,9±0,09	15,8±0,29	33,7±0,89	1,3±0,04	2,4±0,15	37,0±0,90
	2020	II	87,4±1,74	3,6±0,13	8,0±0,11	16,0±0,22	32,5±0,84	1,2±0,06	2,6±0,28	38,9±1,42
	2021	I	105,3±0,83	4,4±0,31	8,5±0,13	16,8±0,16	42,2±1,12	1,7±0,10	3,6±0,25	40,7±0,90
	2021	II	103,6±0,68	4,4±0,31	8,3±0,15	16,1±0,36	37,3±1,26	1,5±0,11	3,1±0,38	37,2±1,13
	2019- 2021	I	94,9±1,03	4,3±0,21	9,0±0,13	17,1±0,22	43,0±1,19	1,9±0,07	4,1±0,24	43,0±1,13
		II	97,3±1,15	4,5±0,16	9,3±0,11	17,7±0,24	42,1±1,23	1,7±0,09	4,0±0,32	43,1±1,39
$\bar{x}$		96,1±1,09	4,4±0,18	9,1±0,12	17,4±0,23	42,5±1,21	1,8±0,08	4,0±0,28	43,0±1,26	
МПП Дніпрянка	2019	I	110,0±1,04	4,7±0,27	10,5±0,14	18,7±0,31	51,7±1,84	2,4±0,09	6,4±0,22	50,6±1,55
	2019	II	103,0±1,04	4,5±0,17	11,0±0,25	20,0±0,37	54,7±2,06	2,4±0,09	6,4±0,32	52,6±2,23
	2020	I	94,2±1,40	3,4±0,15	8,9±0,08	17,0±0,26	36,3±0,94	1,6±0,03	4,1±0,23	41,4±0,72
	2020	II	96,9±1,14	3,4±0,15	8,8±0,10	16,3±0,20	33,5±0,61	1,4±0,04	2,8±0,14	41,2±0,91
	2021	I	113,2±1,25	4,1±0,20	9,7±0,11	17,4±0,21	45,9±1,46	1,9±0,06	4,4±0,35	41,9±0,90
	2021	II	105,4±0,70	4,3±0,16	9,1±0,15	17,0±0,34	42,3±1,17	1,9±0,08	4,3±0,34	41,7±0,75
	2019- 2021	I	105,8±1,23	4,1±0,21	9,7±0,11	17,7±0,26	44,6±1,41	2,0±0,06	5,0±0,27	44,6±1,05
		II	101,8±0,96	4,1±0,16	9,6±0,16	17,8±0,30	44,4±1,28	1,9±0,07	4,5±0,27	45,2±1,30
$\bar{x}$		103,8±1,09	4,1±0,18	9,6±0,14	17,7±0,28	44,5±1,34	1,9±0,06	4,5±0,27	44,9±1,17	
МПП Лада	2019	I	103,0±1,33	4,2±0,15	10,3±0,29	18,2±0,36	50,3±2,04	2,3±0,07	6,3±0,25	51,0±1,65
	2019	II	89,0±0,86	4,0±0,15	9,9±0,24	18,3±0,37	49,3±1,83	2,1±0,05	5,5±0,26	45,5±1,09
	2020	I	75,2±1,47	3,4±0,11	8,8±0,10	15,4±0,26	31,0±0,63	1,3±0,07	2,2±0,14	36,6±1,37
	2020	II	83,8±0,69	3,3±0,16	8,6±0,10	16,2±0,17	33,3±0,78	1,3±0,05	2,7±0,16	38,9±0,90
	2021	I	105,1±0,66	4,0±0,18	9,9±0,12	18,2±0,22	48,8±0,16	2,2±0,08	5,1±0,25	43,7±2,14
	2021	II	92,8±0,76	3,8±0,15	9,9±0,12	18,2±0,25	50,2±0,99	2,1±0,11	5,1±0,30	45,0±0,78
	2019- 2021	I	94,4±1,15	3,9±0,15	9,7±0,17	17,3±0,28	43,4±0,94	1,9±0,07	4,5±0,21	43,8±1,72
		II	88,5±0,77	3,7±0,15	9,5±0,15	17,6±0,19	44,3±1,20	1,8±0,07	4,4±0,24	43,1±0,92
$\bar{x}$		91,5±0,96	3,8±0,15	9,6±0,16	17,4±0,23	43,9±1,07	1,8±0,07	4,4±0,22	43,4±1,32	

## Продовження додатку В.3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
EP 55023	2019	I	90,0±0,71	4,7±0,17	9,5±0,12	17,3±0,39	44,0±1,88	2,0±0,09	5,3±0,30	46,7±1,59
	2019	II	86,0±0,12	3,6±0,10	9,2±0,10	16,6±0,23	41,5±1,32	1,9±0,06	5,2±0,27	42,9±2,20
	2020	I	74,1±1,69	3,2±0,09	7,4±0,10	15,2±0,20	30,9±0,68	1,1±0,04	2,1±0,12	36,1±0,84
	2020	II	76,1±0,99	3,0±0,18	7,7±0,11	15,1±0,18	30,1±0,56	1,1±0,04	1,8±0,19	31,8±0,77
	2021	I	95,8±0,62	3,3±0,13	9,5±0,15	17,3±0,26	41,8±1,89	1,9±0,10	3,8±0,31	41,7±0,87
	2021	II	88,8±0,82	3,5±0,13	8,8±0,12	16,5±0,18	41,5±1,12	1,8±0,07	4,1±0,15	39,1±1,01
	2019- 2021	I	86,6±1,01	3,7±0,13	8,8±0,12	16,6±0,28	38,9±1,48	1,7±0,08	3,7±0,24	41,5±1,10
		II	83,6±0,64	3,4±0,14	8,5±0,11	15,9±0,20	37,7±1,00	1,6±0,05	3,7±0,20	37,9±1,33
		$\bar{x}$	85,1±0,82	3,5±0,13	8,6±0,11	16,2±0,24	38,3±1,24	1,6±0,06	3,7±0,22	39,7±1,21
МПП Ювілейна	2019	I	100,0±0,62	3,8±0,17	10,0±0,17	17,8±0,33	48,8±1,55	2,2±0,05	5,9±0,25	48,4±0,80
	2019	II	96,0±1,04	4,0±0,19	9,9±0,16	17,1±0,33	47,6±1,04	2,0±0,09	5,4±0,21	45,4±2,21
	2020	I	85,9±0,99	3,2±0,14	8,3±0,09	15,9±0,13	34,3±0,81	1,4±0,04	2,5±0,15	39,0±0,87
	2020	II	86,2±0,79	3,3±0,10	8,9±0,10	16,4±0,20	34,4±1,22	1,5±0,05	3,1±0,15	41,5±0,77
	2021	I	112,9±0,49	3,6±0,20	9,5±0,11	17,4±0,22	45,1±1,76	1,9±0,05	4,3±0,26	41,8±0,39
	2021	II	105,2±0,70	3,8±0,15	8,9±0,18	16,4±0,34	42,0±0,92	1,8±0,08	4,2±0,24	41,6±0,36
	2019- 2021	I	99,6±0,70	3,5±0,17	9,3±0,12	17,0±0,23	42,7±1,37	1,8±0,05	4,2±0,22	43,1±0,69
		II	95,8±0,84	3,7±0,15	9,2±0,15	16,7±0,29	41,3±1,06	1,8±0,07	4,2±0,20	42,8±1,11
		$\bar{x}$	97,7±0,77	3,6±0,16	9,2±0,13	16,8±0,26	42,0±1,21	1,8±0,06	4,2±0,21	42,9±0,90
ЛЮТ 55198	2019	I	108,0±0,77	4,1±0,20	10,3±0,27	18,0±0,39	50,3±1,59	2,3±0,08	6,3±0,33	51,0±1,75
	2019	II	92,0±0,72	4,5±0,15	10,9±0,22	18,7±0,36	51,3±1,55	2,5±0,10	6,3±0,24	48,8±1,40
	2020	I	93,0±0,81	3,4±0,17	8,0±0,19	15,9±0,26	34,3±1,08	1,4±0,04	2,4±0,11	39,0±0,92
	2020	II	90,1±0,99	3,4±0,10	7,9±0,23	15,6±0,33	31,3±1,36	1,2±0,05	2,1±0,20	38,5±0,73
	2021	I	121,4±1,16	3,9±0,18	10,4±0,17	18,3±0,25	51,3±1,52	2,2±0,08	5,2±0,32	47,1±1,12
	2021	II	110,6±0,08	4,1±0,17	10,8±0,15	18,4±0,29	50,3±1,77	2,5±0,08	5,7±0,34	47,1±1,47
	2019- 2021	I	107,5±0,91	3,9±0,18	9,5±0,21	17,4±0,30	45,3±1,40	2,0±0,07	4,6±0,38	45,7±1,26
		II	97,5±0,60	4,0±0,14	9,9±0,20	17,6±0,33	44,3±1,56	2,1±0,08	4,7±0,25	44,8±1,20
		$\bar{x}$	102,5±0,75	3,9±0,16	9,7±0,20	17,5±0,31	44,8±1,48	2,0±0,07	4,6±0,31	45,2±1,23

## Продовження додатку В.3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
ЛЮТ 37519	2019	I	100,0±0,82	5,1±0,20	11,2±0,19	20,4±0,21	55,7±1,43	2,6±0,11	6,7±0,23	51,2±2,03
	2019	II	86,0±0,86	4,3±0,15	10,2±0,17	18,2±0,31	48,8±1,50	2,3±0,10	5,8±0,27	47,1±1,59
	2020	I	81,0±0,98	3,6±0,15	6,9±0,09	15,0±0,26	28,1±0,81	1,0±0,04	1,5±0,20	31,8±1,06
	2020	II	74,0±1,04	3,3±0,11	7,9±0,15	15,3±0,29	30,4±1,39	1,2±0,07	2,1±0,14	37,4±1,41
	2021	I	105,1±0,66	4,4±0,31	9,9±0,24	17,6±0,28	48,0±1,92	2,2±0,11	4,4±0,30	42,2±1,27
	2021	II	92,8±0,76	3,8±0,17	9,4±0,18	17,2±0,29	42,6±1,61	2,1±0,07	4,7±0,25	42,3±1,13
	2019- 2021	I	95,4±0,82	4,4±0,22	9,3±0,17	17,7±0,25	43,9±1,39	1,9±0,09	4,2±0,24	41,7±1,45
		II	84,3±0,89	3,8±0,14	9,2±0,17	16,9±0,29	40,6±1,50	1,9±0,08	4,2±0,22	42,3±1,38
		$\bar{x}$	89,9±0,85	4,1±0,18	9,2±0,17	17,3±0,27	42,2±1,44	1,9±0,08	4,2±0,23	42,0±1,41

Примітка:  $\bar{x}$  – середнє значення

## Додаток Г

Параметри варіювання елементів структури продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої,  
2018/2019–2020/2021 рр.

Показник / рік		Строк сівби	Середнє, $\bar{x} \pm s_x$	Lim (min-max)	Розмах варіації, R	Коефіцієнт варіації, Cv, %	НІР <sub>05</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Висота рослин, см	2018/2019 р.	I	102,1±0,93	90,0–110,0	20,0	4,1	2,64
		II	94,3±0,99	86,0–103,0	17,0	4,7	
	2019/2020 р.	I	85,7±1,11	74,1–94,2	20,1	5,4	3,05
		II	86,8±1,03	74,0–96,9	22,9	5,5	
	2020/2021 р.	I	110,0±0,83	95,8–121,4	25,6	3,8	2,23
		II	102,7±0,83	88,8–115,3	26,5	3,8	
Кількість стебел, шт.	2018/2019 р.	I	4,3±0,13	3,8–5,1	1,3	18,6	0,39
		II	4,2±0,14	3,6–5,4	1,8	20,7	
	2019/2020 р.	I	3,3±0,18	3,2–3,6	0,4	27,9	0,59
		II	3,2±0,14	3,0–3,6	0,6	20,7	
	2020/2021 р.	I	3,8±0,23	3,3–4,4	1,1	19,6	0,45
		II	3,9±0,16	3,5–4,4	0,9	15,4	
Довжина головного колоса, см	2018/2019 р.	I	10,2±0,14	9,5–11,2	1,7	7,2	0,42
		II	10,3±0,13	9,2–11,6	2,4	6,0	
	2019/2020 р.	I	8,1±0,18	6,9–8,9	2,0	6,5	0,29
		II	8,4±0,18	7,7–9,3	1,6	6,9	
	2020/2021 р.	I	9,6±0,10	8,5–10,4	1,9	7,8	2,80
		II	9,2±0,12	8,3–10,8	2,5	7,8	
Кількість колосків з головного колоса, шт.	2018/2019 р.	I	18,3±0,28	17,3–20,4	3,1	6,2	0,74
		II	18,3±0,22	16,6–20,9	4,3	5,4	
	2019/2020 р.	I	15,9±0,30	15,2–17,0	1,8	7,9	0,77
		II	16,0±0,33	15,1–16,6	1,5	7,3	
	2020/2021 р.	I	17,5±0,26	16,8–18,3	1,5	7,7	0,86
		II	17,1±0,24	16,1–18,4	2,3	8,4	

## Продовження додатку Г

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Кількість зерен з головного колоса, шт.	2018/2019 р.	I	49,8±1,38	44,0–55,7	11,7	15,1	4,06
		II	49,4±1,22	41,5–56,5	15,0	12,2	
	2019/2020 р.	I	33,2±1,63	28,1–36,3	8,2	12,1	2,33
		II	32,9±1,50	30,1–35,5	5,4	12,9	
	2020/2021 р.	I	46,1±0,79	41,8–51,3	9,5	14,8	4,26
		II	43,4±0,87	37,3–50,3	13,0	14,1	
Маса зерна з головного колоса, г	2018/2019 р.	I	2,3±0,07	2,0–2,6	0,6	13,9	0,21
		II	2,2±0,07	1,9–2,5	0,6	15,9	
	2019/2020 р.	I	1,3±0,08	1,0–1,6	0,6	15,9	0,12
		II	1,3±0,08	1,1–1,6	0,5	17,9	
	2020/2021 р.	I	2,0±0,05	1,7–2,2	0,5	18,4	0,24
		II	1,9±0,04	1,5–2,5	1,0	18,8	
Маса зерна з рослини, г	2018/2019 р.	I	6,0±0,27	5,2–6,7	1,5	19,9	0,76
		II	5,8±0,28	5,2–6,4	1,2	21,6	
	2019/2020 р.	I	2,6±0,29	1,5–4,1	2,6	36,4	0,49
		II	2,5±0,28	1,8–3,7	1,9	30,6	
	2020/2021 р.	I	4,4±0,17	3,6–5,2	1,9	29,6	0,81
		II	4,5±0,17	3,1–5,7	2,6	29,2	
Маса 1000 зерен, г	2018/2019 р.	I	49,9±1,37	46,7–51,2	4,5	13,1	4,22
		II	47,6±1,43	42,9–53,2	10,3	14,4	
	2019/2020 р.	I	38,1±0,94	31,8–41,4	9,6	12,4	2,29
		II	38,8±0,84	31,8–42,0	10,2	12,9	
	2020/2021 р.	I	42,4±0,98	40,7–47,1	6,4	9,2	2,53
		II	41,7±0,95	37,2–47,1	9,9	10,3	

## Додаток Д.1

Результати дисперсійного аналізу біометричних показників рослин сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації 2018–2020 рр.

Показник	Джерело варіації	df	SS	MS	F факт.	F теор. ( $p \leq 0,05$ )	Частка впливу, %
Кількість стебел	Загальна	1	2714,219	2714,219	19165,01		
	Генотип (А)	8	11,873	1,484	10,48	1,94	<b>1,9</b>
	Рік (В)	2	163,149	81,574	575,99	3,00	<b>26,5</b>
	Строк сівби (С)	1	128,647	128,647	908,38	3,84	<b>20,9</b>
	АВ	16	20,661	1,291	9,12	1,67	<b>3,4</b>
	АС	8	14,444	1,805	12,75	1,94	<b>2,3</b>
	ВС	2	67,479	33,74	238,23	3,00	<b>11,0</b>
	АВС	16	25,456	1,591	11,23	1,67	<b>4,1</b>
	Невраховані чинники	1296	183,544	0,142			<b>29,8</b>
Кількість листків	Загальна	1	16871,4	16871,4	23415,4		
	Генотип (А)	8	108,87	13,61	18,89	1,94	<b>1,7</b>
	Рік (В)	2	3036,35	1518,17	2107,04	3,00	<b>47,7</b>
	Строк сівби (С)	1	1607,37	1607,37	2230,82	3,84	<b>25,2</b>
	АВ	16	158,65	9,92	13,76	1,67	<b>2,5</b>
	АС	8	61,41	7,68	10,65	1,94	<b>1,0</b>
	ВС	2	319,55	159,77	221,75	3,00	<b>5,0</b>
	АВС	16	143,28	8,95	12,43	1,67	<b>2,2</b>
	Невраховані чинники	1296	933,8	0,72			<b>14,7</b>
Висота рослини	Загальна	1	248950,4	248950,4	67430,37		
	Генотип (А)	8	668,8	83,6	22,64	1,94	<b>1,2</b>
	Рік (В)	2	39625,2	19812,6	5366,41	3,00	<b>70,6</b>
	Строк сівби (С)	1	7149,2	7149,2	1936,43	3,84	<b>12,7</b>
	АВ	16	2231,6	139,5	37,78	1,67	<b>4,0</b>
	АС	8	313,1	39,1	10,6	1,94	<b>0,6</b>
	ВС	2	382,2	191,1	51,76	3,00	<b>0,7</b>
	АВС	16	954,9	59,7	16,17	1,67	<b>1,7</b>
	Невраховані чинники	1296	4784,8	3,7			<b>8,5</b>
Маса однієї рослини	Загальна	1	253,9351	253,9351	26347,75		
	Генотип (А)	8	1,7815	0,2227	23,11	1,94	<b>1,6</b>
	Рік (В)	2	53,05	26,525	2752,18	3,00	<b>48,0</b>
	Строк сівби (С)	1	28,7584	28,7584	2983,91	3,84	<b>26,0</b>
	АВ	16	2,4528	0,1533	15,91	1,67	<b>2,2</b>
	АС	8	0,7955	0,0994	10,32	1,94	<b>0,7</b>
	ВС	2	9,93	4,965	515,16	3,00	<b>9,0</b>
	АВС	16	1,208	0,0755	7,83	1,67	<b>1,1</b>
	Невраховані чинники	1296	12,4906	0,0096			<b>11,3</b>

Примітки: df – кількість ступенів свободи, SS – сума квадратів, MS – середній квадрат, F факт. – критерій Фішера фактичне значення, F теор. – критерій Фішера теоретичне значення

## Додаток Д.2

Результати дисперсійного аналізу біометричних показників рослин сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час відновлення весняної вегетації 2019–2021 рр.

Показник	Джерело варіації	df	SS	MS	F факт.	F теор. (p≤0,01)	Частка впливу, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість стебел	Загальна	1	7711,304	7711,304	130335,2	3,84	–
	Генотип (А)	8	105,42	52,71	890,9	1,94	<b>12,3</b>
	Рік (В)	2	96,664	96,664	1633,8	3,00	<b>25,2</b>
	Строк сівби (С)	1	51,584	6,448	109	3,84	<b>23,1</b>
	АВ	16	22,367	11,184	189	1,67	<b>10,3</b>
	АС	8	43,179	2,699	45,6	1,94	<b>2,5</b>
	ВС	2	10,252	1,282	21,7	3,00	<b>5,3</b>
	АВС	16	11,989	0,749	12,7	1,67	<b>2,9</b>
Невраховані чинники	1296	76,678	0,059	–	–	<b>18,3</b>	
Кількість листків	Загальна	1	75064,39	75064,39	180813,8	3,84	–
	Генотип (А)	8	1979,88	989,94	2384,6	1,94	<b>6,8</b>
	Рік (В)	2	1483,19	1483,19	3572,7	3,00	<b>38,7</b>
	Строк сівби (С)	1	349,25	43,66	105,2	3,84	<b>29,0</b>
	АВ	16	225,56	112,78	271,7	1,67	<b>6,9</b>
	АС	8	351,96	22	53	1,94	<b>1,3</b>
	ВС	2	66,71	8,34	20,1	3,00	<b>4,4</b>
	АВС	16	122,12	7,63	18,4	1,67	<b>2,4</b>
Невраховані чинники	1296	538,03	0,42	–	–	<b>10,5</b>	
Висота рослини	Загальна	1	343431,9	343431,9	324546,4	3,84	–
	Генотип (А)	8	9810,8	4905,4	4635,6	1,94	<b>4,0</b>
	Рік (В)	2	1079,1	1079,1	1019,7	3,00	<b>69,5</b>
	Строк сівби (С)	1	561,8	70,2	66,4	3,84	<b>7,6</b>
	АВ	16	320,7	160,3	151,5	1,67	<b>3,8</b>
	АС	8	529,3	33,1	31,3	1,94	<b>1,4</b>
	ВС	2	197,7	24,7	23,4	3,00	<b>2,3</b>
	АВС	16	239	14,9	14,1	1,67	<b>1,7</b>
Невраховані чинники	1296	1371,4	1,1	–	–	<b>9,7</b>	
Маса однієї рослини	Загальна	1	639,38	639,38	135472,7	3,84	–
	Генотип (А)	8	28,7868	14,3934	3049,7	1,94	<b>10,2</b>
	Рік (В)	2	12,9513	12,9513	2744,1	3,00	<b>40,2</b>
	Строк сівби (С)	1	7,2968	0,9121	193,3	3,84	<b>18,1</b>
	АВ	16	1,1576	0,5788	122,6	1,67	<b>12,8</b>
	АС	8	9,1944	0,5746	121,8	1,94	<b>2,9</b>
	ВС	2	2,0947	0,2618	55,5	3,00	<b>1,6</b>
	АВС	16	4,0681	0,2543	53,9	1,67	<b>5,7</b>
Невраховані чинники	1296	6,1166	0,0047	–	–	<b>8,5</b>	

Примітки: df – кількість ступенів свободи, SS – сума квадратів, MS – середній квадрат, F факт. – критерій Фішера фактичне значення, F теор. – критерій Фішера теоретичне значення

## Додаток Д.3

Результати дисперсійного аналізу елементів структури врожайності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої 2018/2019–2020/2021 рр.

Показник	Джерело варіації	df	SS	MS	F факт.	F теор. ( $p \leq 0,01$ )	Частка впливу, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Кількість продуктивних стебел	Загальна	1	19968,65	19968,65	269028,9	3,84	–	
	Генотип (А)	8	98,09	12,26	165,2	1,94	<b>23,6</b>	
	Рік (В)	2	216,93	108,46	1461,3	2,99	<b>52,3</b>	
	Строк сівби (С)	1	0,45	0,45	6,1	3,84	<b>0,1</b>	
	АВ	16	23,81	1,49	135	1,67	<b>5,8</b>	
	АС	8	29,27	3,66	333	1,94	<b>7,2</b>	
	ВС	2	1,28	0,64	58	3,00	<b>0,3</b>	
	АВС	16	19,75	1,23	112	1,67	<b>4,8</b>	
Невраховані чинники	1296	14,26	0,01	–	–	<b>5,8</b>		
Висота рослини	Загальна	1	12789177	12789177	541407,1	3,84	–	
	Генотип (А)	8	51399	6425	272	1,94	<b>29,2</b>	
	Рік (В)	2	82496	41248	1746,2	2,99	<b>46,9</b>	
	Строк сівби (С)	1	10398	10398	440,2	3,84	<b>5,9</b>	
	АВ	16	6244	390	405	1,67	<b>3,5</b>	
	АС	8	3716	464	482	1,94	<b>2,1</b>	
	ВС	2	6107	3053	3168	3,00	<b>3,4</b>	
	АВС	16	2389	149	155	1,67	<b>1,3</b>	
Невраховані чинники	1296	1249	1	–	–	<b>7,7</b>		
Аналіз головного колосу	довжина	Загальна	1	117965,7	117965,7	344892	3,84	–
		Генотип (А)	8	120,6	15,1	44,1	1,94	<b>8,4</b>
		Рік (В)	2	851,2	425,6	1244,3	2,99	<b>59,5</b>
		Строк сівби (С)	1	0,4	0,4	1	3,84	<b>0,03</b>
		АВ	16	273,6	17,1	1630	1,67	<b>19,1</b>
		АС	8	16,1	2	192	1,94	<b>1,1</b>
		ВС	2	28,2	14,1	1343	3,00	<b>2,0</b>
		АВС	16	68	4,3	405	1,67	<b>4,8</b>
	Невраховані чинники	1296	13,6	0	–	–	<b>5,1</b>	
	кількість колосків	Загальна	1	399322,7	399322,7	703232,1	3,84	–
		Генотип (А)	8	228,8	28,6	50,4	1,94	<b>10,4</b>
		Рік (В)	2	1195,2	597,6	1052,4	2,99	<b>54,4</b>
		Строк сівби (С)	1	11,5	11,5	20,2	3,84	<b>0,5</b>
		АВ	16	471,8	29,5	2609	1,67	<b>21,6</b>
		АС	8	62,2	7,8	688	1,94	<b>2,8</b>
		ВС	2	23,1	11,6	1023	3,00	<b>1,1</b>
АВС		16	146,7	9,2	811	1,67	<b>6,7</b>	
Невраховані чинники	1296	14,6	0	–	–	<b>2,5</b>		

кількість зерен	Загальна	1	2447555	2447555	190816	3,84	–	
	Генотип (А)	8	4420	552	43,1	1,94	<b>5,3</b>	
	Рік (В)	2	60618	30309	2362,9	2,99	<b>73,0</b>	
	Строк сівби (С)	1	796	796	62,1	3,84	<b>1,0</b>	
	АВ	16	8415	526	524	1,67	<b>10,2</b>	
	АС	8	408	51	51	1,94	<b>0,5</b>	
	ВС	2	493	247	246	3,00	<b>0,6</b>	
	АВС	16	2144	134	133	1,67	<b>2,6</b>	
	Невраховані чинники	1296	1301	1	–	–	<b>6,8</b>	
	маса зерен	Загальна	1	4674,633	4674,633	84846,33	3,84	–
		Генотип (А)	8	19,641	2,455	44,56	1,94	<b>7,0</b>
		Рік (В)	2	185,337	92,669	1681,97	2,99	<b>66,2</b>
		Строк сівби (С)	1	1,351	1,351	24,52	3,84	<b>0,5</b>
		АВ	16	38,609	2,413	232,8	1,67	<b>13,9</b>
		АС	8	2,368	0,296	28,6	1,94	<b>0,9</b>
		ВС	2	0,249	0,124	12	3,00	<b>0,1</b>
		АВС	16	8,29	0,518	50	1,67	<b>3,0</b>
		Невраховані чинники	1296	13,432	0,01	–	–	<b>8,5</b>
Маса зерна з рослини	Загальна	1	25385,03	25385,03	74787,27	3,84	–	
	Генотип (А)	8	125,45	15,68	46,2	1,94	<b>4,2</b>	
	Рік (В)	2	2423,35	1211,67	3569,73	2,99	<b>80,6</b>	
	Строк сівби (С)	1	2,19	2,19	6,44	3,84	<b>0,1</b>	
	АВ	16	243,81	15,24	564,6	1,67	<b>8,1</b>	
	АС	8	20,96	2,62	97,1	1,94	<b>0,7</b>	
	ВС	2	4,85	2,43	89,9	3,00	<b>0,2</b>	
	АВС	16	78,59	4,91	182	1,67	<b>2,6</b>	
	Невраховані чинники	1296	34,98	0,03	–	–	<b>3,5</b>	
Маса 1000 зерен	Загальна	1	2510411	2510411	400729,4	3,84	–	
	Генотип (А)	8	3176	397	63,4	1,94	<b>9,0</b>	
	Рік (В)	2	23600	11800	1883,6	2,99	<b>66,6</b>	
	Строк сівби (С)	1	254	254	40,5	3,84	<b>0,7</b>	
	АВ	16	4207	263	255	1,67	<b>11,9</b>	
	АС	8	580	73	70	1,94	<b>1,6</b>	
	ВС	2	527	263	255	3,00	<b>1,5</b>	
	АВС	16	1304	81	79	1,67	<b>3,7</b>	
	Невраховані чинники	1296	1338	1	–	–	<b>5,0</b>	

Примітки: df – кількість ступенів свободи, SS – сума квадратів, MS – середній квадрат, F факт. – критерій Фішера фактичне значення, F теор. – критерій Фішера теоретичне значення

## Додаток Е.1

Прояв гіпотетичного та істинного гетерозису за елементами структури продуктивності у F<sub>1</sub> пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	ВР		КПС		Головний колос								МЗР		МТЗ	
					ДК		ККК		КЗК		МЗК					
	Ht	Hbt	Ht	Hbt	Ht	Hbt	Ht	Hbt	Ht	Hbt	Ht	Hbt	Ht	Hbt	Ht	Hbt
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>
МІП Ювілейна / ЕР 55023	<u>11,3*</u> <u>9,3**</u> -11,5***	<u>0,9</u> <u>0,8</u> -15,7	<u>20,7</u> <u>-5,0</u> -20,2	<u>2,9</u> <u>-7,1</u> -21,6	<u>5,6</u> <u>11,0</u> 4,2	<u>-2,0</u> <u>9,7</u> 1,6	<u>5,3</u> <u>6,4</u> 8,9	<u>-3,4</u> <u>2,1</u> 3,3	<u>2,1</u> <u>16,8</u> 11,4	<u>-0,2</u> <u>11,4</u> 2,4	<u>3,3</u> <u>7,8</u> 28,1	<u>0,0</u> <u>1,1</u> 15,2	<u>9,4</u> <u>-7,8</u> -3,1	<u>-3,3</u> <u>-9,8</u> -14,1	<u>2,4</u> <u>-0,2</u> 15,0	<u>0,0</u> <u>-1,2</u> 12,3
МІП Ювілейна / МІП Ассоль	<u>5,9</u> <u>2,9</u> -14,2	<u>1,2</u> <u>-2,3</u> -17,9	<u>5,3</u> <u>-0,6</u> -35,9	<u>2,9</u> <u>-5,2</u> -36,0	<u>1,8</u> <u>3,4</u> 7,2	<u>0,9</u> <u>2,1</u> 4,1	<u>1,7</u> <u>2,6</u> 10,0	<u>0,6</u> <u>-4,1</u> 2,7	<u>-2,0</u> <u>1,7</u> 3,2	<u>-7,2</u> <u>0,7</u> -0,5	<u>-2,0</u> <u>1,6</u> 11,6	<u>-9,3</u> <u>-1,8</u> 6,8	<u>12,1</u> <u>-1,8</u> -40,3	<u>2,8</u> <u>-6,4</u> -43,0	<u>0,6</u> <u>0,4</u> 9,4	<u>-1,0</u> <u>-1,9</u> 7,9
МІП Ювілейна / Подольнка	<u>2,7</u> <u>-0,8</u> 1,4	<u>0,6</u> <u>-5,7</u> -1,8	<u>17,2</u> <u>-15,8</u> -15,9	<u>11,9</u> <u>-16,7</u> -17,0	<u>-3,3</u> <u>7,2</u> 11,5	<u>-3,3</u> <u>4,7</u> 8,7	<u>3,8</u> <u>-1,0</u> 4,1	<u>2,3</u> <u>-1,3</u> 3,2	<u>5,9</u> <u>2,2</u> 4,7	<u>1,6</u> <u>-0,8</u> 2,2	<u>-9,4</u> <u>0,8</u> 2,3	<u>-14,3</u> <u>-6,4</u> -1,3	<u>-9,0</u> <u>-22,6</u> -21,0	<u>-18,6</u> <u>-24,4</u> -23,0	<u>-14,4</u> <u>-1,1</u> 1,8	<u>-15,7</u> <u>-5,0</u> -1,0
МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519	<u>0,4</u> <u>2,0</u> 1,4	<u>-0,6</u> <u>1,7</u> 1,7	<u>14,5</u> <u>1,9</u> -7,8	<u>11,9</u> <u>-10,4</u> -17,0	<u>-2,9</u> <u>14,8</u> 11,8	<u>-6,1</u> <u>12,0</u> 9,4	<u>0,0</u> <u>7,8</u> 6,8	<u>-6,1</u> <u>3,7</u> 2,3	<u>-8,5</u> <u>9,7</u> -0,1	<u>-10,7</u> <u>0,8</u> -7,2	<u>2,4</u> <u>15,2</u> 13,8	<u>-0,8</u> <u>-1,9</u> -1,7	<u>0,5</u> <u>36,2</u> 7,8	<u>-4,2</u> <u>9,7</u> -3,4	<u>12,0</u> <u>6,4</u> 2,3	<u>11,2</u> <u>-1,9</u> -4,7
МІП Ювілейна / ЛЮТ 55198	<u>4,1</u> <u>-0,4</u> 3,7	<u>1,0</u> <u>-7,7</u> -2,2	<u>-1,5</u> <u>-6,1</u> 4,4	<u>-5,6</u> <u>-20,0</u> -4,8	<u>1,4</u> <u>29,5</u> 8,9	<u>-0,9</u> <u>29,1</u> 7,8	<u>-0,3</u> <u>0,0</u> 0,7	<u>-1,1</u> <u>-5,4</u> -4,1	<u>3,9</u> <u>25,5</u> 14,0	<u>2,4</u> <u>16,1</u> 4,8	<u>8,2</u> <u>39,2</u> 26,7	<u>0,0</u> <u>14,8</u> 26,7	<u>-21,2</u> <u>32,3</u> 17,3	<u>-27,8</u> <u>6,1</u> 1,1	<u>9,0</u> <u>11,2</u> 17,8	<u>0,0</u> <u>7,1</u> 13,1
ЕР 55023 / МІП Ювілейна	<u>1,3</u> <u>7,4</u> -5,3	<u>-8,2</u> <u>0,8</u> -9,3	<u>-29,5</u> <u>-30,7</u> -15,9	<u>-31,9</u> <u>-33,1</u> -17,3	<u>-0,8</u> <u>-4,9</u> 2,1	<u>-7,8</u> <u>-8,9</u> -0,5	<u>12,9</u> <u>-7,0</u> 4,6	<u>3,4</u> <u>-11,5</u> -0,8	<u>6,8</u> <u>9,9</u> 28,0	<u>4,4</u> <u>5,3</u> 17,5	<u>4,9</u> <u>17,6</u> 53,4	<u>1,6</u> <u>5,4</u> 38,0	<u>6,1</u> <u>-12,5</u> 49,1	<u>-6,9</u> <u>-16,6</u> 32,2	<u>-1,7</u> <u>7,5</u> 21,9	<u>-2,7</u> <u>0,7</u> 19,0

## Продовження Додатку Е.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>
ЕР 55023 / МІП Ассоль	<u>13,6</u>	<u>-1,1</u>	<u>1,4</u>	<u>-2,8</u>	<u>5,6</u>	<u>-2,8</u>	<u>11,1</u>	<u>2,9</u>	<u>-0,2</u>	<u>-7,4</u>	<u>0,0</u>	<u>-9,1</u>	<u>5,1</u>	<u>-13,9</u>	<u>0,9</u>	<u>-1,8</u>
	<u>7,2</u>	<u>-1,5</u>	<u>-15,4</u>	<u>-17,8</u>	<u>1,0</u>	<u>-1,3</u>	<u>3,8</u>	<u>1,2</u>	<u>7,4</u>	<u>1,8</u>	<u>7,9</u>	<u>-1,8</u>	<u>-2,3</u>	<u>-1,7</u>	<u>1,9</u>	<u>-3,2</u>
	5,4	-3,3	-19,7	-22,0	-0,1	-2,2	3,1	0,7	7,4	0,8	3,2	-5,4	-1,8	-3,7	1,9	-4,3
ЕР 55023 / Подільянка	<u>-5,1</u>	<u>-15,4</u>	<u>-11,3</u>	<u>-18,1</u>	<u>-0,5</u>	<u>-7,8</u>	<u>10,2</u>	<u>2,4</u>	<u>11,0</u>	<u>8,9</u>	<u>13,0</u>	<u>10,2</u>	<u>29,2</u>	<u>26,3</u>	<u>1,7</u>	<u>1,3</u>
	<u>2,6</u>	<u>-8,3</u>	<u>-35,7</u>	<u>-37,2</u>	<u>2,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>-4,8</u>	<u>13,6</u>	<u>12,0</u>	<u>23,1</u>	<u>18,4</u>	<u>-20,3</u>	<u>-25,7</u>	<u>8,3</u>	<u>5,5</u>
	1,2	-7,7	-21,3	-24,0	9,4	8,1	1,7	-1,3	13,9	12,0	20,1	15,8	1,0	-3,7	6,8	3,1
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	<u>8,2</u>	<u>-1,0</u>	<u>-14,7</u>	<u>-19,4</u>	<u>-3,5</u>	<u>-13,0</u>	<u>6,1</u>	<u>-8,1</u>	<u>0,5</u>	<u>-4,1</u>	<u>-2,5</u>	<u>-8,5</u>	<u>28,0</u>	<u>17,2</u>	<u>-2,9</u>	<u>-4,5</u>
	<u>7,4</u>	<u>0,4</u>	<u>-1,4</u>	<u>-15,9</u>	<u>18,2</u>	<u>10,6</u>	<u>6,9</u>	<u>5,6</u>	<u>25,9</u>	<u>20,5</u>	<u>29,1</u>	<u>21,7</u>	<u>37,1</u>	<u>14,7</u>	<u>3,2</u>	<u>1,4</u>
	-11,3	-16,4	-42,7	-44,5	-1,3	-3,7	-4,7	-11,4	15,4	7,1	32,2	18,1	-23,4	-34,7	14,6	10,1
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	<u>12,8</u>	<u>-0,3</u>	<u>-17,9</u>	<u>-23,6</u>	<u>2,3</u>	<u>-6,7</u>	<u>15,5</u>	<u>5,1</u>	<u>9,0</u>	<u>5,1</u>	<u>11,7</u>	<u>4,7</u>	<u>32,0</u>	<u>-17,0</u>	<u>2,5</u>	<u>-0,3</u>
	<u>2,5</u>	<u>-10,5</u>	<u>-22,5</u>	<u>-35,9</u>	<u>18,3</u>	<u>13,6</u>	<u>2,5</u>	<u>1,9</u>	<u>31,9</u>	<u>27,2</u>	<u>59,2</u>	<u>58,2</u>	<u>10,0</u>	<u>-8,4</u>	<u>20,1</u>	<u>16,7</u>
	-0,8	-8,7	-11,1	-11,7	6,8	-0,6	2,7	0,7	24,7	10,6	52,1	30,4	37,4	16,6	22,9	18,5
МІП Ассоль / ЕР 55023	<u>13,5</u>	<u>-1,2</u>	<u>-3,6</u>	<u>-8,3</u>	<u>9,4</u>	<u>0,9</u>	<u>26,3</u>	<u>17,1</u>	<u>11,6</u>	<u>3,6</u>	<u>11,3</u>	<u>0,7</u>	<u>22,8</u>	<u>0,3</u>	<u>0,1</u>	<u>-2,6</u>
	<u>7,6</u>	<u>-3,9</u>	<u>-6,5</u>	<u>-13,8</u>	<u>5,5</u>	<u>2,2</u>	<u>6,7</u>	<u>4,8</u>	<u>14,5</u>	<u>8,5</u>	<u>26,5</u>	<u>10,1</u>	<u>25,7</u>	<u>25,6</u>	<u>10,8</u>	<u>1,6</u>
	3,9	-6,1	-7,8	-12,0	0,9	0,1	6,9	4,9	11,4	6,0	0,4	-10,8	1,1	0,7	7,9	1,3
МІП Ассоль / МІП Ювілейна	<u>4,6</u>	<u>0,0</u>	<u>10,6</u>	<u>8,9</u>	<u>12,7</u>	<u>11,8</u>	<u>20,3</u>	<u>19,0</u>	<u>16,9</u>	<u>10,8</u>	<u>10,5</u>	<u>3,0</u>	<u>16,6</u>	<u>7,3</u>	<u>-5,3</u>	<u>-6,9</u>
	<u>1,8</u>	<u>-3,3</u>	<u>-11,5</u>	<u>-15,6</u>	<u>13,7</u>	<u>12,3</u>	<u>9,1</u>	<u>2,0</u>	<u>4,6</u>	<u>3,5</u>	<u>0,2</u>	<u>-3,1</u>	<u>-17,1</u>	<u>-21,0</u>	<u>-4,1</u>	<u>-6,3</u>
	-9,0	-13,0	-33,7	-33,9	6,8	3,7	7,4	0,4	14,8	10,8	28,7	23,2	-30,5	-33,7	12,5	11,0
МІП Ассоль / Подільянка	<u>10,5</u>	<u>7,7</u>	<u>11,1</u>	<u>7,7</u>	<u>2,6</u>	<u>1,9</u>	<u>13,9</u>	<u>13,5</u>	<u>2,4</u>	<u>-6,7</u>	<u>3,4</u>	<u>-8,5</u>	<u>20,6</u>	<u>0,3</u>	<u>1,4</u>	<u>-1,7</u>
	<u>1,4</u>	<u>1,4</u>	<u>0,6</u>	<u>-5,1</u>	<u>18,6</u>	<u>17,1</u>	<u>3,6</u>	<u>-3,5</u>	<u>11,6</u>	<u>7,2</u>	<u>11,0</u>	<u>0,0</u>	<u>5,2</u>	<u>-1,9</u>	<u>-0,3</u>	<u>-6,3</u>
	-13,4	-14,0	-14,4	-16,5	13,5	12,1	16,5	11,0	39,7	26,8	71,1	49,4	10,9	-1,1	23,7	18,9
МІП Ассоль / ЛЮТ 37519	<u>3,5</u>	<u>-2,0</u>	<u>20,9</u>	<u>20,0</u>	<u>0,2</u>	<u>-2,3</u>	<u>7,6</u>	<u>0,0</u>	<u>7,0</u>	<u>3,9</u>	<u>2,4</u>	<u>-1,6</u>	<u>31,6</u>	<u>15,9</u>	<u>-4,1</u>	<u>-5,1</u>
	<u>0,1</u>	<u>-4,7</u>	<u>14,7</u>	<u>5,3</u>	<u>18,3</u>	<u>14,1</u>	<u>11,8</u>	<u>8,5</u>	<u>14,6</u>	<u>4,3</u>	<u>23,0</u>	<u>1,8</u>	<u>34,8</u>	<u>12,7</u>	<u>8,4</u>	<u>-2,2</u>
	-4,2	-7,4	-46,2	-48,6	10,3	7,2	5,2	-3,6	11,4	8,6	33,2	26,5	-48,1	-52,5	20,4	16,8

## Продовження Додатку Е.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>
МІП Ассоль / ЛЮТ 55198	<u>0,5</u>	<u>-1,2</u>	<u>16,5</u>	<u>13,9</u>	<u>11,1</u>	<u>9,7</u>	<u>18,2</u>	<u>15,8</u>	<u>10,9</u>	<u>6,6</u>	<u>19,2</u>	<u>14,7</u>	<u>0,0</u>	<u>-2,0</u>	<u>7,7</u>	<u>7,5</u>
	<u>-1,1</u>	<u>-3,7</u>	<u>19,0</u>	<u>7,7</u>	<u>8,8</u>	<u>9,3</u>	<u>1,1</u>	<u>0,8</u>	<u>7,7</u>	<u>-1,7</u>	<u>18,3</u>	<u>0,1</u>	<u>23,7</u>	<u>1,2</u>	<u>11,0</u>	<u>3,8</u>
	<u>-3,2</u>	<u>-6,3</u>	<u>15,1</u>	<u>3,8</u>	<u>9,8</u>	<u>7,1</u>	<u>0,2</u>	<u>-0,3</u>	<u>4,7</u>	<u>-2,0</u>	<u>17,3</u>	<u>1,1</u>	<u>21,7</u>	<u>0,9</u>	<u>11,3</u>	<u>3,1</u>
Подільянка / ЕР 55023	<u>5,2</u>	<u>-6,3</u>	<u>-9,8</u>	<u>-16,7</u>	<u>5,9</u>	<u>-1,7</u>	<u>10,2</u>	<u>2,4</u>	<u>12,7</u>	<u>10,6</u>	<u>11,5</u>	<u>8,8</u>	<u>67,9</u>	<u>64,2</u>	<u>-1,1</u>	<u>-1,6</u>
	<u>8,7</u>	<u>-5,5</u>	<u>-10,7</u>	<u>-8,9</u>	<u>3,5</u>	<u>2,1</u>	<u>3,5</u>	<u>-1,5</u>	<u>7,7</u>	<u>6,8</u>	<u>19,8</u>	<u>11,8</u>	<u>-1,8</u>	<u>-7,7</u>	<u>6,9</u>	<u>4,6</u>
	<u>-7,6</u>	<u>-16,2</u>	<u>-38,5</u>	<u>-40,9</u>	<u>0,0</u>	<u>-0,9</u>	<u>3,9</u>	<u>0,5</u>	<u>35,8</u>	<u>29,3</u>	<u>71,0</u>	<u>58,4</u>	<u>-15,6</u>	<u>-18,9</u>	<u>26,7</u>	<u>23,0</u>
Подільянка / МІП Ассоль	<u>-13,2</u>	<u>-15,4</u>	<u>12,7</u>	<u>9,2</u>	<u>-1,4</u>	<u>-2,2</u>	<u>6,2</u>	<u>5,9</u>	<u>2,7</u>	<u>-6,4</u>	<u>6,0</u>	<u>-6,2</u>	<u>-4,2</u>	<u>-20,4</u>	<u>3,7</u>	<u>0,5</u>
	<u>1,6</u>	<u>1,6</u>	<u>2,1</u>	<u>-3,6</u>	<u>7,3</u>	<u>6,1</u>	<u>-1,0</u>	<u>-7,8</u>	<u>8,4</u>	<u>4,1</u>	<u>14,5</u>	<u>3,1</u>	<u>28,6</u>	<u>19,9</u>	<u>6,6</u>	<u>0,2</u>
	<u>0,1</u>	<u>0,3</u>	<u>-0,8</u>	<u>-4,7</u>	<u>9,9</u>	<u>8,4</u>	<u>2,9</u>	<u>-3,0</u>	<u>8,4</u>	<u>4,0</u>	<u>14,8</u>	<u>4,7</u>	<u>11,8</u>	<u>7,4</u>	<u>5,8</u>	<u>0,4</u>
Подільянка / МІП Ювілейна	<u>-5,9</u>	<u>-7,8</u>	<u>1,6</u>	<u>-3,0</u>	<u>-3,3</u>	<u>-3,4</u>	<u>5,5</u>	<u>4,0</u>	<u>-0,8</u>	<u>-4,8</u>	<u>-2,7</u>	<u>-8,0</u>	<u>-7,7</u>	<u>-17,4</u>	<u>-1,8</u>	<u>-3,3</u>
	<u>-4,3</u>	<u>-9,1</u>	<u>-37,0</u>	<u>-37,7</u>	<u>9,1</u>	<u>6,5</u>	<u>-6,2</u>	<u>-6,5</u>	<u>-6,1</u>	<u>-8,9</u>	<u>-11,2</u>	<u>-17,5</u>	<u>-48,2</u>	<u>-49,4</u>	<u>-5,9</u>	<u>-9,6</u>
	<u>-7,9</u>	<u>-12,6</u>	<u>-13,5</u>	<u>-15,4</u>	<u>8,3</u>	<u>6,5</u>	<u>9,0</u>	<u>6,7</u>	<u>30,4</u>	<u>14,6</u>	<u>46,2</u>	<u>22,9</u>	<u>18,6</u>	<u>1,6</u>	<u>12,6</u>	<u>6,8</u>
Подільянка / ЛЮТ 37519	<u>6,0</u>	<u>2,9</u>	<u>31,2</u>	<u>28,1</u>	<u>-0,8</u>	<u>-4,0</u>	<u>1,9</u>	<u>-5,6</u>	<u>14,7</u>	<u>7,5</u>	<u>41,3</u>	<u>29,7</u>	<u>96,5</u>	<u>83,7</u>	<u>23,3</u>	<u>20,6</u>
	<u>-1,5</u>	<u>-6,2</u>	<u>5,6</u>	<u>-8,0</u>	<u>20,5</u>	<u>14,9</u>	<u>1,6</u>	<u>-2,6</u>	<u>18,3</u>	<u>11,8</u>	<u>34,7</u>	<u>22,4</u>	<u>28,7</u>	<u>1,7</u>	<u>13,4</u>	<u>8,7</u>
	<u>-5,5</u>	<u>-9,3</u>	<u>-51,1</u>	<u>-54,4</u>	<u>5,3</u>	<u>3,6</u>	<u>2,8</u>	<u>-1,4</u>	<u>19,2</u>	<u>5,8</u>	<u>44,2</u>	<u>20,5</u>	<u>-48,5</u>	<u>-57,5</u>	<u>22,7</u>	<u>14,6</u>
Подільянка / ЛЮТ 55198	<u>7,1</u>	<u>6,0</u>	<u>22,0</u>	<u>21,0</u>	<u>4,6</u>	<u>2,5</u>	<u>11,0</u>	<u>8,5</u>	<u>16,4</u>	<u>10,1</u>	<u>36,0</u>	<u>24,6</u>	<u>60,1</u>	<u>30,9</u>	<u>17,0</u>	<u>13,2</u>
	<u>-5,1</u>	<u>-7,6</u>	<u>3,0</u>	<u>-13,0</u>	<u>23,7</u>	<u>21,2</u>	<u>7,9</u>	<u>1,7</u>	<u>25,6</u>	<u>19,6</u>	<u>60,5</u>	<u>53,5</u>	<u>28,3</u>	<u>1,0</u>	<u>30,6</u>	<u>30,3</u>
	<u>-0,1</u>	<u>-4,4</u>	<u>-7,4</u>	<u>-18,6</u>	<u>17,1</u>	<u>15,4</u>	<u>7,8</u>	<u>2,4</u>	<u>23,0</u>	<u>18,4</u>	<u>54,7</u>	<u>48,7</u>	<u>17,0</u>	<u>1,3</u>	<u>21,7</u>	<u>19,0</u>
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	<u>3,5</u>	<u>-3,4</u>	<u>2,9</u>	<u>-2,8</u>	<u>8,8</u>	<u>-1,8</u>	<u>13,1</u>	<u>-2,0</u>	<u>2,8</u>	<u>-1,9</u>	<u>-10,5</u>	<u>-15,0</u>	<u>12,0</u>	<u>3,7</u>	<u>1,9</u>	<u>0,3</u>
	<u>-1,0</u>	<u>-5,5</u>	<u>-11,7</u>	<u>-20,8</u>	<u>27,9</u>	<u>17,0</u>	<u>21,7</u>	<u>20,7</u>	<u>29,0</u>	<u>24,4</u>	<u>38,7</u>	<u>31,0</u>	<u>1,2</u>	<u>-7,9</u>	<u>13,8</u>	<u>11,6</u>
	<u>2,2</u>	<u>-3,7</u>	<u>-4,2</u>	<u>-7,1</u>	<u>5,4</u>	<u>2,7</u>	<u>1,4</u>	<u>-5,7</u>	<u>28,4</u>	<u>19,2</u>	<u>53,3</u>	<u>37,0</u>	<u>48,7</u>	<u>26,8</u>	<u>20,5</u>	<u>15,7</u>
ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль	<u>-8,0</u>	<u>-13,0</u>	<u>2,3</u>	<u>1,5</u>	<u>3,4</u>	<u>0,9</u>	<u>8,2</u>	<u>0,5</u>	<u>1,8</u>	<u>-1,2</u>	<u>-2,4</u>	<u>-6,2</u>	<u>-8,0</u>	<u>-18,9</u>	<u>-3,9</u>	<u>-4,9</u>
	<u>-3,2</u>	<u>-7,8</u>	<u>23,6</u>	<u>13,5</u>	<u>23,8</u>	<u>19,5</u>	<u>12,7</u>	<u>9,4</u>	<u>23,1</u>	<u>12,0</u>	<u>29,5</u>	<u>7,2</u>	<u>47,3</u>	<u>23,3</u>	<u>6,5</u>	<u>-3,9</u>
	<u>-8,5</u>	<u>-5,4</u>	<u>-30,1</u>	<u>-26,9</u>	<u>7,4</u>	<u>4,4</u>	<u>7,0</u>	<u>-2,0</u>	<u>19,7</u>	<u>16,7</u>	<u>38,9</u>	<u>31,9</u>	<u>-8,2</u>	<u>-16,1</u>	<u>16,8</u>	<u>13,4</u>

## Продовження Додатку Е.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>
ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна	<u>0,4</u> <u>6,1</u> -0,3	<u>-0,6</u> <u>5,8</u> -1,5	<u>13,0</u> <u>13,7</u> -18,1	<u>10,5</u> <u>0,0</u> -22,0	<u>2,3</u> <u>28,0</u> 8,8	<u>-1,1</u> <u>24,9</u> 8,8	<u>7,0</u> <u>7,3</u> 10,5	<u>0,5</u> <u>3,3</u> 8,2	<u>2,3</u> <u>16,6</u> 23,3	<u>-0,2</u> <u>7,1</u> 21,9	<u>11,7</u> <u>25,0</u> 36,0	<u>8,3</u> <u>1,6</u> 34,9	<u>9,2</u> <u>31,2</u> 7,8	<u>4,1</u> <u>5,6</u> 3,0	<u>9,2</u> <u>7,4</u> 10,6	<u>8,4</u> <u>-1,0</u> 18,8
ЛЮТ 37519 / Подільянка	<u>-5,9</u> <u>-1,8</u> -3,5	<u>-8,7</u> <u>-6,4</u> -7,7	<u>4,8</u> <u>-8,5</u> -4,6	<u>3,1</u> <u>-20,3</u> -16,7	<u>1,4</u> <u>22,8</u> 17,9	<u>1,8</u> <u>17,1</u> 14,7	<u>5,2</u> <u>3,8</u> 8,3	<u>-2,5</u> <u>-0,4</u> 4,1	<u>6,1</u> <u>17,9</u> 21,8	<u>0,6</u> <u>11,4</u> 14,7	<u>13,5</u> <u>23,8</u> 29,7	<u>5,0</u> <u>12,6</u> 20,7	<u>24,5</u> <u>-3,2</u> 7,9	<u>18,5</u> <u>-23,5</u> -10,7	<u>2,6</u> <u>4,7</u> 9,1	<u>0,4</u> <u>0,4</u> 4,8
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	<u>-4,6</u> <u>0,9</u> -1,1	<u>-8,3</u> <u>-6,3</u> -3,5	<u>17,5</u> <u>32,7</u> -14,5	<u>15,6</u> <u>27,8</u> -17,7	<u>0,5</u> <u>18,8</u> 6,0	<u>-0,8</u> <u>15,6</u> 1,1	<u>6,1</u> <u>4,2</u> 1,3	<u>0,5</u> <u>2,4</u> -4,1	<u>3,0</u> <u>11,7</u> 5,7	<u>1,9</u> <u>10,9</u> 0,5	<u>4,6</u> <u>40,7</u> 20,2	<u>4,5</u> <u>33,4</u> 14,8	<u>-2,7</u> <u>94,8</u> -10,6	<u>-15,8</u> <u>93,8</u> -11,1	<u>1,6</u> <u>25,0</u> 14,1	<u>0,5</u> <u>19,5</u> 13,8
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	<u>11,7</u> <u>1,1</u> <u>6,9</u>	<u>-1,3</u> <u>-7,7</u> <u>-1,5</u>	<u>-3,0</u> <u>6,6</u> -7,0	<u>-9,7</u> <u>-5,7</u> -6,3	<u>7,2</u> <u>17,0</u> 5,5	<u>-2,2</u> <u>13,8</u> -1,7	<u>13,7</u> <u>11,9</u> 5,1	<u>3,4</u> <u>10,7</u> 3,1	<u>12,9</u> <u>41,7</u> 16,4	<u>8,8</u> <u>37,6</u> 3,2	<u>18,8</u> <u>64,7</u> 49,8	<u>11,4</u> <u>61,1</u> 28,5	<u>15,7</u> <u>87,1</u> 47,7	<u>-7,0</u> <u>69,9</u> 25,4	<u>5,4</u> <u>17,0</u> 30,4	<u>2,4</u> <u>16,8</u> 25,7
ЛЮТ 55198 / МІП Ассоль	<u>0,9</u> <u>-2,3</u> -10,3	<u>-0,7</u> <u>-4,8</u> -11,2	<u>3,1</u> <u>17,7</u> -46,3	<u>0,0</u> <u>4,5</u> -46,8	<u>0,5</u> <u>14,2</u> 4,7	<u>-0,9</u> <u>13,1</u> -2,8	<u>2,6</u> <u>1,5</u> 12,6	<u>0,6</u> <u>0,2</u> 8,7	<u>2,9</u> <u>15,2</u> 7,5	<u>-1,1</u> <u>5,5</u> -0,1	<u>1,8</u> <u>28,4</u> 29,1	<u>0,0</u> <u>11,2</u> 17,4	<u>15,1</u> <u>48,9</u> -50,6	<u>13,5</u> <u>24,0</u> -55,0	<u>5,7</u> <u>12,0</u> 21,2	<u>5,5</u> <u>5,5</u> 18,1
ЛЮТ 55198 / МІП Ювілейна	<u>0,9</u> <u>-1,4</u> 0,8	<u>-2,0</u> <u>-8,7</u> -2,7	<u>5,4</u> <u>-20,0</u> 15,3	<u>1,5</u> <u>-31,9</u> 14,2	<u>5,6</u> <u>18,5</u> -1,2	<u>3,5</u> <u>18,1</u> -5,7	<u>7,1</u> <u>0,5</u> -0,4	<u>6,2</u> <u>-5,0</u> -3,7	<u>5,8</u> <u>7,6</u> 0,2	<u>4,2</u> <u>-0,4</u> -3,7	<u>14,9</u> <u>17,8</u> 19,0	<u>11,2</u> <u>5,1</u> 12,8	<u>-1,0</u> <u>0,3</u> 48,0	<u>-10,6</u> <u>-19,5</u> 40,7	<u>8,7</u> <u>9,9</u> 19,2	<u>6,7</u> <u>5,9</u> 17,6
ЛЮТ 55198 / Подільянка	<u>1,8</u> <u>-2,5</u> -8,3	<u>0,8</u> <u>-5,1</u> -9,8	<u>7,3</u> <u>5,6</u> -46,9	<u>6,5</u> <u>-10,9</u> -48,6	<u>6,5</u> <u>20,7</u> 6,9	<u>4,4</u> <u>18,2</u> 0,4	<u>15,6</u> <u>1,5</u> 11,3	<u>13,0</u> <u>-4,3</u> 9,8	<u>13,8</u> <u>10,0</u> 26,3	<u>7,6</u> <u>4,7</u> 7,3	<u>21,0</u> <u>36,0</u> 50,0	<u>11,0</u> <u>30,1</u> 20,8	<u>30,4</u> <u>39,2</u> -44,2	<u>6,7</u> <u>9,6</u> -54,1	<u>6,5</u> <u>22,8</u> 20,3	<u>3,1</u> <u>22,5</u> 12,7

## Продовження Додатку Е.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>
ЛЮТ 55198 /	<u>-7,7</u>	<u>-11,3</u>	<u>6,3</u>	<u>4,7</u>	<u>-3,6</u>	<u>-4,8</u>	<u>-2,4</u>	<u>-7,6</u>	<u>9,4</u>	<u>8,3</u>	<u>12,6</u>	<u>12,4</u>	<u>15,7</u>	<u>0,1</u>	<u>2,9</u>	<u>1,7</u>
ЛЮТ 37519	<u>-3,7</u>	<u>-10,6</u>	<u>-10,9</u>	<u>-14,1</u>	<u>13,6</u>	<u>10,6</u>	<u>1,8</u>	<u>0,0</u>	<u>14,2</u>	<u>13,4</u>	<u>43,3</u>	<u>35,9</u>	<u>13,7</u>	<u>13,1</u>	<u>25,6</u>	<u>20,0</u>
	-0,3	-2,6	-3,4	-7,0	12,3	7,2	9,7	3,8	17,9	12,1	37,7	31,5	37,6	36,9	17,4	17,0

Примітка: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; \* – 2020 р.; \*\* – 2021 р.; \*\*\* – 2022 р.; ВР – висота рослин, см; КПС – кількість продуктивних стебел, шт.; ДК – довжина колоса, см; ККК – кількість колосків з колоса, шт.; КЗК – кількість зерен з колоса, шт.; МЗК – маса зерна з колоса, г; МЗР – маса зерна з рослини, г; МТЗ – маса 1000 зерен, г; Нт, % – гіпотетичний гетерозис; Нbt, % – істинний гетерозис.

## Додаток Е.2

Ступінь фенотипового домінування та прояв гіпотетичного та істинного гетерозису за елементами структури продуктивності у F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої, 2021 р.

Гібридна комбінація	ВР			КПС			Головний колос					
	*	Ht	Hbt	*	Ht	Hbt	ДК			ККК		
							*	Ht	Hbt	*	Ht	Hbt
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
МІП Ювілейна / Подолянка	ЧПД	3,3	-1,9	Д	-10,9	-11,8	НД	8,6	6,0	Д	-5,7	-6,0
МІП Ювілейна / ЛЮТ 37519	НД	5,7	5,3	ПУ	-3,2	-14,8	НД	14,9	12,2	ПУ	1,7	-2,2
ЕР 55023 / МІП Ювілейна	НД	8,9	2,2	Д	-26,8	-29,3	ПУ	2,1	-2,2	ПУ	-1,7	-6,5
ЕР 55023 / Подолянка	ЧВУ	-8,7	-18,3	Д	-31,7	-33,3	Д	-5,6	-7,5	Д	-9,3	-14,0
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	ПУ	1,8	-4,8	ПУ	-9,1	-22,4	НД	13,9	6,6	НД	4,0	2,7
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	ПУ	3,9	-9,3	ПУ	-0,7	-17,8	НД	10,8	6,4	ПУ	-0,2	-0,8
МІП Ассоль / ЕР 55023	ЧПД	8,8	-2,8	Д	-10,9	-17,8	ЧПД	2,0	-1,2	НД	6,7	4,8
МІП Ассоль / МІП Ювілейна	НД	9,8	4,2	Д	-7,4	-11,7	НД	5,2	4,0	ЧПД	4,3	-2,5
МІП Ассоль / Подолянка	НД	5,5	3,5	Д	-16,8	-21,5	ПУ	0,0	-1,2	ЧВУ	-5,4	-11,8
МІП Ассоль / ЛЮТ 37519	ЧПД	4,4	-0,6	ПУ	3,0	-5,4	НД	5,9	2,2	НД	4,2	1,2
МІП Ассоль / ЛЮТ 55198	ПУ	-0,5	-3,1	ПУ	5,7	-6,1	НД	4,8	3,8	ЧВУ	-0,8	-2,0
Подолянка / ЕР 55023	ЧПД	8,8	-2,7	Д	-16,4	-18,4	НД	7,1	5,0	ЧПД	4,8	-0,6
Подолянка / МІП Ассоль	Д	-3,7	-3,7	Д	-12,3	-17,3	НД	1,8	0,6	ЧВУ	-4,6	-11,1
Подолянка / МІП Ювілейна	ПУ	-0,1	-5,1	Д	-19,4	-20,3	НД	4,0	1,6	Д	-7,5	-7,8
Подолянка / ЛЮТ 37519	НД	8,4	3,3	ЧПД	13,7	-1,0	НД	9,1	4,1	ПУ	-1,7	-5,7
Подолянка / ЛЮТ 55198	ЧПД	2,1	-0,6	ПУ	8,7	-8,2	НД	12,4	10,0	ЧПД	4,6	-1,4
ЛЮТ 37519 / МІП Ассоль	ПУ	2,6	-2,3	ПУ	3,7	-4,8	ПУ	-1,5	-5,0	ПУ	0,2	-2,7
ЛЮТ 37519 / МІП Ювілейна	НД	3,8	3,5	ПУ	6,7	-6,2	НД	11,5	8,8	ПУ	0,9	-2,9
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	ПУ	-1,4	-8,5	НД	18,1	13,8	НД	11,8	8,8	НД	3,4	1,6

## Продовження додатку Е.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	ПУ	5,5	-7,9	ПУ	-9,0	-24,7	НД	6,3	2,1	ЧПД	0,6	0,0
ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна	ПУ	3,8	-3,9	ПУ	3,6	-11,7	НД	12,7	12,3	ПУ	-2,7	-8,0
ЛЮТ 55198 / Подолянка	НД	5,6	2,8	ПУ	8,0	-8,8	НД	10,6	8,3	ПУ	-1,1	-6,8
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	ПУ	-2,0	-9,0	НД	5,5	1,6	НД	11,8	8,9	ПУ	0,2	-1,6

## Продовження додатку Е.2

Гібридна комбінація	Головний колос						МЗР			МТЗ		
	КЗК			МЗК			*	Нt	Нbt	*	Нt	Нbt
	*	Нt	Нbt	*	Нt	Нbt						
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
МП Ювілейна / Подолянка	ЧПД	1,8	-1,2	ЧПД	6,0	-1,5	Д	-6,4	-8,6	НД	6,5	2,2
МП Ювілейна / ЛЮТ 37519	ЧПД	7,4	-1,3	ЧПД	12,2	-4,5	ПУ	6,8	-14,0	ЧПД	5,7	-2,6
ЕР 55023 / МП Ювілейна	НД	6,4	1,9	ЧПД	6,6	-4,4	Д	-22,3	-25,9	ПУ	0,4	-5,9
ЕР 55023 / Подолянка	НД	5,1	3,7	НД	13,2	9,0	Д	-27,3	-35,2	НД	7,7	4,9
ЕР 55023 / ЛЮТ 37519	НД	23,2	18,0	НД	31,4	23,9	ЧПД	17,3	-1,8	НД	6,5	4,7
ЕР 55023 / ЛЮТ 55198	НД	19,3	15,0	НД	58,1	57,1	НД	39,6	16,3	НД	31,7	28,0
МП Ассоль / ЕР 55023	ПУ	2,0	-3,3	ПУ	5,9	-7,8	НД	0,2	0,2	ПУ	4,7	-4,0
МП Ассоль / МП Ювілейна	Д	-3,5	-4,5	Д	-7,5	-10,6	Д	-10,3	-14,5	Д	-4,0	-6,2
МП Ассоль / Подолянка	ЧВУ	-3,0	-6,9	ЧВУ	-7,7	-16,9	Д	-21,5	-26,8	ЧВУ	-4,6	-10,4
МП Ассоль / ЛЮТ 37519	ЧПД	9,8	-0,1	ЧПД	12,9	-6,6	НД	24,4	4,1	ПУ	3,8	-6,2
МП Ассоль / ЛЮТ 55198	ПУ	2,5	-6,2	ЧПД	12,5	-2,6	НД	28,2	6,8	НД	10,4	4,0
Подолянка / ЕР 55023	НД	18,4	16,8	НД	23,6	-19,0	ПУ	-1,4	-8,1	НД	4,8	2,0
Подолянка / МП Ассоль	Д	-6,9	-10,6	ЧВУ	-9,5	-18,6	Д	-20,6	-26,0	ПУ	-3,0	-8,9
Подолянка / МП Ювілейна	Д	-3,5	-6,4	ПУ	-0,9	-7,9	Д	-18,4	-20,3	ЧПД	2,7	-1,4

## Продовження додатку Е.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
Подольянка / ЛЮТ 37519	ПУ	0,8	-4,7	НД	20,0	9,1	НД	38,7	9,7	НД	19,0	14,1
Подольянка / ЛЮТ 55198	НД	18,0	12,3	НД	35,4	29,5	НД	29,9	2,3	НД	14,7	14,4
ЛЮТ 37519 / МП Ассоль	ПУ	-2,6	-11,4	ПУ	2,6	-15,1	ПУ	7,8	-9,8	ЧПД	6,2	-4,1
ЛЮТ 37519 / МП Ювілейна	ЧПД	5,9	-2,7	ЧПД	11,0	-5,5	НД	25,9	1,4	ЧПД	5,4	-2,8
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	НД	13,2	12,4	НД	30,2	23,4	НД	51,5	50,7	НД	14,4	9,4
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	НД	15,3	11,2	НД	30,2	29,4	ЧПД	20,1	0,1	НД	12,5	9,3
ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна	ПУ	2,1	-5,6	ЧПД	6,9	-4,6	ПУ	7,9	-13,5	НД	5,0	1,1
ЛЮТ 55198 / Подольянка	НД	7,7	2,5	НД	22,6	17,2	ЧПД	25,4	-1,2	НД	13,5	13,3
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	НД	11,0	10,3	НД	26,8	20,2	НД	23,4	22,7	НД	14,1	9,1

Примітка: ЕР – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; \* – тип успадкування; НД – гетерозис (наддомінування); ЧПД – часткове позитивне домінування; ПУ – проміжне успадкування; ЧВУ – часткове від’ємне успадкування; Д – депресія; Нt, % – гіпотетичний гетерозис; Нbt, % – істинний гетерозис; ВР – висота рослин, см; КПС – кількість продуктивних стебел, шт.; ДК – довжина колоса, см; ККК – кількість колосків з колоса, шт.; КЗК – кількість зерен з колоса, шт.; МЗК – маса зерна з колоса, г; МЗР – маса зерна з рослини, г; МТЗ – маса 1000 зерен, г.

## Додаток Ж

Прояв гіпотетичного та істинного гетерозису за показниками якості зерна у F<sub>1</sub>  
пшениці м'якої озимої

Гібридна комбінація	Вміст білка		Вміст сирової клейковини		Показник седиментації	
	Ht	Hbt	Ht	Hbt	Ht	Hbt
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7
МПП Ювілейна / EP 55023	<u>5,3*</u>	<u>-3,6</u>	<u>0,8</u>	<u>-4,6</u>	<u>2,6</u>	<u>1,7</u>
	<u>-39,5**</u>	<u>-42,3</u>	<u>-33,5</u>	<u>-39,3</u>	<u>1,7</u>	<u>-11,6</u>
	<u>-2,9***</u>	<u>-14,2</u>	<u>-2,2</u>	<u>-9,9</u>	<u>2,8</u>	<u>1,4</u>
МПП Ювілейна / МПП Ассоль	<u>1,5</u>	<u>0,0</u>	<u>-0,9</u>	<u>-1,7</u>	<u>-0,9</u>	<u>-1,7</u>
	<u>-31,0</u>	<u>-31,4</u>	<u>-22,5</u>	<u>-22,9</u>	<u>-10,0</u>	<u>-11,3</u>
	<u>-1,2</u>	<u>-4,7</u>	<u>-0,8</u>	<u>-3,4</u>	<u>0,7</u>	<u>0,0</u>
МПП Ювілейна / Подолянка	<u>3,4</u>	<u>0,7</u>	<u>1,2</u>	<u>-1,7</u>	<u>-3,3</u>	<u>-6,4</u>
	<u>-26,7</u>	<u>-32,7</u>	<u>-10,3</u>	<u>-22,3</u>	<u>3,9</u>	<u>-2,9</u>
	<u>-0,7</u>	<u>-3,2</u>	<u>-0,4</u>	<u>-1,8</u>	<u>1,8</u>	<u>1,2</u>
МПП Ювілейна / ЛЮТ 37519	<u>8,7</u>	<u>4,0</u>	<u>4,0</u>	<u>1,6</u>	<u>15,6</u>	<u>8,6</u>
	<u>-28,8</u>	<u>-34,0</u>	<u>-15,1</u>	<u>-24,3</u>	<u>9,3</u>	<u>-5,8</u>
	<u>-0,4</u>	<u>-1,8</u>	<u>-3,2</u>	<u>-4,1</u>	<u>2,1</u>	<u>1,4</u>
МПП Ювілейна / ЛЮТ 55198	<u>1,1</u>	<u>-2,1</u>	<u>4,6</u>	<u>3,7</u>	<u>1,8</u>	<u>-1,7</u>
	<u>0,4</u>	<u>-13,2</u>	<u>12,8</u>	<u>-7,6</u>	<u>9,8</u>	<u>-2,9</u>
	<u>2,1</u>	<u>1,7</u>	<u>3,8</u>	<u>2,4</u>	<u>8,9</u>	<u>7,5</u>
EP 55023 / МПП Ювілейна	<u>0,7</u>	<u>-7,9</u>	<u>-1,8</u>	<u>-7,1</u>	<u>4,3</u>	<u>3,4</u>
	<u>-30,5</u>	<u>-33,7</u>	<u>-26,0</u>	<u>-32,4</u>	<u>5,0</u>	<u>-8,7</u>
	<u>1,5</u>	<u>-10,3</u>	<u>1,1</u>	<u>-6,8</u>	<u>5,6</u>	<u>4,2</u>
EP 55023 / МПП Ассоль	<u>-0,7</u>	<u>-10,3</u>	<u>-4,9</u>	<u>-10,7</u>	<u>0,0</u>	<u>-1,7</u>
	<u>-41,6</u>	<u>-44,6</u>	<u>-33,5</u>	<u>-39,6</u>	<u>3,3</u>	<u>-11,3</u>
	<u>-5,7</u>	<u>-11,8</u>	<u>-5,6</u>	<u>-7,9</u>	<u>1,1</u>	<u>0,9</u>
EP 55023 / Подолянка	<u>1,7</u>	<u>-9,1</u>	<u>3,3</u>	<u>-4,9</u>	<u>-0,8</u>	<u>-3,2</u>
	<u>-37,7</u>	<u>-45,1</u>	<u>-24,1</u>	<u>-39,0</u>	<u>17,1</u>	<u>8,3</u>
	<u>-0,4</u>	<u>-1,9</u>	<u>-1,7</u>	<u>-2,8</u>	<u>9,4</u>	<u>8,9</u>
EP 55023 / ЛЮТ 37519	<u>-0,3</u>	<u>-4,8</u>	<u>-1,1</u>	<u>-4,3</u>	<u>-1,8</u>	<u>-8,5</u>
	<u>-14,5</u>	<u>-24,0</u>	<u>-11,7</u>	<u>-27,2</u>	<u>26,7</u>	<u>25,5</u>
	<u>7,9</u>	<u>-3,2</u>	<u>6,1</u>	<u>1,7</u>	<u>1,4</u>	<u>0,0</u>
EP 55023 / ЛЮТ 55198	<u>2,9</u>	<u>-3,0</u>	<u>4,8</u>	<u>0,0</u>	<u>-0,9</u>	<u>-5,1</u>
	<u>-22,7</u>	<u>-35,1</u>	<u>-9,0</u>	<u>-31,0</u>	<u>27,1</u>	<u>28,3</u>
	<u>9,2</u>	<u>-0,6</u>	<u>5,7</u>	<u>-1,0</u>	<u>2,6</u>	<u>-2,5</u>
МПП Ассоль / EP 55023	<u>3,4</u>	<u>-6,7</u>	<u>-2,0</u>	<u>-8,0</u>	<u>0,0</u>	<u>-1,7</u>
	<u>-45,2</u>	<u>-48,0</u>	<u>-33,5</u>	<u>-39,6</u>	<u>-1,6</u>	<u>-15,6</u>
	<u>-3,2</u>	<u>-7,8</u>	<u>-4,9</u>	<u>-7,9</u>	<u>1,1</u>	<u>0,7</u>
МПП Ассоль / МПП Ювілейна	<u>2,2</u>	<u>0,7</u>	<u>-1,9</u>	<u>-2,7</u>	<u>2,6</u>	<u>1,7</u>
	<u>-50,6</u>	<u>-50,9</u>	<u>-35,2</u>	<u>-35,5</u>	<u>-20,0</u>	<u>-21,1</u>
	<u>5,3</u>	<u>1,6</u>	<u>3,9</u>	<u>1,2</u>	<u>3,6</u>	<u>2,8</u>

## Продовження Додатку Ж

<i>1</i>	2	3	4	5	6	7
МПП Ассоль / Подолянка	<u>4,2</u>	<u>3,0</u>	<u>2,5</u>	<u>0,4</u>	<u>2,5</u>	<u>-1,6</u>
	<u>-45,5</u>	<u>-49,7</u>	<u>-26,4</u>	<u>-35,9</u>	<u>2,3</u>	<u>-5,6</u>
	4,5	0,0	2,6	-0,4	12,5	11,0
МПП Ассоль / ЛЮТ 37519	<u>4,6</u>	<u>-1,3</u>	<u>-1,2</u>	<u>-2,0</u>	<u>5,6</u>	<u>0,0</u>
	<u>-39,9</u>	<u>-43,9</u>	<u>-19,1</u>	<u>-27,5</u>	<u>7,4</u>	<u>-8,5</u>
	7,6	5,5	4,1	1,9	10,3	8,1
МПП Ассоль / ЛЮТ 55198	<u>3,2</u>	<u>-1,4</u>	<u>-3,1</u>	<u>-4,7</u>	<u>0,9</u>	<u>-1,7</u>
	<u>-37,7</u>	<u>-45,9</u>	<u>-15,1</u>	<u>-30,2</u>	<u>-3,2</u>	<u>-15,5</u>
	<u>-0,1</u>	<u>-0,9</u>	<u>-0,1</u>	<u>-0,8</u>	1,2	0,7
Подолянка / ЕР 55023	<u>-3,1</u>	<u>-13,3</u>	<u>1,7</u>	<u>-6,4</u>	<u>-0,8</u>	<u>-3,2</u>
	<u>-45,5</u>	<u>-52,0</u>	<u>-29,2</u>	<u>-43,1</u>	<u>11,7</u>	<u>3,3</u>
	-3,7	-15,5	-2,0	-9,9	0,7	0,0
Подолянка / МПП Ассоль	<u>0,4</u>	<u>-0,7</u>	<u>0,7</u>	<u>-1,4</u>	<u>-4,2</u>	<u>-8,1</u>
	<u>-43,4</u>	<u>-47,8</u>	<u>-22,5</u>	<u>-32,5</u>	<u>-3,8</u>	<u>-11,3</u>
	-3,8	-7,4	-0,2	-0,7	1,4	1,1
Подолянка / МПП Ювілейна	<u>0,4</u>	<u>-2,2</u>	<u>-1,6</u>	<u>-1,4</u>	<u>-1,7</u>	<u>-4,8</u>
	<u>-28,1</u>	<u>-33,9</u>	<u>-10,3</u>	<u>-22,3</u>	<u>-6,9</u>	<u>-13,0</u>
	1,7	0,8	0,2	0,0	10,5	8,2
Подолянка / ЛЮТ 37519	<u>0,7</u>	<u>-6,0</u>	<u>0,5</u>	<u>-4,6</u>	<u>6,2</u>	<u>-3,2</u>
	<u>-23,4</u>	<u>-24,3</u>	<u>-0,7</u>	<u>-3,8</u>	<u>10,9</u>	<u>1,7</u>
	8,3	5,7	6,1	5,2	-3,4	-4,0
Подолянка / ЛЮТ 55198	<u>-0,7</u>	<u>-6,2</u>	<u>0,7</u>	<u>-3,0</u>	<u>-12,1</u>	<u>-17,7</u>
	<u>-21,3</u>	<u>-26,3</u>	<u>8,5</u>	<u>1,4</u>	<u>6,2</u>	<u>0,0</u>
	2,2	1,7	8,1	7,4	8,0	7,4
ЛЮТ 37519 / ЕР 55023	<u>-1,6</u>	<u>-6,1</u>	<u>-1,4</u>	<u>-4,6</u>	<u>-1,8</u>	<u>-8,5</u>
	<u>-24,8</u>	<u>-33,1</u>	<u>-18,7</u>	<u>-32,9</u>	<u>4,9</u>	<u>3,9</u>
	-4,3	-14,2	-1,7	-8,9	0,0	-1,4
ЛЮТ 37519 / МПП Ассоль	<u>1,1</u>	<u>-4,7</u>	<u>-1,2</u>	<u>-4,3</u>	<u>7,4</u>	<u>1,7</u>
	<u>-26,3</u>	<u>-31,2</u>	<u>-11,6</u>	<u>-20,8</u>	<u>-0,8</u>	<u>-15,5</u>
	-4,4	-6,3	-3,7	-5,8	11,7	9,5
ЛЮТ 37519 / МПП Ювілейна	<u>-1,0</u>	<u>-5,3</u>	<u>-1,7</u>	<u>-3,9</u>	<u>0,9</u>	<u>-5,2</u>
	<u>-35,6</u>	<u>-40,3</u>	<u>-18,4</u>	<u>-27,2</u>	<u>9,2</u>	<u>-5,8</u>
	12,4	10,6	9,1	8,4	-8,3	-10,8
ЛЮТ 37519 / Подолянка	<u>0,7</u>	<u>-6,0</u>	<u>-0,2</u>	<u>-5,2</u>	<u>0,9</u>	<u>-8,1</u>
	<u>-20,4</u>	<u>-21,3</u>	<u>1,5</u>	<u>-1,7</u>	<u>27,3</u>	<u>16,7</u>
	-4,7	-8,1	7,4	6,8	9,9	8,1
ЛЮТ 37519 / ЛЮТ 55198	<u>-0,7</u>	<u>-2,0</u>	<u>-3,5</u>	<u>-4,9</u>	<u>1,0</u>	<u>-1,8</u>
	<u>1,6</u>	<u>-8,3</u>	<u>17,4</u>	<u>5,2</u>	<u>19,2</u>	<u>25,8</u>
	0,8	-0,8	2,0	0,8	-15,6	-18,8
ЛЮТ 55198 / ЕР 55023	<u>0,3</u>	<u>-5,4</u>	<u>1,3</u>	<u>-3,4</u>	<u>-0,9</u>	<u>-5,1</u>
	<u>-32,6</u>	<u>-44,0</u>	<u>-19,1</u>	<u>-38,2</u>	<u>15,4</u>	<u>13,2</u>
	4,3	-5,2	3,1	-3,4	-7,9	-12,5

## Продовження Додатку Ж

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
ЛЮТ 55198 / МП Ассоль	<u>-0,4</u>	<u>-4,8</u>	<u>-3,1</u>	<u>-4,7</u>	<u>0,9</u>	<u>-1,7</u>
	<u>-13,6</u>	<u>-24,8</u>	<u>1,2</u>	<u>-16,8</u>	<u>1,6</u>	<u>-11,3</u>
	24,7	24,2	15,7	14,6	-4,6	-10,0
ЛЮТ 55198 / МП Ювілейна	<u>1,1</u>	<u>-2,0</u>	<u>-0,2</u>	<u>-1,0</u>	<u>-1,8</u>	<u>-5,2</u>
	<u>-5,5</u>	<u>-18,2</u>	<u>4,7</u>	<u>-14,3</u>	<u>18,0</u>	<u>4,4</u>
	11,4	7,9	7,8	5,9	6,7	0,0
ЛЮТ 55198 / Подолянка	<u>2,2</u>	<u>-3,4</u>	<u>2,1</u>	<u>-1,7</u>	<u>-1,7</u>	<u>-8,1</u>
	<u>-2,0</u>	<u>-8,3</u>	<u>23,5</u>	<u>15,4</u>	<u>18,6</u>	<u>11,7</u>
	9,8	5,5	6,8	4,7	-7,2	-11,3
ЛЮТ 55198 / ЛЮТ 37519	<u>-1,4</u>	<u>-2,7</u>	<u>-1,5</u>	<u>-2,9</u>	<u>-8,6</u>	<u>-11,1</u>
	<u>3,2</u>	<u>-4,4</u>	<u>23,8</u>	<u>12,3</u>	<u>6,8</u>	<u>3,8</u>
	8,0	6,3	5,9	4,7	-5,2	-8,8

Примітка: EP – еритроспермум; ЛЮТ – лютесценс; \* – 2020 р.; \*\* – 2021 р.; \*\*\* – 2022 р.; Ht, % – гіпотетичний гетерозис; Hbt, % – істинний гетерозис

## Додаток 3

**СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ****Розділ у монографії**

1. **Рисін А. Л.** Адаптивність сортів і селекційних ліній пшениці озимої за комплексом цінних ознак в умовах центрального Лісостепу України. *Особливості визначення адаптивності селекційних ліній пшениці м'якої озимої в умовах центрального Лісостепу України*. Київ: Компринт, 2023. С. 128–166. <https://doi.org/10.31073/mono-myr-pecindet2023>

**Статті у наукових фахових виданнях України**

2. **Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.** Мінливість елементів структури врожайності сортів і селекційних ліній пшениці озимої в умовах Лісостепу України. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 43–54. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0257> (60 % авторства: проведення експерименту, обробка і аналіз даних, написання статті).

3. **Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.** Особливості прояву біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації в Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2023. № 5/105. [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.006). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/44183> (65 % авторства: проведення експерименту, обробка і аналіз даних, написання статті).

**Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації**

4. **Рисін А. Л., Демидов О. А., Вологдіна Г. Б.** Оцінка сортів і перспективних ліній пшениці озимої за якістю зерна в умовах Лісостепу України. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції молодих

вчених і спеціалістів (с. Центральне, 19 квітня 2019 р.). Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. С. 96–97. (40 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

5. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Показники якості зерна сортів та селекційних ліній пшениці озимої в умовах центральної частини Лісостепу України. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). Електронний ресурс: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua>, 2021. С. 95. (30 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

6. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Гібридологічний аналіз елементів урожайності гібридів пшениці озимої. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали Х Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 29 квітня 2022 р.). Електронний ресурс: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua>, 2022. С. 92. (30 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

7. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Особливості успадкування гібридами пшениці озимої структурних елементів продуктивності та показників якості зерна. *Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла (с. Центральне, 16 листопада 2022 р.). Центральне, 2022. С. 44–45. (35 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

8. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б. Мінливість морфобіометричних показників рослин сортів і селекційних ліній пшениці озимої на час припинення осінньої вегетації в умовах Центрального Лісостепу. *Сільське господарство в умовах глобальних викликів: стратегічні пріоритети*

та загрози. *Вклад молодих вчених: матеріали Науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених і спеціалістів в Україні (сmt. Чабани, 22 грудня 2022 р.).* Чабани, 2022. С. 31–33. (40 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

9. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Замліла Н. П., Вологдіна Г. Б. Адаптивність сортів і селекційних ліній пшениці озимої за показниками якості зерна. *Сільське господарство в умовах глобальних викликів: стратегічні пріоритети та загрози. Вклад молодих вчених: матеріали Науково-практичної Інтернет-конференції молодих учених і спеціалістів в Україні (сmt. Чабани, 22 грудня 2022 р.).* Чабани, 2022. С. 40–42. (40 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

10. Вологдіна Г. Б., **Рисін А. Л.** Мінливість висоти рослин сортів і селекційних ліній пшениці озимої в умовах Лісостепу України. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 30 березня 2023 р.).* Біла Церква, 2023. С. 105–109. (60 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

11. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В. Мінливість продуктивності колосу сортів і селекційних ліній пшениці озимої в умовах Лісостепу України. *Селекція, генетики та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів (с. Центральне, 21 квітня 2023 р.).* Центральне, 2023. С. 108. (30 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

12. **Рисін А. Л.,** Демидов О. А., Вологдіна Г. Б. Гуменюк О. В. Особливості формування біометричних показників рослин пшениці озимої восени в умовах Лісостепу України. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Частина 2 (м. Київ, 6–7 липня*

2023 р.). Київ, 2023. С. 154–158. (40 % авторства: проведення експерименту, аналіз даних, написання тез).

### **Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації**

13. Demydov O., Pravdziva I., Hudzenko V., **Rysin A.**, Volohdina H., Siroshstan A., Yurchenko T., Zaima O., Misiura I. Formation of flour quality indicators in different winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes depending on abiotic and anthropogenic factors. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, Iss. 8. P. 111–118. DOI: 10.15421/2021\_277. (10 % авторства: проведення експерименту, обробка і аналіз даних, написання статті).