

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

РЯБОВОЛ ЯРОСЛАВ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 631.527.581.143:633.14:633.11«324»:631.52:633.111

ДИСЕРТАЦІЯ

**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМ ГІБРИДИЗАЦІЇ І
СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ В СЕЛЕКЦІЇ
ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

06.01.05 – селекція і насінництво

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

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

Наукові консультанти: доктор біологічних наук, Парій Федір Микитович;
доктор сільськогосподарських наук, професор,
Заслужений діяч науки і техніки України
Полторецький Сергій Петрович

АНОТАЦІЯ

Рябовол Я. С. Теоретичне обґрунтування систем гібридизації і створення вихідного матеріалу в селекції зернових культур. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна наукова праця на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 – селекція і насінництво (20 Аграрні науки та продовольство). – Уманський національний університет садівництва, Умань, 2020.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та нове вирішення наукової проблеми вдосконалення систем гібридизації та добору генетичних джерел і створення вихідного матеріалу, стійкого до біотичних та абіотичних чинників, за аналізу закономірностей змін та успадкування ознак при використанні в технологічній схемі біотехнологічної ланки. З використанням системного підходу вирішено наукові завдання підвищення ефективності селекційного процесу за вдосконалення селекційних схем, встановлення критеріїв і напрямків добору компонентів гібридизації, розширення спектру генетичної мінливості вихідних зразків з маркерними ознаками для створення вихідного матеріалу жита озимого, пшениці м'якої озимої, тритикале озимого.

Вперше за гібридизації еколого-географічно віддалених матеріалів створено нові морфотипи рослин жита озимого зі зміненою структурою колосу, що дає можливість підвищити продуктивність культури за рахунок формуванню додаткових рядів квіток, і, відповідно, насіння, та додаткових колосків на стрижені основного колосу. Підтверджено, що зміна архітекtonіки рослин є ефективним інструментом забезпечення формування нових морфобіологічних особливостей рослин та оптимізації структури їх популяції, спрямованих на підвищення продуктивності культури.

Встановлено, що для прискореного розмноження цінних генотипів жита

озимого доцільно проводити клонування розкущених інтактних рослин за створення оптимальних умовах вирощування впродовж року.

Встановлено, що гени *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки, *L/l* «безлігульність», *P/p* розлогої форми куща, *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу» та *Hl/hl* доміантної короткостебловості можуть бути ефективними маркерами для візуальної ідентифікації ознаки «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин жита озимого та спрощення відбору компонентів гібридизації за ведення гетерозисної селекції.

Підтверджено, що ознаки «еректоїдне розміщення листкової пластинки», «лігульність», «безвосковий наліт» контролюються моногенно. Гени *Sp/sp* і *W/w* успадковуються за типом неповного домінування, за формування у гетерозигот проміжної ознаки за схемою 1: 2: 1, а ген *L/l* – за законом домінування та схемою 3: 1. Встановлено, що зразки носії рецесивних маркерних ознак генів *Sp/sp*, *L/l* мають вищий вмісту хлорофілу *a* і *b* у фотосинтезуючих органах і, відповідно, продуктивність рослин, а гібриди за геном *W/w* мають вищий вміст хлорофілу *a* і *b*, порівняно з гомозиготними формами (*WW*, *ww*).

Розроблено і теоретично обґрунтовано схеми реципрочно-функціонального перетворення вихідного матеріалу із залученням у селекційний процес географічно-віддалених форм, що сприяє інтенсифікації процесу отримання генетичного різноманіття вихідних комбінаційноздатних компонентів для селекції жита озимого.

Модифіковано живильні середовища та підібрано умови для індукції розвитку меристем, розмноження, вкорінення та створення банку генетичного матеріалу рослин жита озимого.

Розроблено методичні підходи і доведено ефективність використання аерогідронних технологій для ризогенезу та адаптації клонованих рослин жита. Розроблено склад живильного розчину для вкорінення, що поєднує ½ MS, 1,0 мг/л ІОК, 0,5 мг/л гетероауксину, 0,3 мг/л 6-бензиламінопурину, 1,0 мг/л гіберелінової кислоти, і забезпечує отримання програмованої кількості

адаптованого вихідного матеріалу культури з розгалуженою кореневою системою.

З'ясовано, що за використання культури незрілих зародків можна частково подолати постгамну несумісність жита озимого і пшениці м'якої озимої. Встановлено, що вихід проростків за ембріокультури залежить від віку зародка, генотипу вихідного матеріалу та складу живильного середовища.

Модифіковано склад живильного середовища Мурасіге–Скуга з додаванням 1,5 мг/л 6–бензиламінопурина, 0,5 мг/л індолілоцтової кислоти, 0,5 мг/л гібереліну, 1,0 мг/л глютаміна, 2,0 мг/л гліцина, 0,3 мг/л серина, 100 мг/л мезоінозиту, 60,0 г/л сахарози, що забезпечує вихід проростків з дев'ятидобових незрілих зародків жита в середньому за генотипами на рівні 35,3 %. Підтверджено, що попередня передобробка експланту низькою позитивною температурою (3–5 °С), за введення в ізольовану культуру, підвищує вихід макроструктур до 42,8 %.

Виділено джерела генів господарсько-цінних ознак пшениці м'якої озимої і встановлено закономірності успадкування показників продуктивності та якості зерна матеріалу, отриманого за гібридизації географічно-віддалених форм. Визначено гібридні комбінації з найвищим проявом домінування та істинного гетерозису.

За гібридизації високопродуктивних іноземних сортів і вітчизняних форм, носіїв пшенично-житніх транслокацій *1AL/1RS* і *1BL/1RS*, отримано генетичне різноманіття матеріалів, зокрема, зразків з транслокацією *1BL/1RS* (120–1, 120–3, 123–1 і 196–1), що характеризуються високою якістю зерна (білок – 13,4–15,0 %, сира клейковина – 29,1–34,1 %, число падіння – 240–294 с), а це дає підстави розширити спектр рекомбінацій для отримання форм з високою продуктивністю, якістю зерна й адаптивною здатністю, що забезпечується *1BL/1RS* транслокацією.

Удосконалено методичні принципи генетичної рекомбінації генів у

міжвидових гібридів *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L., що дозволяє створити спельтоїдні форми пшениці м'якої озимої зі зміненою архітектонікою рослин і вмістом у зерні білка понад 14 %. Проаналізовано характер успадкування генів, що контролюють формування грубої колоскової луски та ускладнений обмолот зерна спельтоїдів. Установлено, що ці ознаки успадковуються за типом домінантного епістазу за схемою розщеплення гетерозигот 12 : 3 : 1. Показано, що ген *Tg/tg*, який контролює наявність грубої колоскової луски є епістатичним за відношенням до гена *Q/q*.

Розроблено загальну технологічну схему селекційного покращення тритикале озимого за віддаленої гібридизації *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L. і доведено можливість поліпшення зразків за отримання чотиривидових форм культури, що поєднують генетичний матеріал пшениці м'якої, пшениці твердої, пшениці спельта і жита.

У процесі досліджень апробовано нові селекційні технології зі створення вихідного матеріалу, зокрема, за використання біотехнологічної ланки, для отримання високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої, тритикале озимого та сортів і гетерозисних гібридів жита озимого.

Створено колекцію вихідних матеріалів зернових хлібних культур з понад 2700 зразків, до складу якої входять унікальні рекомбінантні форми, що різняться за архітектонікою рослини, морфобіологічними і біохімічними ознаками та господарсько-цінними показниками.

Розроблено способи контролю стерильності та гібридності рослин жита озимого на ділянках гібридизації за генами *H/hl* домінантної короткостебловості (патенти № 91021, 91020), *Ll* «безлігульність» (патенти № 103730, 103729), *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки (патенти № 117608, 117602), *P/p* розлогої форми куща (патенти № 120739, 120738), *Epr₁/epr₁* «безвосковий наліт колосу» (патенти № 127222, 127223), що спрощує ідентифікацію ознаки «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин за створення вихідних матеріалів жита озимого.

Розроблено спосіб відбору високопродуктивних форм жита (патент № 110527), що дозволяє за зміною архітекtonіки колосу вирізняти цінні генотипи культури.

Розроблено спосіб відбору *R/D* заміщених форм тритикале (патент № 89585) та способи створення і відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале (патенти № 101705, 101706), що дають можливість візуально визначати чотирьохвидові форми культури отримані за гібридизації *Triticosecale Wittmack* та *Triticum spelta* L. і можуть бути використані в селекційному процесі тритикале.

Розроблено спосіб індукування розвитку меристем та розмноження рослин жита озимого (патент № 126908), використання якого в селекційному процесі сприяє отриманню генетично ідентичного матеріалу.

Створено банк генетичних матеріалів і підібрано оптимальні умови зберігання активної колекції рослин жита озимого *in vitro* для використання їх у селекційному процесі.

За віддаленої гібридизації між видами *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. створено гібридний матеріал, що є джерелом господарсько-цінних ознак і високих технологічних властивостей та цінних вихідних форм для селекції пшениці озимої на якість зерна.

За використання в селекційних схемах географічно віддалених зразків пшениці м'якої озимої та матеріалів з пшенично-житніми транслокаціями *1AL/1RS* і *1BL/1RS* отримано і виділено джерела генів господарсько-цінних ознак, що є вихідними компонентами в селекції на продуктивність і стійкість проти абіотичних та біотичних чинників.

Розроблено методичні рекомендації з використання мікроклонального розмноження рослин за створення вихідного матеріалу жита озимого, індукції ризогенезу та вкорінення рослин у культурі *in vitro*, використання маркерних генів при створенні вихідних компонентів гібридів і способи

створення та випробування нових гібридів жита озимого для використання здобувачами вищої освіти і науково-педагогічними працівниками навчальних закладів та фахівцями біотехнологічних лабораторій, селекційних станцій, науково-дослідних інститутів, які займаються проблемами біотехнології, селекції і насінництва зернових культур.

Виділені джерела генів господарсько-цінних ознак і створені нові вихідні селекційні матеріали жита озимого, пшениці м'якої озимої, тритикале озимого використовуються у фундаментальних та прикладних дослідженнях Уманського національного університету садівництва, Уманської дослідної станції тютюнництва НААН України і Всеукраїнського наукового інституту селекції та іншими установами.

Створено, за співавторства, сорти жита озимого Сіріус, пшениці м'якої озимої Артаплот, тритикале озимого Наварра і Стратег, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, а також сорти пшениці м'якої озимої Уманська царівна, Фрея та Євразія, які передано на Державну науково-технічну експертизу, відповідно в 2018 і 2019 роках.

Розроблені наукові положення та вдосконалені методичні підходи для селекції зернових культур викладено за співавторством здобувача у монографіях «Пшениця спельта» (2016 р.), «Генетичні основи створення батьківських компонентів гібридів жита озимого» (2017 р.), «Селекційне вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта» (2019 р.) і використовуються під час викладання дисциплін, а також впроваджено в навчальний, науковий і технологічний процес навчально-науково-виробничої біотехнологічної лабораторії в Уманському національному університеті садівництва.

Ключові слова: жито озиме, пшениця м'яка озима, тритикале озиме, пшениця спельта, сорт, гібрид, гібридизація, успадкування, зразок, вихідний матеріал, джерела генетичних ознак, урожайність, культура *in vitro*.

ABSTRACT

Riabovol I. S. Theoretical substantiation of systems of hybridization and the creation of the initial material in breeding of cereals crops. – Qualification scientific work on the manuscript.

The qualification scientific work for the degree of doctor of agricultural Sciences, specialty 06.01.05 – breeding and seed production (20 Agricultural science and food). – Uman national University of horticulture, Uman, 2020.

The dissertation contains a theoretical justification and a new solution to the scientific problem of improving hybridization systems, selecting genetic sources and creating source material that is resistant to biotic and abiotic factors when analyzing patterns of change and inheritance of characters when using the biotechnological elements in a technological scheme. The scientific tasks of increasing the efficiency of the breeding process for improving breeding schemes, establishing criteria and directions for the selection of hybridization components, expanding the spectrum of genetic variability of the initial samples by marker traits to create the source material of winter rye, soft winter wheat and winter triticale were solved with using a systematic approach.

For the first time, due to the hybridization of ecologically and geographically distant materials, new morphotypes of winter rye plants with altered spikes were created, which allows to increase the productivity of the crop by forming additional rows of flowers, and, accordingly, seeds, and additional spikes on the sheared main spike. It was confirmed, that changing the architecture of plants is an effective tool for the formation of new morphobiological characteristics of plants and optimizing the structure of their populations aimed at improving the productivity of the culture.

It was found that for rapid multiplication of valuable genotypes of winter rye advisable to carry out the cloning of intact plants with good steam system for the creation of optimum growing conditions throughout the year.

It was installed, that genes *Sp/sp* erectoid orientation of the leaf blade, *L/l*

ligul/unligul form, *P/p* spreading shape of the bush, *Epr1/epr1* waxy/unwaxy plaque of the ear and *Hl/hl* dominant short-stem can be effective markers for visual identification of the sign of «sterility–fertility» and «hybrid» plants of winter rye and simplify the selection of the components of hybridization for the maintenance of heterosis breeding.

It is confirmed that the signs «erected placement of the leaf blade», «ligul/unligul», «waxy/unwaxy» is controlled by monogenic. Genes *Sp/sp* and *W/w* are inherited type of complete dominance for the formation of heterozygotes have intermediate characteristics according to the scheme 1: 2: 1, and the gene for *L/l* – the law of dominance and the scheme 3: 1. It is established that the samples are carriers of the recessive gene marker signs *Sp/sp*, *L/l* have a higher chlorophyll content in photosynthetic organs and, consequently, plant productivity, and hybrids with genome *W/w* have a higher content of chlorophyll a and b, compared with the homozygous forms (*WW*, *ww*).

Schemes of reciprocate-functional transformation of the source material for the use of foreign germplasm, quickly achieving genetic diversity by maternal and paternal combination with components of hybridization of winter rye has been developed and theoretically substantiated.

Nutrient medium and the conditions chosen for the induction of the development of meristems, multiplication, rooting and establishment of the Bank of genetic material of plants of winter rye are modified.

It was developed methodical approaches and proven the effectiveness of the use aerogydroponyck technologies for ryzogenesis and adaptation of cloned plants of rye. It was developed the composition of the nutrient solution for rooting combining $\frac{1}{2}$ MS with 1,0 mg/l indoleacetic acid, 0,5 mg/l geteroaucsie, 0,3 mg/l 6-benzylaminopurine, 1,0 mg/l giberel acid, and provides a programmable number of acclimatizing source material culture with extensive root system.

It was clarified, that the use of culture of immature embryos can be partially overcome postgame incompatibility in winter rye and winter soft wheat. It was

established that seedlings of embryo culture has depends on the age of the embryo, the genotype of the starting material and the nutrient medium composition.

Nutrient medium MS medium, supplemented with 1,5 mg/l 6-benzylaminopurine, 0,5 mg/l indoleacetic acid, 0,5 mg/l gibberellin, 1,0 mg/l glutamine, 2,0 mg/l glycine, 0,3 mg/l serine, 100 mg/l mesoinetine, 60,0 g/l of sucrose, which provides the output of seedlings from nine-day immature embryos of rye in average for genotypes at the level of 35,3 %, was modified. The preliminary preprocessing explant by low positive temperatures (3–5 °C) when introduced into an isolated culture, increases the yield of macrostructures to 42,8 %, was confirmed.

Sources of genes for agronomic traits of winter bread wheat and the regularities of inheritance of productivity and manifestation of heterosis samples, obtained by hybridization of ecologically and geographically distant forms has been highlighted. Hybrid combinations with high expression of dominance and true heterosis identified.

With a hybridization of highly productive varieties of foreign and domestic forms of native wheat-rye translocations *IAL/IRS* and *IBL/IRS* obtained the genetic diversity of materials, in particular samples with the translocation *IBL/IRS* (120-1, 120-3, 123-1 and 196-1), which have a high quality of grain (protein from 13,4 to 15,0 %, gluten 29,1–34,1 %, falling number 240–294 c), and this gives reason to extend the range of recombination to obtain forms with high productivity, grain quality and adaptive capacity, provided by *IBL/IRS* translocation.

Methodological principles of genetic recombination of genes in interspecific hybrids of *Triticum aestivum* L. and *Triticum spelta* L., which allows you to create spellt forms of winter soft wheat with altered architectonics of plants and grain protein content more than 14 %, was improved. The inheritance pattern of genes controlling formation of coarse scales and difficult threshing grain of *Triticum spelta*, was analyzed. It is established that these characteristics are inherited by dominant type epistasis the splitting pattern of the heterozygotes 12 : 3 : 1. The gene *Tg/tg*, which controls the presence of coarse scales is astatine in relation to gene *Q/q*, was shown.

It is developed the technological scheme for breeding improved winter triticale

in distant hybridization *Triticosecale* Wittmack \times *Triticum spelta* L. and ability to improve samples for obtaining tetra-kind forms of culture, combining the genetic material of wheat, durum, wheat, spelt and rye was proven.

In the research process, new breeding technology for the creation of the initial material, in particular, for the use of biotechnology branch, for obtaining high-yielding varieties of winter soft wheat, winter triticale and varieties and heterosis hybrids of winter rye was tested.

The collection of more than 2,700 samples of a unique recombinant forms of pre-breeding materials of grain crops, which differ in structure and plants, morphobiology and biochemical characteristics and agronomic performance was composed.

Methods of control of sterility and hybrid plant winter rye in areas of hybridization with the genes of *Hl/hl* dominant short-stems (patents № 91021, 91020), *Ll*, *Ligul/unligul* form (patents № 103730, 103729), *Sp/sp* erectoid orientation of the leaf blade (patents № 117608, 117602), *P/p*, spreading shape of the bush (patents № 120739, 120738), *Epr1/epr1*, waxy/unwaxy plaque of the ear (patents № 127222, 127223), for easier identification of characteristic «sterility–fertility» and «hybrid» plants for the creation of the initial material of winter rye, were developed.

The method of selection of highly productive forms of rye (patent № 110527) that allows for changes in the architectonics of the ear to distinguish the valuable genotypes culture was developed.

The method of selection of R/D substituted triticale forms (patent № 89585) and methods of creation and selection of fully and/or partially wheat-rye chromosome substitution lines of triticale (patent № 101705, 101706), which allow to visually determine cotyloid forms of culture obtained by hybridization of *Triticosecale* Wittmack and *Triticum spelta* L. was developed and can be used in breeding process of triticale.

The method of inducing the development of meristem and propagation of plants

of winter rye (patent № 126908), the use of which in the selection process helps to ensure a genetically identical material was created.

The bank of genetic materials and optimal storage conditions for active collections of plants of winter rye in vitro for use in the selection process was created.

With using exotic crosses between *Triticum aestivum* L. and *Triticum spelta* L. a hybrid material that is a source of valuable characteristics and high technological properties and a valuable initial forms for breeding of winter wheat for grain quality, was created.

With using in breeding schemes geographically distant samples of soft winter wheat materials from the wheat-rye translocations *1AL/IRS* and *1BL/IRS*, the sources of genes of agronomic traits, which are initial components in breeding for productivity and resistance to abiotic and biotic factors were obtained and identified.

The guidelines on the use of micropropagation of plants for the creation of the initial material of winter rye, induction of rhizogenesis and rooting of plants in vitro, the use of marker genes in source components hybrids and ways to create and test new hybrids of winter rye for use by the applicants of higher education and scientific-pedagogical employees of educational institutions and specialists of the biotechnology laboratories, breeding stations, research institutes dealing with biotechnology, breeding and seed crops were developed.

Sources of genes of agronomic traits and the creation of new initial breeding materials of winter rye, winter bread wheat, winter triticale are used in fundamental and applied research of Uman national University of horticulture, Uman experimental station of tobacco growing NAAS of Ukraine, Verhnyatsky experimental breeding station of the Institute of bioenergy crops and sugar beet NAAS and Ukrainian scientific Institute of breeding and other institutions were highlighted.

The following varieties were jointly developed and registered in the State Register of Plant Varieties Eligible for Distribution in Ukraine: Sirius (winter rye), Artaplot (soft winter wheat), Navarro and Strateg (winter triticale). Furthermore,

the following soft winter wheat varieties were submitted to the State Scientific and Technical Expertise: Tsarivna Umanska, Freya and Eurasia.

It were developed the scientific principles and advanced methodological approaches in selection of crops set out in the applicant's co-author in the books «Speltum Wheat» (2016), «The Genetic basis of creation of parental components of hybrids of winter rye» (2017), «Improvement of breeding triticales with using speltum wheat» (2019) and used in the teaching subjects, as well as embedded in educational, scientific and technological process of educational-scientific-industrial biotechnological laboratories in Uman national university of horticulture.

Key words: winter rye, winter soft wheat, winter triticales, wheat, spelt, variety, hybrid, hybridization, inheritance, sample, source material, sources of genetic traits, yield, *in vitro* culture.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Пшениця спельта. Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, М. Ф. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, **Я. С. Рябовол**, О. Г. Сухому; за ред. Г. М. Господаренка. Київ: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2016. 312 с. (20 % авторства).
2. **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Генетичні основи створення батьківських компонентів гібридів жита озимого: монографія. Умань: Візаві, 2017. 188 с. (80 % авторства).
3. Диордиева І. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Полторецька С. П., Коцюба С. П. Селекційне вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта: монографія; за ред. Л. О. Рябовол. Умань: Візаві, 2019. 214 с. (35 % авторства).

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

4. **Iaroslav Riabovol**, Iudmila Riabovol, Iryna Diordiieva, Serhii Poltoretskyi, Andrii Lubchenco, Lidia Kononenko, Vitaliy Kryzhanovskiy Evaluation of

- resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of ecologically and geographicly remote forms. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018, 8(3). P. 33–37. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
5. I. Diordiieva, L. Riabovol, **I. Riabovol**, O. Serzhyk, A. Novak and S. Kotsiuba The characteristics of wheat collection samples created by *Triticum aestivum* L./ *Triticum spelta* L. hybridization. *Agronomy Research*. 2018. V. 16, № 5. P. 2005–2015. DOI: 10.15159/AR.18.181. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
6. Диордиева И. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Ренгач П. Н., Коцюба С. П., Макачук М. А. Использование спельты (*Triticum spelta* L.) в селекции на качество зерна тритикале (*Triticosecale* Witmack). *Сельскохозяйственная биология*, 2019. Т. 54. № 1. С. 31–37. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.1.31eng. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

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

7. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Апробація способів отримання гібридів жита озимого за різних генетичних систем контрольованого розмноження. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2014. Вип. № 85. С. 8–13. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
8. **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М., Рябовол Л. О., Заболотна І. Р., Діордієва І. П. Гібридна пшениця: проблеми, можливості, переваги перспективи. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2014. Вип. № 86. С. 210–214. (Теоретичне

обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

9. **Рябовол Я. С.,** Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Апробація донорних короткостеблових форм жита озимого. *Збірник наукових праць УНУС.* Умань, 2015. Вип. № 87. С. 61–66. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
10. **Рябовол Я. С.,** Рябовол Л. О. Адаптація клонованого рослинного матеріалу жита озимого до умов *ex vitro*. *Вісник Сумського НАУ.* Суми, 2015. Вип. 3 (29). С. 61–66. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
11. **Рябовол Я. С.,** Рябовол Л. О. Зміна архітектоніки колосу, як один із чинників підвищення продуктивності жита озимого. *Вісник Уманського НУС.* Умань, 2016. Вип. № 1. С. 69–71. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
12. **Рябовол Я. С.,** Рябовол Л. О. Характеристика зразків пшениці м'якої озимої за зимостійкістю. *Збірник наукових праць УНУС.* Умань, 2016. Вип. № 89. С. 29–37. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
13. **Рябовол Я. С.,** Рябовол Л. О. Створення нових селекційних матеріалів пшениці м'якої озимої за гібридизації еколого-географічно віддалених сортів. *Вісник Уманського НУС.* Умань, 2016. Вип. № 2. С. 69–71. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

14. Діордієва І. П., **Рябовол Я. С.** Добір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за наявністю морфологічних ознак спельти. *Селекція і насінництво*. Харків, 2016. Вип. 110. С. 60–66. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
15. Черно О. Д., **Рябовол Я. С.** Вплив різних систем удобрення на технологічні показники зерна пшениці сорту Артемісія. *Збірник наукових праць СГІ–НЦНС*. 2016. Вип. 27(67). С. 170–176. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
16. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Генетичний контроль господарсько-цінних ознак вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2017. Вип. 90. Ч. 1. С. 105–112. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
17. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Визначення температурного режиму для формування активної колекції вихідного селекційного матеріалу жита озимого. *Збірник наукових праць. Агробіологія*. Біла Церква, 2017. Вип. № 1 (131). С. 68–73. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
18. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Оцінювання резистентності до хвороб створених зразків пшениці м'якої озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2017. Вип. 91. Ч. 1. С. 202–209. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

- 19.Рябовол Л. О., Кисельова М. І., Любич В. В., Полянецька І. О., **Рябовол Я. С.** Формування врожайності та вмісту білка в зерні спельтоподібних гібридів F_{3-5} , одержаних гібридизацією *Triticum aestivum* L/ *Triticum spelta* L. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків, 2017. Вип.111. С. 107–114. *(Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
- 20.**Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Оцінка створених зразків пшениці м'якої озимої за низкою господарсьео-цінних ознак. *Зернові культури*. 2017. Том 1. № 1. С. 26–31. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
- 21.**Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Регуляторна модифікація живильного середовища для ризогенезу рослин жита озимого в культурі *in vitro*. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2017. Вип. № 2. С. 64–66. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
- 22.**Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Оцінка якості зерна селекційних зразків пшениці м'якої озимої. *Вісник Львівського НАУ: агрономія*. 2018. № 22(1). С. 194–200. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
- 23.Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Полянецька І. О., Желейна В. В., Улянич І. Ф., **Рябовол Я. С.** Якість крупи швидкого приготування із зерна спельта залежно від температури екстрагування. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2018. Вип. № 1. С. 111–117. *(Проведення лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*

24. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Продуктивна кущистість та клонування рослин жита озимого. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 1 (77). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11768/10910>. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
25. **Рябовол Я. С.** Генетичний аналіз і відбір зразків пшениці м'якої озимої за генами резистентності до хвороб. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань: Сочинський М. М., 2019. Вип. 94. Ч. 1.: Сільськогосподарські науки. С. 118–127.
26. Діордієва І. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Стратег. *Наукові доповіді НУБіП України*. Київ. 2019. № 2 (78). Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.012> (Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
27. Діордієва І. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Наварра. *Вісник Полтавської ДАА*. Полтава, 2019, № 2 (93). С.13–19. (Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
28. Діордієва І. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Артоплот. *Зернові культури*. Т. 3. № 1. 2019. С. 7–12. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
29. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Діордієва І. П. Стійкість до хвороб зразків пшениці м'якої озимої, створених гібридизацією географічно віддалених форм. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Львів–Оброшино, 2019. Вип. 65. С.124–133. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

30. Хаблак С. Г., Абдуллаева Я. А., Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.** Роль аллельного и неаллельного взаимодействия генов в механизме возникновения гетерозиса. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ, 2019. Т. 24. С. 177–182. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Статті у міжнародних наукових періодичних зарубіжних виданнях

31. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Стимуляція ризогенеза растений ржи озимой с использованием аэрогидропонных технологий. *Земледелие и защита растений*, Білорусь. 2015. № 6 (103). С. 18–19. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

32. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Оценка доноров короткостебельности ржи озимой для селекционного процесса. Научно-практический журнал *Земледелие и защита растений*. Республика Беларусь, 2017. Вып. № 5 (114). С. 30–32. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

33. Sergei Hablak, **Riabovol Iaroslav**. Somatic heterosis signs root system in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*. J Psychol Clin Psychiatry. 2018. № 5 (3). P. 171–174. DOI: 10.15406/jabb.2018.05.00134. (Проведення лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

34. Диордиева И. П., **Рябовол Я. С.** Показатели качества зерна образцов пшеницы созданных путем гибридизации *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. *Вестник БГСХА*. 2018. № 4. С. 35–38. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

35. **Riabovol L. O.**, Diordiieva I. P., Riabovol Ya. S., Polyanetska I. O., Lubchenco A. I. and Novak Zh. M. Triticale breeding improvement with the use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2018. V. 16 (1). P. 54–58. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Статті в інших наукових виданнях України

36. **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Створення і випробування сорту жита озимого Сіріус. *Посібник українського хлібороба*. Харків, 2015. Т. 1. С. 85–87. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Патенти

37. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Скорик В. В. Патент на корисну модель № 91021 від 25.06. 2014 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності жита озимого на ділянках гібридизації; Заявл. 09.09.2013; Опубл. 25.06. 2014, Бюл. № 12. 4 с.
38. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Скорик В. В. Патент на корисну модель № 91020 від 25.06. 2014 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого; Заявл. 09.09.2013; Опубл. 25.06. 2014, Бюл. № 12. 4 с.
39. Парій Ф. М., Парій М. Ф., Діордієва І. П., **Рябовол Я. С.**, Заболотна І. Р., Любич В. В. Патент на корисну модель № 89585 від 25.04. 2014 р. (Україна). Спосіб відбору *R/D* заміщених форм тритикале; Заявл. 09.09.2013; Опубл. 25.06. 2014, Бюл. № 12. 4 с.
40. Діордієва І. П., Рибалка О. І., Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. **Рябовол Я. С.**, Заболотна І. Р., Єщенко О. В., Любич В. В. Патент на корисну модель № 101705 від 25.09.2015 р. (Україна). Спосіб створення і відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале; Заявл. 06.04.2015; Опубл. 25.09.2015, Бюл. № 18. 4 с.

41. Діордієва І. П., Рибалка О. І., Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. **Рябовол Я. С.**, Заболотна І. Р., Єщенко О. В., Любич В. В. Патент на корисну модель № 101706 від 25.09.2015 р. (Україна). Спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале; Заявл. 06.04.2015; Опубл. 25.09.2015, Бюл. № 18. 4 с.
42. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Патент на корисну модель № 103730 від 25.12. 2015 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності жита озимого за геном *L/l* «безлігульність»; Заявл. 06.07.2015; Опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24. 4 с.
43. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Патент на корисну модель № 103729 від 25.12. 2015 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *L/l* «безлігульність»; Заявл. 06.07.2015; Опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24. 4 с.
44. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Патент на корисну модель № 110527 від 10.10.2016 р. (Україна). Спосіб відбору високопродуктивних форм жита; Заявл. 18.04.2016; Опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19. 4 с.
45. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 117608 від 26.06.2017 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності жита озимого за геном *Sr/sr* еректоїдної орієнтації листкової пластинки; Заявл. 20.02.2017; Опубл. 26.06.2017, Бюл. № 12. 4 с.
46. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 117602 від 26.06.2017 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *Sr/sr* еректоїдної орієнтації листкової пластинки; Заявл. 20.02.2017; Опубл. 26.06.2017, Бюл. № 12. 4 с.
47. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 120739 від 10.11.2017 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого за геном *P/p* розлогої форми куща; Заявл. 19.06.2017; Опубл. 26.06.2017, Бюл. № 21. 4 с.

48. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 120738 від 10.11.2017 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *P/p* розлогої форми куща; Заявл. 19.06.2017; Опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21. 4 с.
49. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 126908 від 10.07.2018 р. (Україна). Спосіб індукування розвитку меристем та розмноження рослин жита озимого; Заявл. 05.02.2018; Опубл. 10.07.2018, Бюл. № 13. 6 с.
50. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 127222 від 25.07.2018 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого за геном *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу»; Заявл. 05.02.2018; Опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14. 4 с.
51. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 127223 від 25.07.2018 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу»; Заявл. 05.02.2018; Опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14. 4 с.

Авторські свідоцтва на сорти рослин

52. Свідоцтво № 140924 «Про авторство на сорт рослин». Сіріус. Жито посівне (озиме). Заявка № 11003007. Автор(и): Парій Ф. М., Парій М. Ф., Скорик В. В., Симоненко Н. В., Парій Я. Ф., Парій Ю. О., Скорик В. В., **Рябовол Я. С.** (Районоване у 2014 р.) (10 % авторства).
53. Свідоцтво № 180915 «Про авторство на сорт рослин». Наварра. Тритикале (озиме). Заявка № 15022003. Автор(и): Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.**, Задерака О. І., Діордієва І. П., Заболотна І. Р., Любич В. В. (Районоване у 2018 р.) (20 % авторства).
54. Свідоцтво № 180916 «Про авторство на сорт рослин». Стратег. Тритикале (озиме). Заявка № 15022004. Автор(и): Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.**, Задерака О. І., Діордієва І. П., Заболотна І. Р., Любич В. В. (Районоване у 2018 р.) (20 % авторства).

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

Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації

56. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Проблеми та перспективи розвитку селекції гібридного жита в Україні. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених присвячена 170-й річниці від дня заснування Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. С. 74–75.
57. Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.** Використання біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур на кафедрі генетики, селекції рослин та біотехнології. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Генетика і селекція: досягнення та проблеми*, присвяченої 170-річчю Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. С. 6–7.
58. Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М. Клонування рослин жита озимого в культурі *in vitro*. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Генетика і селекція: досягнення та проблеми*, присвяченої 170-річчю Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. С. 106–108.
59. Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.** Вплив складу живильного середовища на клонування рослин жита озимого в культурі *in vitro*. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки*. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2014. С. 17–18.
60. **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Дослідження форм жита озимого з геном домінантної короткостебловості *H1/h1*. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки*. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2014. С. 16–17.

61. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого. *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 20.
62. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Спосіб контролю стерильності жита озимого на ділянках гібридизації. *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 21.
63. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого на ділянках гібридизації за використання гена *w/w* «восковий наліт». *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 25.
64. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за використання гена *w/w* «восковий наліт». *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 24.
65. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Підбір живильного середовища для укорінення рослин жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Тернопіль, 2014. С. 71–72.
66. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Перспективи розвитку селекції гібридної пшениці в Україні. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Гетерозис: досягнення та проблеми*, присвяченої 110-річчю від дня народження видатного генетика Ю. П. Мірюти. Умань, 2015. С. 104–105.
67. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Характеристика багатоколоскових вихідних матеріалів жита озимого. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Інноваційні шляхи розвитку сучасного овочівництва*. Умань, 2015. С. 44–45.
68. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Створення банку вихідного матеріалу жита озимого за використання біотехнологічних методів. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2015. С. 102–103.

69. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Використання аерогідропонних технологій для укорінення рослин жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції*. Кам'янець-Подільський, 2015. С. 70–71.
70. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Характеристика форм жита озимого з рецесивними алелями гена *L1* «безлігульність». Матеріали Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта*, присвяченої світлій пам'яті Ф. М. Парія. Умань, 2016. С. 303–305.
71. Заболотна І. Р., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Характеристика багатоколоскових вихідних матеріалів пшениці озимої. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта* присвяченої світлій пам'яті Ф. М. Парія. Умань, 2016. С. 98–99.
72. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Умови формування активної колекції вихідних матеріалів жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи*. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 158–159.
73. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Оцінка якості зерна колекційних зразків жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*. Умань, 2016. С. 62–63.
74. Черно О. Д., **Рябовол Я. С.** Вплив тривалого застосування добрив на окремі технологічні показники якості клейковини. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 100-річчю селекції пшениці в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннізнавства та сортовивчення. Одеса, 2016. С. 120–121.
75. **Рябовол Я. С.** Фоточутливість, як основна ознака ранньостиглості сортів пшениці м'якої озимої. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції *Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі*. Тернопіль, 2016. С. 63–65.

76. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Вплив регуляторів росту на клонування рослин жита озимого. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Іноваційні технології виробництва рослинницької продукції*. Умань, 2016. С. 82–83.
77. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Індукція формування та пасажування калюсу жита озимого в культурі *in vitro*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Овочівництво України: історія, традиції, перспективи*, присвяченої 95-річчю створення кафедри овочівництва. Умань: Візаві, 2016. С. 67–69.
78. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Індукція формування калюсної тканини жита озимого в ізольованій культурі. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур*. Київ, 2016. С. 118.
79. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Формування насіння пшениці м'якої озимої за гібридизації сортів вітчизняної та зарубіжної селекції. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2016. С. 81.
80. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Адаптація клонованого матеріалу жита озимого за перенесення в польові умови вирощування. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції*. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 52–54.
81. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Контроль зимостійкості зразків пшениці м'якої озимої. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Проблеми збалансованого ведення землеробства в сучасних господарсько-економічних умовах*. Рівне, с. Шубків, 2016. С. 131–132.
82. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Залежність показника зав'язування насіння пшениці м'якої озимої від періоду запилення. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*. Дніпро, 2016. С. 162–164.

83. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Селекція пшениці озимої на стійкість до церкоспорозної гнилі. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань, 2017. С. 217–219.
84. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Формування насіння пшениці м'якої озимої за гібридизації сортів різних еколого-географічних зон. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин. Київ, 2017. С. 75–77.
85. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Аналіз деяких морфологічних ознак створених зразків жита озимого та використання їх у селекції. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Київ, 2017. С. 234–235.
86. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Аналіз продуктивності зразків пшениці м'якої озимої за гібридизації сортів вітчизняної та зарубіжної селекції. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Технологічні аспекти вирощування часнику, інших цибулинних і сільськогосподарських рослин*. Умань, 2017. С. 217–219.
87. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Отримання чистолінійного матеріалу жита озимого за використання культури незрілих зародків. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю від дня народження професора Наумова Г. Ф. та 80-річчю заснування кафедри генетики, селекції та насінництва. Харків, 2017. С. 286–288.
88. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Використання культури зрілих зародків для розмноження цінних зразків жита озимого. Матеріали VI науково-практичної конференції з міжнародною участю *Біотехнологія: звершення та надії*. Київ, 2017. С. 81–82.

89. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Умовия формирования банка исходных материалов ржи озимой. Матеріали XIX Міжнародної наукової конференції з елементами наукової школи молодих вчених *Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России*, присвяченої 75-річчю від дня народження доктора біологічних наук, Заслуженого діяча науки РФ, академіка Російської екологічної академії, професора Гайірбега Магомедовича Абдурахманова. Махачкала, 2017. С. 263–265.
90. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Сорт жита озимого для екологічного землеробства. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства*. Умань, 2017. С. 39–40.
91. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Характеристика зразків жита озимого з рецесивними алелями гена *Sp/sp* «еректоїдне розміщення листка». Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2017. С. 105–106.
92. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Використання генетичних маркерів для ідентифікації матеріалів у селекції жита озимого. Матеріали VII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань, 2018. Умань: Сочинський М. М., С. 218–219.
93. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Гуменюк О. В. Використання інбридингу в селекції жита озимого. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Інноваційні агротехнології*. Умань, 2018. С. 109–110.
94. **Рябовол Я. С.** Продуктивна кущистість та клонування рослин жита озимого. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Актуальні питання землеробства*. Умань, 2018. С. 18–19.
95. **Рябовол Я. С.** Якість зерна створених селекційних матеріалів пшениці м'якої озимой. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції *Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*. Умань: Сочинський М. М., 2018. С. 59–61.

96. **Рябовол Я. С.**, Диордиева И. П., Коцюба С. П., Новак Ж. М., Новак А. В. Адаптивна селекція пшениці м'якої озимої на устійчивість к грибовим захворюванням с использованием еколого-географически отдаленных форм. Material the international research and practical conference *The development of nature sciences: problems and solutions*. Brno, the Czech Republic. Brno, 2018. P. 56–59.
97. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Вплив генотипу на інтенсивність кущення та клонування рослин жита озимого. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*. Умань, 2018. С. 153–154.
98. Диордиева И. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Коцюба С. П. Экологическая пластичность и стабильность образцов пшеницы спельты по урожайности зерна. Материалы Международной конференции *Natural and Technical Sciences*. Будапешт, 2018. С. 7–9.
99. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Створення стійких до хвороб зразків пшениці м'якої озимої за гібридизації еколого-географічно віддалених форм. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції *Наукові основи підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*. Харків, 2018. С. 232–233.
100. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Агроекологічні особливості створення ранньостиглих сортів пшениці м'якої озимої. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 10-річчю створення кафедри екології та безпеки життєдіяльності *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства*. Умань, 2018. С. 25–27.
101. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Аналіз морозо-, зимостійкості створених зразків пшениці м'якої озимої. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання аграрної науки*, присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС. Умань, 2018. С. 162–163.

102. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Умови ризогенезу рослин жита озимого в ізольованій культурі. Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань: Сочинський М. М., 2019. С. 219–221.
103. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Кертон М. Створення та відбір за генами *SBM 1* і *LR 34* зразків пшениці м'якої озимої. Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань: Сочинський М. М., 2019. С. 217–219.
104. Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Теорія аллельного і неаллельного механізму виникнення гетерозиса. Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань: Сочинський М. М., 2019. С. 265–269.
105. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Показники якості зерна створених зразків жита озимого. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції *Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*. Умань, 2019. С. 66–67.
106. **Рябовол Я. С.** Селекційне моделювання сортозразків, як спосіб підвищення продуктивності зернових культур. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Актуальні питання агротехнологій*. Умань: Уманський НУС. 2019. С. 21–23.
107. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Створення та оцінка морозостійких зразків пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*. Умань, 2019. С. 100–103.
108. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Агробіологічні особливості сорту пшениці м'якої озимої Артоплот. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 175-річчю заснування Уманського національного університету садівництва *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства*. Умань, 2019. С. 52–53.

109. **Рябовол Я. С.** Формування насіння пшениці м'якої озимої за гібридизації форм з пшенично-житніми транслокаціями. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання аграрної науки*, присвяченої 175-річчю з дня заснування Уманського національного університету садівництва. Умань, 2019. Київ: Основа, 2019. С. 103–104.

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

Методичні рекомендації

110. **Рябовол Я. С.,** Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Способи створення та випробування нових гібридів жита озимого. Методичні рекомендації. Умань: Уманський НУС, 2016. 27 с.
111. Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.** Використання маркерних генів при створенні вихідних компонентів гібридів жита озимого. Методичні рекомендації. Умань: Уманський НУС, 2017. 24 с.
112. **Рябовол Я. С.,** Рябовол Л. О. Використання мікроклонального розмноження рослин при створенні вихідних матеріалів жита озимого. Методичні рекомендації. Умань: Уманський НУС, 2018. 32 с.
113. Рябовол Я. С. Індукція ризогенезу та укорінення рослин жита озимого в культурі *in vitro*. Методичні рекомендації виробництву. Умань: Уманський НУС, 2019. 16 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР.....	37
ВСТУП	38
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР (огляд літератури)	50
1.1 Моделювання сортозразків для зміни продуктивності культури.....	52
1.2 Особливості селекції жита озимого за використання генетичних маркерів.....	58
1.3 Особливості створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої	64
1.3.1 Характеристика пшениці <i>Triticum spelta</i> L., як донора генів якості зерна	82
1.4 Аналіз методів створення вихідних форм тритикале	85
1.5 Використання біотехнологічних методів у селекції зернових культур	95
Висновки за розділом 1.....	101
Список джерел літератури до розділу 1.....	102
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	146
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень.....	146
2.2 Характеристика вихідного селекційного матеріалу.....	155
2.3 Методи досліджень.....	157
Висновки за розділом 2.....	169
Список джерел літератури до розділу 2.....	169
РОЗДІЛ 3 ФОРМУВАННЯ НОВИХ МОРФОТИПІВ У СЕЛЕКЦІЇ ЖИТА ОЗИМОГО.....	172
3.1 Зміна архітектоніки колосу для підвищення продуктивності жита озимого	173
3.1.1 Виділення багатоколоскових форм жита	174

	33
3.1.2 Аналіз створення шестирядкової форми жита озимого ...	179
3.2 Створення та апробація вихідних короткостеблових форм жита озимого	184
3.3 Продуктивна кущистість та клонування інтактних рослин жита озимого	192
3.4 Способи відбору високопродуктивних форм жита.....	197
3.5 Особливості фотосинтезу створених зразків різних морфотипів жита озимого та типи успадкування якісних ознак у поколіннях.....	203
Висновки за розділом 3.....	219
Список джерел літератури до розділу 3.....	221
РОЗДІЛ 4 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИХІДНИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ ЖИТА ОЗИМОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ МАРКЕРІВ	
4.1 Способи контролю ознак «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин жита озимого	231
4.1.1 Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого за геном <i>Epr1/epr1</i> «безвосковий наліт колосу»	231
4.1.2 Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном <i>Epr1/epr1</i> «безвосковий наліт колосу»	234
4.1.3 Спосіб контролю стерильності та гібридності рослин жита озимого за геном <i>L/l</i> «безлігульність»	236
4.1.4 Спосіб контролю стерильності та гібридності рослин жита озимого за геном <i>Sp/sp</i> еректоїдної орієнтації листкової пластинки	238
4.1.5 Спосіб контролю стерильності та гібридності рослин жита озимого за геном <i>P/p</i> розлогої форми куща.....	241
4.2 Реципрокно-функціональне перетворення вихідних форм жита озимого	243
Висновки за розділом 4.....	251
Список джерел літератури до розділу 4.....	252

	34
РОЗДІЛ 5 ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ В СЕЛЕКЦІЇ ЖИТА ОЗИМОГО	257
5.1 Самонесумісність жита озимого та способи її подолання	257
5.2 Використання ембріокультури для збереження нежиттєздатних зародків жита озимого	260
5.2.1 Культура незрілих зародків	263
5.2.2 Культура зрілих зародків	270
5.2.3 Вплив умов культивування на життєздатність зародків ..	271
5.3 Регуляторна модифікація живильного середовища для ризогенезу рослин жита озимого в культурі <i>in vitro</i>	278
5.4 Стимуляція ризогенезу рослин жита озимого за використання аерогідропонних технологій	285
5.5 Адаптація клонованого рослинного матеріалу жита озимого до умов <i>ex vitro</i>	293
5.6 Визначення умов для формування активної колекції селекційного матеріалу жита озимого	298
Висновки за розділом 5	305
Список джерел літератури до розділу 5	306
РОЗДІЛ 6 РОЗШИРЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНО ВІДДАЛЕНИХ ФОРМ	317
6.1 Сумісність матеріалів за гібридизації генетично віддалених форм	318
6.2 Характер успадкування та аналіз гетерозисного ефекту селекційно-цінних ознак гібридного матеріалу пшениці м'якої озимой	322
6.3 Створення зразків пшениці м'якої озимой за використання сортів з пшенично-житніми транслокаціями	338

	35
6.4 Оцінка морозостійкості зразків пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями.....	354
6.5 Оцінка якості зерна селекційних зразків пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями <i>IBL/IRS</i>	358
6.6 Аналіз створених зразків за локусами запасних білків	365
6.7 Використанням ембріокультури за гібридизації пшениці м'якої озимої	369
Висновки за розділом 6.....	375
Список джерел літератури до розділу 6.....	377
РОЗДІЛ 7 ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ СЕЛЕКЦІЙНО-ЦІННИХ ОЗНАК ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ СТОРЕНИХ ЗА МІЖВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ <i>TRITICUM AESTIVUM L/TRITICUM SPELTA L.</i>	386
Висновки за розділом 7.....	404
Список джерел літератури до розділу 7.....	405
РОЗДІЛ 8 СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА	409
8.1 Створення гібридних популяцій <i>Triticosecale Wittmack/Triticum spelta L.</i> та використання беккросних схрещувань для стабілізації чотиривидових тритикале	411
8.2 Оцінка гібридних популяцій <i>Triticosecale Wittmack/Triticum spelta L.</i>	419
8.3 Агробіологічний потенціал і походження сортів тритикале озимого Наварра і Стратег.....	424
Висновки за розділом 8.....	431
Список джерел літератури до розділу 8.....	432
РОЗДІЛ 9 ХАРАКТЕРИСТИКА СТОРЕНИХ СОРТІВ І ЗРАЗКІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....	437
9.1 Методи створення та агробіологічний потенціал сорту жита озимого Сіріус і зразка 271/16.....	437

9.2 Походження та агробіологічний потенціал сорту пшениці м'якої озимої Артаплот	444
9.3 Агробіологічна характеристика зразків пшениці м'якої озимої, створених за гібридизації географічно-віддалених форм	448
9.4 Економічна ефективність вирощування створених сортів озимих зернових колосових культур.....	462
Висновки за розділом 9.....	465
Список джерел літератури до розділу 9.....	465
ВИСНОВКИ.....	470
РЕКОМЕНДАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ ТА ВИРОБНИЦТВУ	476
ДОДАТКИ.....	479

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР

Скорочення, абревіатури	Розшифровка (повна назва)
ГСКР	генетична система контрольованого розмноження
2,4-Д	2,4-дихлорфеноксоцтова кислота
6-БАП	6-бензиламінопурин
α-НОК	α-нафтилоцтова кислота
♂	батьківська форма
ГМ	генетичні маркери
ГК	гіберелова кислота
2n	диплоїдний набір хромосом
Rf	домінантний ген ядра
ЗКЗ	загальна комбінаційна здатність
ЗС	закріплювач стерильності
ІОК	індоліл-3-оцтова кислота
К	кінетин
КЗ	комбінаційна здатність
♀	материнська форма
РР	нікотинова кислота
N	нормальна (фертильна) цитоплазма
В ₆	піридоксин- HCl
rf	рецесивний ген ядра
СФ	самофертильна лінія
В ₅	середовище Гамборга
MS	середовище Мурасіге–Скуга
ПЖТ	пшенично-житні транслокації
СКЗ	специфічна комбінаційна здатність
S	стерильна цитоплазма
В ₁	тіамін-HCl
ЦЧС	цитоплазматична чоловіча стерильність
ЧП	число падіння
ЧС	чоловічо-стерильні (лінії, аналоги)
Уманський НУС	Уманський національний університет садівництва

ВСТУП

Актуальність теми. Зернові колосові (пшениця, жито, тритикале) – це основні хлібні культури, що займають найбільшу частину продовольчого ринку та забезпечують населення земної кулі безцінним продуктом харчування – хлібом. Сучасне раціональне виробництво повинно базуватися на екологічно безпечних високорентабельних ресурсозберігаючих технологіях. Важливою складовою ефективності є створення і впровадження у сільськогосподарське виробництво нових високопродуктивних, пластичних, з високим рівнем гомеостазу, стійких до основних хвороб, цінних за хлібопекарськими якостями сортів пшениці м'якої озимої, тритикале озимого та сортів і гібридів жита озимого, що дасть можливість збільшити виробництво зерна. У зв'язку з цим розробка наукових засад і вдосконалення методів створення екологічно пластичних, високопродуктивних і цінних за якістю зерна вихідних матеріалів є нині актуальним питанням селекції.

За створення нових форм у селекційному процесі доцільно поєднувати в загальній схемі декілька технологій отримання матеріалів та ефективних генетичних донорів господарсько-цінних ознак. Розробка та залучення до традиційних методів селекції нових способів сприятиме прискоренню процесу отримання високопродуктивних зразків з новими маркерними ознаками і спростить схеми створення сортів і гібридів зернових культур.

Вчені постійно створюють і вдосконалюють селекційні технології отримання високоврожайних сортів пшениці, жита, тритикале. Значний внесок у розвиток селекції зернових культур зробили наукові фундатори галузі: В. І. та В. Ф. Антропові, Р. Й. Баєва, М. А. Вітвицький, Х. Х. Гейзер, А. А. Гончаренко, С. І. Гордей, В. П. Дерев'янка, А. Ф. Здрилько, Д. К. Єгоров, В. Д. Кобилянський, А. А. Краснюк, М. Д. Мухін, В. П. Пархомова, В. В. Скорик, О. О. Тороп, Л. В. Хотильова, В. І. Худоєрко, Є. С. Чеховська, В. Я. Юр'єв та інші (жито); Л. А. Бурденюк-Тарасевич, М. М. Гаврилюк,

А. А. Горлач, Д. А. Долгушин, В. В. Кириленко, Ф. Г. Кириченко, М. А. Литвиненко, С. Ф. Лифенко, П. П. Лук'яненко, А. М. Мироненко, В. В. Моргун, А. П. Орлюк, В. М. Ремесло, О. О. Созінов, А. Ф. Стельмах, В. В. Шелепов та інші (пшениця); А. І. Державін, В. Н. Лебедев, М. А. Махаліна, Г. К. Мейстер, Ф. М. Парій, В. Е. Писарєв, В. К. Рябчун, А. Ф. Шуліндін та інші (тритикале). Проте інтенсифікація сільськогосподарського виробництва потребує розробки нових селекційних технологій, ефективність яких визначається низкою чинників. При цьому першочерговою проблемою є створення вихідного матеріалу. Підвищення ефективності селекційного процесу потребує пошуку генетичних донорів господарсько-цінних ознак і поглиблення аналізу генетичних закономірностей їх успадкування за визначених систем гібридизації. Пошук шляхів удосконалення методів створення та реалізації генетичного потенціалу вихідного матеріалу нині є основною актуальною проблемою в селекційному процесі. Ефективність компонентів гібридизації полягає в різноманітті їх генетичної основи, а тому сорти з географічно-віддалених зон і видове різноманіття є цінним джерелом вихідного матеріалу в системі схем гібридизації.

Прогрес у селекції може бути досягнуто зміною архітекtonіки рослини, що істотно розширить і збагатить генофонд вихідного матеріалу. Зміна морфотипу та створення нової моделі сорту з високим адаптивним потенціалом сприятиме отриманню зразків і на їх основі високопродуктивних сортів і гібридів.

Інтенсифікувати технології створення, розмноження та збереження вихідного матеріалу можна за використання в селекційному процесі біотехнологічних методів, застосування яких дасть можливість прискорити процес отримання та ідентифікації форм з новими маркерними ознаками. Введення біотехнологічної ланки в загальну селекційну схему дозволить скоротити тривалість періоду отримання необхідної кількості зразків і відібрати генетично сталі та змінені форми рослин.

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

Дослідження за темою дисертації виконували впродовж 2014–2020 рр. згідно з підпрограмою «Розробка генетичних та біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур», що входить у програму наукових досліджень Уманського національного університету садівництва Міністерства освіти і науки України «Оптимізація використання природного і ресурсного потенціалу агроecosистем Правобережного Лісостепу України» (номери державної реєстрації 0101U 004495, 0116U003207).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було теоретичне обґрунтування, розробка та вдосконалення систем гібридизації і добору генетичних джерел для створення вихідного матеріалу зернових колосових культур за використання у селекційному процесі біотехнологічної ланки.

Для досягнення мети на вирішення було поставлено наступні завдання:

- теоретично обґрунтувати та розробити методичні підходи створення нових високопродуктивних вихідних матеріалів зернових культур;
- удосконалити технології селекційного процесу отримання цінних зразків з генами господарсько-цінних ознак жита озимого, пшениці м'якої озимої, тритикале озимого;
- за результатами порівняльної характеристики проаналізувати продуктивність зразків жита озимого різних морфотипів і встановити закономірності та особливості їх показників за зміни архітекtonіки рослин;
- виділити маркерні гени жита озимого, що за гібридизації можуть слугувати індикаторами ознак «стерильність–фертильність» та «гібридність» і встановити закономірності їх успадкування в поколіннях;
- розробити оптимальні умови мікроклонування для розмноження вихідних компонентів гібридів жита озимого;
- з'ясувати ефективність використання культури зрілих і незрілих зародків для отримання вихідних матеріалів жита озимого;
- визначити оптимальні умови депонування *in vitro* рослин активної колекції для створення банку генетичних матеріалів жита;

- встановити доцільність та умови використання аерогідропонної установки для укорінення та адаптації рослин;
- удосконалити загальну селекційну схему отримання вихідного матеріалу жита озимого та пшениці озимої за використання біотехнологічної ланки;
- встановити характер успадкування елементів продуктивності гібридів пшениці м'якої озимої, зокрема, з пшенично-житніми транслокаціями, за гібридизації географічно віддалених форм;
- проаналізувати особливості прояву господарсько-цінних ознак зразків отриманих за схрещування *Triticum aestivum* L/*Triticum spelta* L.;
- розробити способи створення та ідентифікації чотиривидових тритикале за гібридизації *Triticosecale Wittmack* і *Triticum spelta* L. та проаналізувати ефективність їх використання в селекції тритикале озимого;
- створити колекцію донорів генетичних джерел цінних ознак та отримати новий вихідний матеріал жита озимого, пшениці м'якої озимої, тритикале озимого для використання в селекційному процесі створення високопродуктивних сортів і гібридів зернових культур стійких до абіотичних та біотичних чинників навколишнього природного середовища.

Об'єкт дослідження – закономірності та селекційні технології створення вихідних матеріалів зернових хлібних культур за різних систем гібридизації і добору генетичних джерел та використання біотехнологічної ланки.

Предмет дослідження – вихідні компоненти та гібриди жита озимого для ведення гетерозисної селекції; сорти, колекційні зразки та генетичні джерела господарсько цінних ознак пшениці м'якої озимої, пшениці спельта і тритикале озимого; показники продуктивності рослин та якості зерна; біотехнологічні методи для отримання вихідного матеріалу; способи створення вихідних форм.

Методи дослідження. Загальнонаукові – робоча гіпотеза, експеримент, спостереження, аналіз; спеціальні – генетичний, польовий, лабораторний, біотехнологічний, метод морфологічного аналізу; математико-статистичні – кореляційний, варіаційний і дисперсійний аналізи.

Наукова новизна одержаних результатів. Теоретичного обґрунтовано і розроблено нові селекційні технології та методичні підходи отримання вихідного матеріалу зернових колосових культур за використання у селекційному процесі біотехнологічної ланки.

Вперше за гібридизації еколого-географічно віддалених матеріалів створено нові морфотипи рослин жита озимого зі зміненою структурою колосу, що дає можливість підвищити продуктивність культури за рахунок формуванню додаткових рядів квіток, і, відповідно, насіння, та додаткових колосків на стрижені основного колосу. Підтверджено, що зміна архітекtonіки рослин є ефективним інструментом забезпечення формування нових морфобіологічних особливостей рослин та оптимізації структури їх популяції, спрямованих на підвищення продуктивності культури.

Встановлено, що гени *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки, *L/l* «безлігульність», *P/p* розлогої форми куща, *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу» та *H1/h1* доміантної короткостебловості можуть бути ефективними маркерами для візуальної ідентифікації ознаки «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин жита озимого та спрощення відбору компонентів гібридизації за ведення гетерозисної селекції.

Розроблено і теоретично обґрунтовано схеми реципрочно-функціонального перетворення вихідного матеріалу із залученням у селекційний процес географічно-віддалених форм, що сприяє інтенсифікації процесу отримання генетичного різноманіття вихідних материнських і батьківських компонентів для селекції жита озимого.

Модифіковано живильні середовища та підібрано умови для індукції розвитку меристем, розмноження, укорінення та створення банку генетичного матеріалу рослин жита озимого.

Встановлено ефективність використання аерогідропонних технологій для вкорінення та адаптації клонованих рослин жита. Розроблено склад модифікованого живильного середовища для аерогідропоніки, що дає можливість отримувати програмовану кількість акліматизованого матеріалу культури.

З'ясовано, що за використання культури незрілих зародків можна частково подолати постгамну несумісність жита озимого і пшениці м'якої озимої. Визначено оптимальні умови для розвитку незрілих і зрілих зародків в ізолюваній культурі.

Виділено джерела генів господарсько-цінних ознак пшениці м'якої озимої і встановлено закономірності успадкування показників продуктивності та якості зерна матеріалу, отриманого за гібридизації географічно-віддалених форм. Визначено гібридні комбінації з найвищим проявом домінування та істинного гетерозису.

За гібридизації високопродуктивних іноземних сортів і вітчизняних форм, носіїв пшенично-житніх транслокацій, отримано генетичне різноманіття матеріалів, зокрема, зразків з транслокацією *1BL/1RS* (120–1, 120–3, 123–1 та 196–1), що характеризуються високою якістю зерна (білок – 13,4–15,0 %, сира клейковина – 29,1–34,1 %, число падіння – 240–294 с), а це дає підстави розширити спектр рекомбінацій для отримання матеріалів з високою продуктивністю, якістю зерна та адаптивною здатністю, що забезпечується *1BL/1RS* транслокацією.

Удосконалено методичні принципи генетичної рекомбінації генів у міжвидових гібридів *Triticum aestivum* L. та *Triticum spelta* L., що дозволяє створити спельтоїдні форми пшениці м'якої озимої зі зміненою архітектонікою рослин і високим вмістом у зерні білка.

Розроблено загальну технологічну схему селекційного покращення тритикале озимого за віддаленої гібридизації *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L. та показано можливість поліпшення матеріалів за отримання чотирьохвидових форм культури, що поєднують генетичний матеріал пшениці м'якої, пшениці твердої, пшениці спельта і жита.

Дістало подальшого розвитку питання удосконалення селекційних технологій створення та добору вихідних форм для гібридизації і виділення донорів генів господарсько-цінних ознак зернових культур.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено нові технології

селекційного процесу зі створення вихідного матеріалу, зокрема, за використання біотехнологічної ланки, для отримання високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої, тритикале озимого та сортів і гетерозисних гібридів жита озимого.

Створено колекцію вихідних матеріалів жита озимого, пшениці м'якої озимої, тритикале озимого, що налічує понад 2700 зразків, до складу якої входять унікальні рекомбінантні форми, що різняться за архітектонікою рослини, морфобіологічними і біохімічними ознаками та господарсько-цінними показниками.

Розроблено способи контролю стерильності та гібридності рослин жита озимого на ділянках гібридизації за генами *Hl/hl* домінантної короткостебловості (патенти № 91021, 91020), *Ll* «безлігульність» (патенти № 103730, 103729), *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки (патенти № 117608, 117602), *P/p* розлогої форми куща (патенти № 120739, 120738), *Epr₁/epr₁* «безвосковий наліт колосу» (патенти № 127222, 127223), що спрощує процес ідентифікації ознаки «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин за створення вихідних матеріалів жита озимого.

Розроблено спосіб відбору високопродуктивних форм жита (патент № 110527), що дозволяє за зміною архітектоніки колосу вирізняти цінні генотипи культури.

Розроблено спосіб відбору *R/D* заміщених форм тритикале (патент № 89585) та способи створення і відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале (патенти № 101705, 101706), що дають можливість візуально визначати чотирьохвидові форми культури отримані за гібридизації *Triticosecale Wittmack* та *Triticum spelta* L. і можуть бути використані в селекційному процесі тритикале.

Розроблено спосіб індукування розвитку меристем та розмноження рослин жита озимого (патент № 126908), використання якого в селекційному процесі сприяє отриманню генетично ідентичного матеріалу.

Створено банк генетичних матеріалів та підібрано оптимальні умови зберігання активної колекції рослин жита озимого *in vitro* для використання їх у селекційному процесі.

Обґрунтовано доцільність використання аерогідропонної установки для укорінення та адаптації рослинного, за перенесення клонованого *in vitro*, вихідного матеріалу з ізольованої культури в польові умови вирощування.

За віддаленої гібридизації між видами *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. створено гібридний матеріал, що є джерелом господарсько-цінних ознак і високих технологічних властивостей та цінних вихідних форм для селекції пшениці озимої на якість зерна.

За використання в селекційних схемах географічно віддалених зразків пшениці м'якої озимої отримано та виділено джерела генів господарсько-цінних ознак, що є вихідними компонентами в селекції на продуктивність і стійкість проти абіотичних та біотичних чинників.

Розроблено методичні рекомендації з використання мікроклонального розмноження рослин за створення вихідного матеріалу жита озимого, індукції ризогенезу та вкорінення рослин у культурі *in vitro*, використання маркерних генів при створенні вихідних компонентів гібридів і способи створення та випробування нових гібридів жита озимого для використання здобувачами вищої освіти і науково-педагогічними працівниками навчальних закладів та фахівцями біотехнологічних лабораторій, селекційних станцій, науково-дослідних інститутів, що займаються проблемами біотехнології, селекції і насінництва зернових культур.

Виділено джерела генів господарсько-цінних ознак і створено новий вихідний селекційний матеріал жита озимого, пшениці м'якої озимої, тритикале озимого, що використовується у фундаментальних та прикладних дослідженнях Уманського національного університету садівництва, Уманської дослідної станції тютюнництва НААН України і Всеукраїнського наукового інституту селекції та рекомендується до використання селекціонерам інших установ.

Створено за співавторства сорти жита озимого Сіріус, пшениці м'якої озимої Артаплот, тритикале озимого Наварра і Стратег, що занесені до

Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Сорти пшениці м'якої озимої Уманська царівна і Фрея у 2018 році та Євразія у 2019 році передано на Державну науково-технічну експертизу.

Розроблені наукові положення та вдосконалені методичні підходи для селекції зернових культур викладено за співавторством здобувача у монографіях «Пшениця спельта» (2016 р.), «Генетичні основи створення батьківських компонентів гібридів жита озимого» (2017 р.), «Селекційне вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта» (2019 р.) і використовуються під час викладання дисциплін «Основи біотехнології у рослинництві», «Біотехнологія рослин», «Генетика», «Спеціальна генетика сільськогосподарських культур», «Селекція та насінництво сільськогосподарських культур», а також впроваджені в навчальний, науковий і технологічний процес навчально-науково-виробничої біотехнологічної лабораторії в Уманському НУС.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є особистою науковою працею. Автор дисертації Я. С. Рябовол самостійно визначився з тематикою, провів інформаційний пошук і проаналізував інформацію літературних джерел вітчизняних та зарубіжних вчених, розробив концепцію програм, спланував і провів дослідження, запропонував нові ефективні методичні підходи, проаналізував отримані експериментальні дані, сформулював висновки та рекомендації, підготував до публікації наукові праці, а також впроваджував результати досліджень у селекційну практику. У дисертації використано частково спільні з вченими Уманського НУС дослідження, результати яких викладено в публікаціях з часткою авторства здобувача 20–90 %.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи оприлюднено та обговорено на засіданнях кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології, Вченої ради та методичної комісії факультету агрономії, а також Міжнародних та Всеукраїнських наукових та науково-практичних конференціях Уманського НУС (2014–2019); представлено на

Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки» (Миколаїв, 2014); Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва» (Тернопіль, 2014); Міжнародній науково-практичній конференції «Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції» (Кам'янець-Подільський, 2015); Міжнародній науковій конференції «Гетерозис: досягнення та проблеми» присвяченій 110-річчю від дня народження видатного генетика Ю. П. Мірюти (Умань, 2015); Міжнародній науково-практичній конференції «Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи» (Кам'янець-Подільський, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції присвяченій 100-річчю селекції пшениці в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннізнавства та сортовивчення (Одеса, 2016); III Міжнародній науково-практичній конференції «Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі» (Тернопіль, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» (Київ, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції «Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції» (Кам'янець-Подільський, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (Дніпро, 2016); III Міжнародній науково-практичній конференції присвяченій 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (Київ, 2017); Міжнародній науково-практичній конференції присвяченій 95-річчю Інституту біоенергетичних

культур і цукрових буряків НААН (Київ, 2017); Міжнародній науково-практичній конференції присвяченій 90-річчю від дня народження професора Г. Ф. Наумова та 80-річчю заснування кафедри генетики, селекції та насінництва (Харків, 2017); VI Науково-практичній конференції з міжнародною участю «Біотехнологія: звершення та надії» (Київ, 2017); XIX Міжнародній науково-практичній конференції з елементами наукової школи молодих вчених «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России» присвяченій 75-річчю від дня народження Гайірбега Магомедовича Абдурахманова (Махачкала, 2017); International research and practical conference «The development of nature sciences: problems and solutions» (Brno, 2018); Міжнародній науковій конференції «Natural and Technical Sciences» (Будапешт, 2018); II Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові основи підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (Харків, 2018); Міжнародній науковій конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання) (Умань, 2016–2019); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми збалансованого ведення землеробства в сучасних господарсько-економічних умовах» (Рівне, с. Шубків, 2016).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 113 наукових праць, з них три монографії, 33 статті, зокрема, три – у наукових виданнях включених до Міжнародних наукометричних баз Scopus і Web of Science, 24 – у наукових фахових виданнях України, п'ять – у міжнародних наукових періодичних зарубіжних виданнях, одну – в інших наукових виданнях, 54 тез доповідей наукових конференцій та чотири методичних рекомендації. За результатами роботи отримано 15 деклараційних патентів на корисну модель і чотири авторських свідоцтва на сорти рослин.

Обсяг і структура роботи. Дисертаційну роботу викладено на 540 сторінках комп'ютерного набору, зокрема, 338 – основного тексту. Вона складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, дев'яти розділів,

висновків, рекомендацій для селекційної практики та виробництва, 38 додатків, списку використаних джерел літератури з 659 позицій, з яких 180 – латиницею і містить 64 таблиці та 91 рисунок.

Автор вдячний колегам за поради, допомогу, сприяння та співпрацю під час виконання роботи і висловлює глибоку вдячність науковим консультантам доктору біологічних наук Ф. М. Парію та доктору сільськогосподарських наук, професору, Заслуженому діячу науки і техніки України С. П. Полторецькому.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР (огляд літератури)

За створення та вирощування нових сортів і гібридів та застосування у виробництві новітніх технологій нині вдалося у два–три рази підвищити врожайність сільськогосподарських культур. Вчені стверджують [275], що внесок селекції при цьому сягає 40–50 %, а за окремими культурам до 80 %.

Реалізація селекційно-генетичних програм дозволила створити високопродуктивні сорти і гібриди рослин з високим умістом білка (зокрема незамінних амінокислот), цукрів, вітамінів та інших біологічно цінних речовин, що дало можливість не тільки збільшити виробництво продуктів харчування, але й поліпшити їхню якість [303].

Роки отримання і широкого впровадження високоврожайних інтенсивних сортів колосових культур було справедливо названо «зеленою революцією». Впровадження у виробництво короткостеблових форм пшениці і рису дозволило різко підвищити врожайність цих культур. «Зелена революція» – це переконливий приклад вирішення гострих господарських і соціальних проблем за вдосконалення селекційного процесу. Вагомим досягненням селекції є оволодіння генетично контрольованим гетерозисом, що забезпечує підвищення врожайності рослин на 20–60 %.

Проте, не зважаючи на досягнення селекції залишається низка не вирішених проблем, розв'язання яких значно скоротить витрати праці, площ, коштів, часу, а головне – забезпечить точність вибору напрямків селекції, що є актуальним питанням сьогодення [374].

Важливим питанням селекції є адаптивність матеріалів. Залежність урожайності рослин від ґрунтово-кліматичних умов залишається значущою. Виходом вбачається агрокліматичне макро- і мікрорайонування.

Ф. Бриггс і П. Ноулз [32] пропонують називати сорт «буферним» якщо він є стійким до дії широкого діапазону чинників зовнішнього природного

середовища. Стійкість – реалізація показників окремого генотипу за різних умов вирощування. У широкому розумінні стабільним вважають генотип, на розвиток ознак якого не впливає середовище [149]. Стабільність характеризується рівнем стійкості реалізації адаптивного ефекту генотипу та середовища, або ступенем реакції на зміни умов вирощування генотипу [32, 149, 150].

Випробування сортів і гібридів у просторі і часі дозволяє відбирати «буферні», «високостабільні», «екологічно пластичні» генотипи. Проте проблемним залишається питання створення таких матеріалів. Зокрема, які форми брати для схрещування? Як, де, коли і які відбори проводити?

Створення гетерозисних гібридів, як гетерозиготних форм, істотно підвищує адаптивність, проте не вирішує повністю проблеми. Пропонується створювати гетерогенні сорти [150]. Не зважаючи (на наш погляд) на перспективність цього напрямку селекції у виробництві не сприймається використання гетерогенних сортів, що пов'язано з їх не вирівняністю та строкатістю за ознаками. Використання тесту на однорідність не дозволяє пройти бар'єр Державного контролю.

Наступною проблемою є стабілізація аутополіплоїдів. До недоліків поліплоїдних сортів відносять суттєві хромосомні порушення за кон'югації (утворення тетра- і мультивалентів), що призводить до утворення значної кількості анеуплоїдів (до 30 %). Вченими запропоновано низку підходів для нормалізації кон'югації поліплоїдів [149, 156], проте вони себе не виправдали, а отже необхідна розробка інших способів.

Широке використання гібридів F_1 дозволило підвищити врожайність, оптимізувати скоростиглість, стабілізувати однорідність дозрівання, підвищити стійкість до хвороб і шкідників тощо. Проте використання гетерозису викликало низку проблем у гетерозисній селекції. В першу чергу – це питання розробки генетичних систем контрольованого розмноження. Якщо відкриття і використання цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) в окремих культур є єдиним шляхом контролю гетерозису, то на

практиці стають очевидними недоліки використання ЦЧС, зокрема, уніфікація плазми у кукурудзи призвела до епіфітотії південного гельмінтоспоріоза.

Нині, для підвищення продуктивності культури, піднімається питання зміни архітекtonіки рослин, як ефективного механізму оптимізації фотосинтетичної активності для реалізації морфогенетичного потенціалу генотипу.

1.1 Моделювання сортозразків для зміни продуктивності культури

Створення і впровадження у сільськогосподарське виробництво нових високопродуктивних, пластичних, з високим рівнем гомеостазу, стійких до біотичних і абіотичних чинників, цінних за хлібопекарськими якостями сортів зернових культур є найдешевшим джерелом збільшення виробництва зерна. У зв'язку з цим розробка наукових засад і вдосконалення методів відбору та створення адаптованих до несприятливих чинників вихідних матеріалів та отримання на їх основі високопродуктивних і цінних за якістю зерна сортів пшениці набуває все більшого значення в аграрній галузі України [139, 148–150, 214, 218].

Урожайність культури є похідною двох чинників – індивідуальної продуктивності рослин та стійкості до несприятливих умов вирощування. Дослідження вчених підтверджують можливість поєднання в одному генотипі високих показників продуктивності та якості врожаю з їх екологічною пластичністю [149, 151]. Основою цього є реалізація вказаних ознак на рівні сорту та агроценозу, що забезпечується за рахунок, незалежно успадковуваних механізмів і адаптивних реакцій [152–156].

Для прийняття оптимальних рішень на всіх етапах селекційного процесу необхідно враховувати низку чинників та різні взаємодії між елементами системи генотипу і навколишнього середовища [215–217]. Спростити дослідження таких складних відкритих систем, якими є популяції, може

використання моделей, що є формальними замінниками реальних об'єктів, повністю відтворюючи їх основні принципи організації і функціонування [97–100].

Найдоцільнішим є використання статистичних моделей, що описують зв'язок продуктивності з окремими фізіологічними, біохімічними та іншими процесами, що істотно впливають на формування врожайності [20, 289]. За допомогою таких моделей Ю. К. Росс [239, 240] обґрунтував вплив архітектоніки рослин на продуктивність культури, Х. Г. Тооминг [288] – прогноз окремих фізіологічних параметрів інтенсивності фотосинтезу, З. Н. Бихеле, Х.А. Молдау, Ю. К. Росс [21] – описали процес транспірації і фотосинтезу за нестачі вологи, М. А. Строганова, А. І. Коровін, А. Н. Полевой – формування якості врожаю зернових культур [282].

Загалом, модель сорту – це еталон, що вказує на комплекс ознак, якими повинен характеризуватись генотип, щоб забезпечити запрограмований рівень продуктивності та стійкості до негативних впливів [54, 85].

Вченими [6, 9, 104, 105, 133] наголошується, що прогрес в селекції зернових культур пов'язаний зі зміною морфотипу рослин. Проте, за розробки моделей сорту необхідно планувати не лише параметри окремих органів рослин, а й структуру оптико-біологічної організації посіву вцілому [20, 29, 82]. При цьому, необхідно враховувати, що навіть для конкретної культури нині немає єдиної структурної організації ценозу, що забезпечує за будь-яких умов найбільший приріст біомаси та максимальне використання ФАР, найкращий розподіл асимілянтів тощо [142, 184, 276, 331, 430].

Кожному стану фотосинтетичного апарату листка і фізіологічного стану посіву відповідає особлива структурна організація, що забезпечує максимальну продуктивність [202, 219].

Е. Нальборчик [195] вказує, що основні хлібні злаки істотно різняться за фотосинтетичними особливостями. Серед них він виділяє три моделі фотосинтезу: листову (пшениця, тритикале), листово-колосову (ячмінь, овес) і стеблову (жито). У процесі селекції в зв'язку зі зміною морфології

рослин модель фотосинтезу може істотно змінюватися, що було доведено Д. І. Бабужиной, А. А. Васютіним, В. Д. Кобилянським, С. Н. Пономарьовим [16, 46, 393, 412] на прикладі озимого жита. У зв'язку з цим за моделювання оптимальної структурної організації ценозу необхідно враховувати умови вирощування рослин майбутнього сорту, видові особливості культури і її генотиповий склад.

Важливо, щоб створений агроценоз був забезпечений оптимальними умовами для продукційного процесу, що можливо лише за оптимізації фотосинтетичної діяльності та оптимальним співвідношенням між робочими та накопичуючими органами рослини [149, 156]. За створювання моделей сорту В. А. Кумаков [143, 152–155] рекомендує використовувати анатомо-морфологічні ознаки і ознаки статистичної біохімії, функціонально пов'язані з високою інтенсивністю продукційних процесів. Ці ознаки ідентифікуються візуально: висота рослини, величина, форма й орієнтація листової пластинки, площа асимілюючих органів, тип колосу, вміст хлорофілу тощо. За ними доцільно вести непряму селекцію [9, 30, 80, 81, 126]. Вітчизняними та зарубіжними вченими приділяється багато уваги пошуку анатомо-морфологічних, фізіологічних і біохімічних ознак (критеріїв), використовуючи які можна було б спростити і прискорити роботу зі створення високоврожайних і стійких сортів та обґрунтувати модель ідеального сорту [213, 225, 269, 296, 298].

На увагу заслуговують роботи В. В. Хангильдіна [303, 304], який пропонує для підвищення продуктивності базового сорту схрещувати його з джерелом цінних ознак структури врожаю і стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища. На фоні створеного зразка доцільно вивчати селекційні ефекти генів, що контролюють структуру врожаю та продуктивність культури. Для цього отримані гібриди можна використовувати як модельні популяції на яких у різних генетичних середовищах вивчатимуть ефекти олігогенів, що контролюють господарсько цінні ознаки. У разі позитивних характеристик ці зразки будуть

використовуватись в селекційній роботі з моделювання та створення нових сортів. Головний принцип, дотримуватися якого рекомендує вчений, полягає в пошуках оптимального співвідношення компонентів урожаю, і як показник оптимальності, пропонує використовувати коефіцієнт гомеостатичності, що характеризує стабільність урожайності та її елементів в умовах зміни навколишнього середовища [434].

Спроби розробити модель нового сорту базувались на результатах регресивного і польового аналізів урожайності сортів зернових культур різних морфотипів за планованого її рівня 8,0–10,0 т/га. Основна увага в селекційному процесі приділялась підвищенню продуктивності за рахунок створення короткостеблових форм, загущення посіву до 500 продуктивних стебел/м², збільшення маси зерна з колосу до 2 г за рахунок збільшення маси зернівки тощо. На основі ретроспективного аналізу сортозаміни А. А. Тороп обґрунтувала можливість створення ідеальної моделі сорту за зміни архітекtonіки рослини та основних елементів продуктивності [128, 129, 290, 360, 361].

Вчені [66, 209, 292, 311] також аналізують ознаки рослин, що лімітують ріст продуктивності та стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища за непрямой селекції, що дає змогу характеризувати і відбирати низькопродуктивні морфотипи культури.

Нині вважають, що окрім використання гетерозисних гібридів F₁ найефективнішим способом підвищення потенціалу продуктивності культури залишається зміна архітекtonіки, яка повинна сприяти оптимізації біологічної структури посіву, особливо верхнього ярусу рослин, значення якого у формуванні врожаю найістотніше. У таких посівах забезпечується оптимальне використання сонячної радіації для отримання максимального врожаю. Наявність розвиненого фотосинтетичного апарату забезпечує не лише активний фотосинтез, а й здатність швидкого адаптаційного процесу до постійної зміни умов освітлення, доступу елементів живлення, водного і теплового балансу тощо [68, 96, 201, 322].

Продуктивність рослини визначається сукупністю ознак, що дозволяють формувати високопродуктивні фітоценози і постачати матеріал для селекційного процесу.

За формування нового морфотипу основним питанням є оцінка значення окремих органів у загальному балансі накопичення сухих речовин рослин за вегетацію, особливо за період наливу зерна [187, 198, 293]. Вчені [292] зазначають, що такі характеристики, як розмір листкової пластинки та тривалість її життєдіяльності, кут нахилу листка, висота та товщина стебла тощо, мають істотніший вплив на врожайність культури, аніж інтенсивність фотосинтезу. Зі структурою рослин тісно пов'язана фізіологія відтоку асимілянтів з вегетативних органів у репродуктивні, інтенсивність процесів їх перерозподілення й утилізації, що визначають рівень продуктивності рослини.

Вченими [15, 263, 277, 364, 379, 382] доведено, що високопродуктивні форми пшениці м'якої озимої мають підвищену здатність до накопичення та утилізації асимілянтів. Вони вирізняються великою площею асиміляційної поверхні, оптимальним співвідношенням репродуктивних і вегетативних органів, збалансованим рівнем донорно-акцепторних відносин між колосом та асимілюючими вегетативними органами.

Дослідженнями [128], проведеними на сортах високо-, середньо- та короткостеблового жита доведено, що обмеження фотосинтетичного процесу колосу в період наливу зерна істотно знижує продуктивність рослини. Це чітко зафіксовано, особливо у низькостеблових форм культури. За ізоляції стебла і колосу різко знижувалась продуктивність високостеблових генотипів, а ізоляція стебла середньо- та короткостеблових форм не істотно впливала на врожайність. Подібні результати отримано вченими на пшениці м'якій ярій [149, 152, 156, 291, 392]. Отже, за створення короткостеблових форм змінюється не тільки архітектоніка рослини, а й важливі фізіологічні процеси в клітинах. За зменшення висоти стеблостою вагоме значення у формуванні продуктивності рослин має площа листкового апарату, піхви, величина колосу тощо.

Доведено [292, 332], що в жита існує пряма кореляційна залежність між висотою рослин та їх продуктивністю. Це підтверджує вагоміше значення стебла в забезпеченні асимілянтами тканин, аніж листкового апарату та колосу.

Проте, аналізуючи колекції короткостеблових форм пшениць, встановлено, що їм характерна стійкість до вилягання, тривала життєздатність та підвищена фотосинтетична активність прапорцевого та інших листків, значний приріст біомаси в другій половині вегетації, здатність формувати видовжений крупнозерний колос, інтенсивний відтік асимілянтів зі сформованого листкового апарату, широкий діапазон показників відношення маси колосу до маси листків і вегетативних органів в цілому та пов'язане з цим збільшене навантаження на асиміляційний апарат у період наливу зерна. Це навантаження, з одного боку, викликає перебудову фотосинтетичного апарату та онтогенетичного ритму його активності, з іншого – обумовлює різке зниження продуктивності за несприятливих умов вирощування в період наливу зерна. Останнє для умов нестійкого зволоження – звичайно небажане [147].

Важливою особливістю короткостеблових пшениць є економне дихання рослин у фази колосіння і цвітіння, що може бути однією з причин їх підвищеної продуктивності. У короткостеблових форм жита, на відміну від високостеблових, спостерігається підвищення ценотичних властивостей посіву, чистої продуктивності фотосинтезу та збирального індексу, що істотно компенсує зниження площі фотосинтезуючої поверхні стебла [163, 188, 292, 353].

Отже, зміною архітекtonіки рослини можна домогтися підвищення продуктивності культури та її адаптивної здатності до низки біотичних та абіотичних чинників навколишнього природного середовища. Створення зразків визначеного морфотипу можливе за використання в гібридизації донорів генів бажаних маркерних господарсько-цінних ознак.

1.2 Особливості селекції жита озимого за використання генетичних маркерів

Жито озиме є одним з основних хлібних злаків і продовольчих культур України [64, 65, 89, 103]. Воно має високу зимостійкість і, порівнянні з пшеницею, менш вимогливе до умов вирощування, особливо в роки з суворими зимами. Його зерно має високі фізико-хімічні та хлібопекарські якості, містить повноцінні білки, вуглеводи, жири та вітаміни і тому, в основному, йде на продовольчі цілі [127, 128, 130]. Білки містять усі незамінні амінокислоти. Житній хліб – повноцінний продукт харчування, що характеризується високим коефіцієнтом засвоювання [387, 396, 397, 418].

Селекціонери [27, 89, 90, 307] досягли істотних успіхів у створенні високоврожайних сортів і гібридів жита озимого. Успіх селекційної роботи став можливим за поглиблення знань з генетики й цитогенетики цієї культури. Проте в Україні селекція з культурою жита проводиться в незначних об'єсах, а з генетики – взагалі відсутня [5, 247, 248, 251, 256].

Розвиток нових напрямів у біології ускладнив вирішення селекційних програм і підкреслив необхідність організації проміжного етапу в роботі, зокрема створення вихідних материнських і батьківських форм (донорів і джерел), носіїв окремих цінних ознак або їхніх сполучень [250, 252, 423, 427, 438]. Для селекції є актуальними питанням пошук донорів гібридності, імунітету до різноманітних хвороб, короткостеблості, якості зерна, його білковості, особливого типу інтенсивності фотосинтетичного апарату зі сланким типом кущіння в осінній період і еректоїдним листовим апаратом у фазу трубкування рослин, а також потужної азотофіксуючої здатності кореневої системи [70, 302, 307, 411, 414].

За створення й ефективного відбору вихідних форм у селекційному процесі доцільно використовувати маркери [281]. У селекції за допомогою маркерів використовуються лише природні комплекси генів, характерні для окремого виду рослин. Ці комплекси пройшли через сито природного відбору в диких родичів, тому їх присутність у геномі тварин є природним і

безпечним як для самої рослини, так і для людини, яка споживає продукцію [297, 351, 359, 362, 428].

Маркери, що використовуються для ідентифікації повинні мати певні властивості та відповідати низці вимог:

- фенотиповий прояв алельних варіантів повинен бути доступним для ідентифікації у різних особин;
- алельні заміщення в одному локусі повинні відрізнятися від алельних варіантів у інших локусах;
- істотна частина алельних заміщень у кожному досліджуваному локусі повинна бути доступна для ідентифікації;
- локуси, що аналізуються повинні бути випадковою вибіркою генів за відношенням їх фізіологічних ефектів і ступенів мінливості;
- маркери повинні характеризуватись рівномірним розподілом за локалізацією в геномі, легко ідентифікуватись і відтворюватись;
- отримані дані необхідно аналізувати в різних лабораторіях;
- можливість автоматизації виявлення маркерів;
- маркери повинні бути відносно нейтральними.

Очевидно, що не існує такого стандартного набору маркерів, який би відповідав всім цим вимогам [67, 367, 368, 373, 376].

Нині всі маркери класифікують наступним чином:

- морфологічні – маркери, що визначають окомірно, зокрема, наявність або відсутність остюків, забарвлення листкової пластинки, висота рослини, колір зерна, аромат тощо. Гени, що відповідають за прояв морфологічних ознак картовано на хромосомах для переважної більшості сільськогосподарських культур [383];
- біохімічні – білкові маркери, в якості яких можуть виступати ізоферменти або запасні білки;
- цитологічні – бендінг хромосом, за використання диференційного зафарбовування, наприклад G-бендінг;
- ДНК- або молекулярні маркери.

Молекулярні маркери можна розділити на дві великі групи – селективні та експресивні.

Селективні маркери можуть бути позитивними і негативними. Прикладом позитивного селективного маркеру може слугувати стійкість до антибіотику. Необхідні для подальшої роботи генотипи виживають на середовищі з додаванням антибіотику, решта – вибраковуються. Негативні селективні маркери діють навпаки, генотипи, на які ведеться селекція піддаються стресовим умовам, або взагалі знищуються.

Експресивні маркери – це ознаки, що допомагають вирізнити конкретні генотипи, не впливаючи на них. Такими маркерами найчастіше виступають флуоресцентні (GFP) та інші білки, що забарвлюють організм, чи певну його частину в інший колір (GUS) [373].

Основні завдання в дослідженнях полігенної основи реалізації господарсько-цінних ознак сільськогосподарських рослин пов'язані з необхідністю підбору оптимальних типів молекулярно-генетичних маркерів (МГМ) для ідентифікації рослинного матеріалу, оцінки їх генеалогічних зв'язків, для пошуку МГМ, що асоціюються з бажаними ознаками і підлягають дії чинників штучного та природного добору [376, 381].

Перевага класичних методів аналізу фенотипової різноманітності полягає в тому, що вони засновані на безпосередньому оцінюванні важливих для селекціонера ознак. Їх складно поліпшити або замінити експрес-методами. Проте більшість господарсько-цінних ознак залишаються недостатньо дослідженими відносно генів, що детермінують їх розвиток. З цією метою широко використовуються методи молекулярної генетики [388].

Нині значення молекулярних маркерів у генетиці важко переоцінити. За їх допомоги складено детальні молекулярні карти геному десятків видів рослин і тварин, на які нанесено основні гени, що визначають ріст і розвиток організмів, морфологічні ознаки, стійкість до хвороб тощо. Молекулярні маркери широко використовуються в популяційній та порівняльній генетиці, геноміці, філогенетичних дослідженнях тощо [307, 400].

Завдяки молекулярним маркерами розширюються можливості медичної діагностики, з'являються нові точніші методи паспортизації порід тварин і сортів рослин. Використання молекулярних маркерів дозволяє значно прискорювати селекційний процес [11, 19, 185, 270].

Вивчення генетичного контролю морфологічних ознак культури має важливе значення адже відкриває селекціонеру доступ до молекулярно-генетичного аналізу взаємодії між регуляторними та структурними генами. Окрім того, морфологічні ознаки можуть використовуватись, як маркери цінних для селекційного процесу ознак. Морфологічні ознаки можуть бути безпосередньо пов'язані з високою адаптивністю рослин до умов навколишнього природного середовища [14, 267].

У біотехнологічних дослідженнях актуальність впровадження об'єктивних методів ідентифікації соматоклонів обумовлена широким спектром фенотипових і генотипових змін у рослин-регенерантів низки видів рослин. Найпоширенішими методами ідентифікації є морфологічний, цитогенетичний, метод білкових маркерів і вивчення фрагментів ДНК [241].

Морфологічний метод базується на ідентифікації ліній та батьківських компонентів за зовнішніми (морфологічними) ознаками: висота рослин, розмір, форма та колір листків, квіток, плодів, насіння, інтенсивність росту тощо. Цей метод широко використовується в селекції буряку цукрового, жита, пшениці, кукурудзи тощо.

У 1989 році під керівництвом І. І. Ільєнка було проведено морфологічну характеристику соматоклональних варіантів рослин. У результаті проведених досліджень за використання індукованого морфогенезу було виділено зразки, що різнилися за морфологічними ознаками структури листкового апарату. Рослини пересаджували на живильне середовище для індукції коренів з наступним утворенням генеративних органів і насіння [241].

Вченими виділено низку морфологічних генетичних маркерів у селекції пшениці озимої. Досліджені ознаки опушення та забарвлення колоскової луски мають прямий кореляційний зв'язок з адаптивністю рослин до

вирощування в регіонах з високою інтенсивністю світла, низькими температурами впродовж вегетації і коротким вегетаційним періодом [283, 390]. Підтверджено інформацію щодо зв'язку опущення луски пшениці та її стійкості до борошнистої роси (*Erysiphe graminis*) й індійської сажки (*Tilletia indica*) [349, 375, 435]. Слід також зауважити, що з темним забарвленням луски злаків може бути пов'язана стійкість до окремих хвороб [283].

Цитологічний аналіз передбачає вивчення кількості та морфології хромосом соматоклонів, що дозволяє одержувати найпереконливіші і предметні докази плоїдності та міксоплоїдності рослин-регенерантів. Аналізують і калюсні тканини в період їх активного поділу, клітини суспензійної культури, протопласти тощо.

Методи білкових маркерів базується на генетичній обумовленості синтезу білків (ферментів), що дозволяє використовувати їх як специфічні індикатори генотипу [63].

Електрофоретичні варіанти білків та ізоферменти –маркери, за якими тестують належність рослини до виду, біотипу, сорту, гібриду, встановлюють ступінь спорідненості рослин, виявляють генетичну гетерогенність морфологічно однорідних популяцій. В окремих випадках за допомогою ізоферментів, вченим вдається виявити окремі мутації на молекулярному рівні. Суть методу полягає в отриманні з тканин рослин білкового препарату, що використовують для електрофоретичного аналізу [63, 132, 369].

Важливе значення для діагностики створених рослин має визначення поліпептидного складу рибозо-1,5-біфосфат-карбоксилази-оксигенази – центрального ферменту циклу Кальвіна, що здійснює фіксацію CO₂ у листках. Фермент в своєму складі має два типи субодиниць – велику, що кодується хлоропластними генами і малу, яка кодується ядерними генами [63, 132, 241, 369].

Аналіз ДНК соматоклонів – проводиться шляхом рескрипції та гібридизації. Цей метод у своїх дослідженнях широко застосовував Е. Саузерн. Його ефективно використовувати для виявлення та вивчення

організації послідовностей ДНК після їх електрофоретичного розщеплення. Аналіз специфічних нуклеотидних послідовностей, їх консервативних повторів, що гомологічні певному ДНК-зонду, допомагає фіксувати окремі генетичні перебудови у соматоклонів [241]. Метод аналізу ДНК шляхом рестрикції і гібридизації за методом Саузерна нині є найнадійнішим тестом на мінливість генотипу [369].

Рід *Secale L.* у процесі еволюції не утворив поліплоїдного ряду – в усіх його видів диплоїдне число хромосом рівне 14. Експериментально індукована поліплоїдія (автотетраплоїдія) призвела до створення нових тетраплоїдних ($2n = 28$) форм і сортів культурного жита. У цьому напрямку досягнуто певних успіхів. У літературі описана низка випадків спонтанної появи автотетраплоїдів і анеуплоїдів культурного жита [115, 268]. У популяціях жита, особливо диких видів, часто виявляються В-хромосоми, що відрізняються від основного набору розмірами і високою мінливістю їхньої кількості у різних рослин, але вони необов'язкові для типового розвитку [31, 237, 238,]. Генотипом роду жита позначають символом R (від англійського «Rye» – жито). У жита спостерігається значне варіювання характеристик каріотипу (чисельності і морфологічної будови хромосом), на підставі чого В. Г. Смирнов [271] запропонував для опису набору хромосом окремих рослин і форм використовувати термін «каріом».

Більшість вивчених морфологічних ознак, зокрема, антоціанове забарвлення різних частин рослини, восковий покрив, опушення під колосом, розгалужений колос, типові звисаючі пластинки листка тощо, домінують та успадковуються переважно моногенно. Існують дані [266] про материнський вплив успадкування крупності зернівки, довжини стебла і колосу.

Виділення з поліморфних популяцій жита різноманітних спадкових варіантів за морфологічними, фізіологічними, біохімічними ознаками дає змогу створювати генетичну колекцію зразків, у яких зосереджене внутрішньовидове різноманіття, що створює основу для вивчення генетичної детермінації різних ознак і особливостей. Ще більше прихована спадкова різноманітність міститься у популяціях і представлена рецесивними алелями

в гетерозиготних рослинах. Виявлення цього прихованого різноманіття надієвіше відбувається за інбридингу [79, 271, 422]. Однак, у жита безпосередній аналіз гетерозиготності рослин у популяціях шляхом їх самозапилення неефективний через високий рівень самонесумісності [45].

Раціональним є провести опис спадкової різноманітності жита, поділяючи ознаки рослини на структурні (морфологічні), фізіологічні (тип розвитку, стійкість до хвороб, сумісність при заплідненні тощо) й біохімічні (відмінність за забарвленням різних частин рослини). Поділ досить умовний, оскільки, без сумніву, в основі мінливості морфологічних ознак лежать невідомі ще біохімічні зміни, а фізіологічно різні типи рослин часто різняться і морфологічно [1, 25, 28, 32, 295].

Отже, за створення нового вихідного матеріалу для його ідентифікації доцільно використовувати генетичні маркери. Морфологічні маркери є найпростішим і ефективним способом візуального виділення необхідних генотипів у селекції рослин. Відбір та ідентифікація за маркерними ознаками зразків сприятиме прискоренню процесу створення вихідного матеріалу жита озимого для ведення гетерозисної селекції культури.

1.3 Особливості створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої

Пшениця – основна зернова продовольча культурою. Її посіви займають найбільшу площу сільськогосподарських угідь (майже 25 %) (рис. 1.1). Вона є основним продуктом харчування у понад 43 країнах світу, де проживає майже 35 % населення планети [12, 224].

Питома частка пшениці в харчуванні людей залежить від традицій і географічних умов їх проживання: в європейських країнах, зокрема, Україні, вона забезпечує понад 30 % калорій, а в південно-східних районах – майже 20 %. Забезпеченість населення пшеничним зерном є показником цивілізації країни [220, 223, 294].

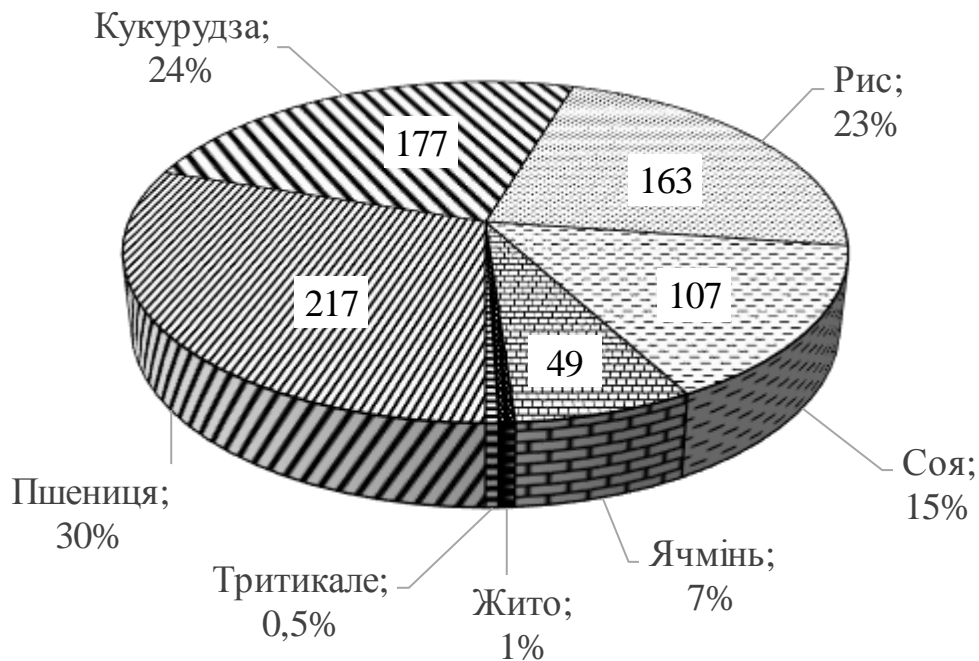


Рис. 1.1 Структура світових площ посіву основних сільськогосподарських культур, млн га.

Продукція з пшениці має багато природних переваг перед іншими хлібними злаками [205, 206, 212, 221]. Вона поживна, калорійна, її легко зберігати, транспортувати і переробляти у високоякісну очищену сировину. З неї одержують продукти, що легко засвоюються і придатні для широкого використання у кулінарних рецептах і для годівлі сільськогосподарських тварин. На відміну від інших рослинних харчових продуктів, зерно пшениці містить білки і клейковину, що дають можливість дріжджовому тісту підніматися в результаті створення в ньому пор з вуглекислим газом. Ця особливість дає змогу випікати дріжджовий хліб [52, 75, 183, 336].

Пшеницю вважають крохмалистою продовольчою культурою, але вона має й інші цінні поживні речовини – протеїн, мінеральні сполуки, вітаміни. Вони мають поживну цінність, особливо якщо їх використовують з продуктами, що виготовляють із цільного зерна або збагаченого борошна [47, 101, 203, 285].

Учені низки країн констатують, що приріст світового виробництва пшениці за останнє десятиріччя значно скоротився, і це не зважаючи на

застосування передових технологій її вирощування [250, 335]. Наразі, додаткові інвестиції спрямовані на підвищення зернової продуктивності пшениці є малоефективними аніж в 1960–1990-х роках [7, 88, 114]. Разом з тим значної уваги заслуговує багатогранне питання якості пшениці [199, 200, 234, 242].

Пшениця м'яка озима – одна з найважливіших продовольчих зернових культур України. Щорічно в Україні її висівають на площі 6–8 млн га. У валовому балансі зерна пшениця займає перше місце. Наукові розробки показують, що в Україні можна щорічно збирати 40–45 млн т зерна пшениці озимої навіть за необхідності скорочення її посівної площі. Цьому сприяють ґрунтово-кліматичні умови, високоврожайні сорти, сучасна технологія [7, 8, 192, 199]. Нині середня врожайність кращих сортів інтенсивного типу становить 7,0–8,0 т/га, а кращі господарства вирощують понад 9,0 т/га. Селекціонери [53, 66, 131, 169] працюють над створенням сортів з потенціалом урожайності 11,0–12,0 т/га.

Серед хлібних злаків пшениця різниться поліморфізмом. Усі існуючі види пшениці (їх 27) розділяються за кількістю хромосом на чотири групи, утворюючи поліплоїдний ряд. Це диплоїдні ($n = 7$) і тетраплоїдні ($n = 14$) види, до яких належить пшениця тверда, гексаплоїдні ($n = 21$) і октоплоїдні ($n = 28$) – м'яка пшениця. Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.) є гексаплоїдом ($2n = 42$). Три різних диплоїдних геноми (AA, BB, DD) складають один складний геном пшениці. Не зважаючи на генетичну спорідненість геномів пшениці, кожна її хромосома – потроєна. Завдяки цьому гексаплоїдні пшениці мають значну перевагу порівнянно з диплоїдною, оскільки елімінація однієї хромосоми не означає втрату гена, а, відповідно, і контрольованої ним ознаки, адже ген може бути присутній в іншій хромосомі гомологічної групи [227, 234, 244, 279].

Ареал поширення пшениці м'якої — *Triticum aestivum* L. охоплює всі континенти земної кулі. Її вирощують на землях розташованих нижче рівня світового океану, а також на висотах до 4000 м над рівнем моря (в горах

Перу). Це вказує на велику пластичність культури. Вид надзвичайно поліморфний за способом вегетації (озимі, ярі, напівсильні ярі форми, дворучки) та морфобіологічними властивостями. Велика різноманітність генотипів пшениці м'якої дає широкі перспективи розвитку її селекції. Завдяки селекційному процесу створюють сорти з різними господарськими характеристиками для різних екологічних регіонів [227, 253].

Селекцію пшениці спрямовано на створення високоврожайних короткостеблових сортів і гібридів стійких до вилягання, з комплексним імунітетом до шкідників і хвороб, високою морозо-, зимо- і посухостійкістю та високою якістю зерна. Тільки сорти з високим генетичним потенціалом урожайності та якості зерна, з високим рівнем адаптації до місцевих ґрунтово-кліматичних умов можуть максимально реагувати на елементи технології вирощування [7, 8, 200, 204].

Проблема підвищення врожайності пшениці м'якої озимої має два аспекти: перший – реалізація потенційної врожайності сорту, другий – підвищення рівня потенційної врожайності [49, 58, 120–122]. Якщо перша проблема вирішується зі створенням форм, стійких до біотичних та абіотичних чинників, то для вирішення другої – необхідно принципово нові підходи, зокрема, розширення генофонду культури за рахунок отримання мутантних форм і перенесення в її геном генетичного матеріалу від споріднених видів [48, 50, 119, 140].

Для створення високопродуктивних матеріалів використовують низку селекційних методів (рис. 1.2) [224].

Відомо, що різноманіття рослинних форм у межах виду обумовлено переважно наявністю природного мутаційного процесу та гібридизацією. Однак історично складений фонд спонтанних мутацій в умовах активної селекції швидко вичерпується. Це призводить до істотного зниження ефективності селекції. Тому, поповнення природного фонду мутацій експериментально є важливим завданням сучасної науки [55, 193].

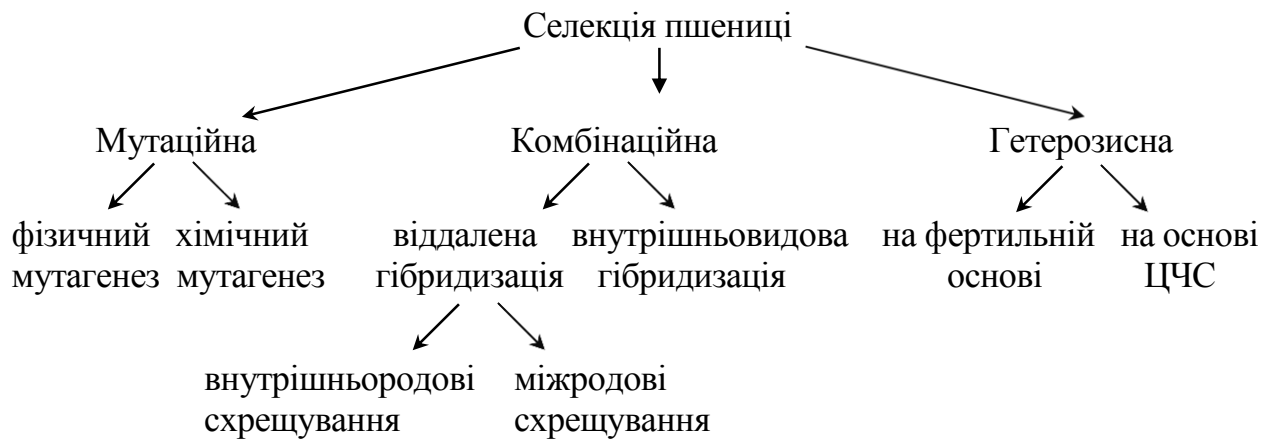


Рис. 1. 2 Основні напрямки ведення селекції пшениці.

Упродовж 1970-х рр. за допомогою експериментального мутагенезу створено 2252 сорти культурних рослин як прямим добром мутантних рослин, так і за використання їх у селекційних схрещуваннях. Більшість мутантів одержано в злакових культур (1072 шт.) [36, 160, 348].

Індукований мутагенез вдало використовується в селекції пшениці, особливо за поєднання його з гібридизацією [36, 37, 44]. Прямим добром мутантних форм створено 1585 (70 %) сортів, решту – за використання мутантів при гібридизації. В Україні районовано 29 сортів пшениці м'якої та твердої, одержаних за участі спонтанних та індукованих мутацій, що складає 64 % загальної кількості комерційних сортів, серед них створені лише методом індукованого мутагенезу – 20 %. Мутаційна селекція дає можливість створювати зразки в два рази швидше порівняно з методами гібридизації [118, 123, 228, 229].

Індуковані мутації – це перш за все спосіб створення генетичного різноманіття рослин. Найчастіше для цього використовують радіацію (89 % одержаних сортів) [170, 193].

Метод експериментального фізичного мутагенезу в селекції пшениці вперше почали використовувати в Україні А. О. Сапегін і Л. М. Делоне. У потомстві опромінених рослин вони виявили значне різноманіття форм майже за всіма врахованими ознаками та отримали короткостеблові і холодостійкі форми. Радіаційні методи в своїй практиці успішно використав

Є. Сірс (США), який створив форму пшениці, абсолютно стійку до ураження бурюю іржею [76, 77, 78, 257].

Вчені М. С. Навашин, Г. А. Левітський, В. І. Дідусь, М. О. Письменко, О. І. Супруненко, С. С. Пятницький, М. І. Голубинський, О. М. Лутков, А. К. Лещенко, М. Ф. Терновський та інші відмітили широкі можливості іонізуючої радіації в індукуванні спадкових змін, проаналізували природу мутацій і хромосомних перебудов, обґрунтували практичну цінність експериментального мутагенезу для селекції пшениці та ячменю [168, 320].

М. К. Сафін і В. О. Демченко під керівництвом В. П. Зосимовича використовували індуковане іонізуюче випромінювання γ -променями потужністю 10 кр. на сухе насіння *Triticum aestivum* L. сортів Б-1 і Білоцерківська 198. Отримані мутанти успішно використовували в селекції гібридної пшениці [325].

Новим етапом розвитку експериментального мутагенезу стали відкриття мутагенної дії хімічних речовин Й. А. Рапопортом, В. В. Сахаровим, М. Е. Лобашовим. Хімічні мутагени м'якше діють на рослину і не істотно знижують її життєздатності порівнянно з фізичними, що впливають сильніше і викликають формування в потомстві опроміненого насіння спотворених і безплідних форм [36, 191, 227].

Створений під керівництвом Й. А. Рапопорта індукований мутант Краснодарський карлик 1, що було виділено у 1966 р. в М₃ після обробки насіння сорту Безоста 1 розчином НЕС, став донором карликовості для низки зразків [33, 42, 300]. Його використання в селекційних схемах дало змогу створити понад десяток сортів пшениці озимої напівкарликового типу [91, 165, 167, 173, 190].

П. П. Лук'яненком, за дії хімічних мутагенів НЕМ і НММ, у рослин пшениці м'якої озимої було індуковано різні типи низькостеблових мутантів карликів з типовим колосом, компактоїди, щільноколосі форми, зразки з підвищеним вмістом у зерні протеїну тощо.

За схрещування індукованого мутанта Краснодарський карлик 1 з високоврожайними сортами пшениці озимої виділено напівкарликові лінії,

що істотно перевищували контрольний варіант за врожайністю в умовах зрошування. В Україні створено короткостеблові, напівкарликові сорти, стійкі до вилягання, з позитивною реакцією на високі дози азотних добрив (Миронівська 65, Мирич, Миронівська 67, Крижинка, Альбатрос одеський, Одеська напівкарликова, Лан, Ніконія, Обрій, Порада тощо). Джерелом генів карликовості стали Краснодарський карлик, одержаний хімічним мутагенезом і японський сорт Норін 10 [174].

Наймасштабніше мутаційна селекція пшениці озимої в Україні ведеться в Інституті фізіології рослин і генетики НАНУ (ІФРiГ) під керівництвом В. В. Моргуна, де використовується три групи мутагенів – фізичні, хімічні та біологічні [193].

Добір рослин із корисними для селекції мутаціями проводять у другому мутантному поколінні (M_2). Серед одержаних в ІФРiГ 12 мутантних сортів пшениці озимої вісім (66,7 %) отримано прямим добором мутантів. Мутантні сорти поряд із високою врожайністю, якістю зерна, зимо- і морозостійкістю характеризуються окремими позитивними ознаками: коротким стеблом і стійкістю до вилягання (всі 12 сортів); стійкістю до окремих хвороб (Збруч, Циганка, Київська 8, Ятрань 60, Подолянка, Київська 9); покращеною пластичністю і стабільністю за врожайністю (Київська 7, Колумбія), ранньостиглістю (Миронівська ранньостигла) тощо [40, 41, 43, 44].

Зроблено висновок [178], що мутагенні чинники – гостре та хронічне γ -випромінювання, хімічний мутаген НММ – індукують чисельну різноманітність життєздатних мутантних форм пшениці м'якої озимої. Серед них виявлено 111 мутантних ліній, що різняться за комплексом цінних для селекції ознак.

Під впливом мутагенних чинників спостерігається глибока зміна спадковості. Головною причиною такої зміни є хромосомні аберації, яких, за спостереженнями П. К. Шкварнікова та інших, майже 97 %. Зміни хромосомного апарату відбуваються переважно під час мейозу клітин. Вони зумовлюють відповідні зміни морфобіологічних ознак. Н. Н. Зоз спостерігала

різноманітні морфологічні зміни у рослин, зокрема, формування колосу скверхедного типу, великоколосих ранньостиглих і пізньостиглих форм, опушених зразків, з істотним восковим нальотом та без нього, матеріали зі зміненим кольором колосу й зерна, зі зміненою формою луски, з короткою або, навпаки, високою соломиною тощо. Серед мутантів з'являються як корисні, так і малоцінні генотипи [189].

На думку Х. Шмальцема, мутагенез використовується коли необхідно поліпшити конкретну ознаку, зокрема, зимостійкість, якість зерна, стійкість проти хвороб тощо [260]. Вчені констатують [319], що всі районовані і перспективні мутантні сорти пшениці є результатом впливу мутагенів на насіння перспективніших сортів і селекційних ліній. Вони пристосованіші до місцевих умов і мають недоліки лише за окремими ознаками і властивостями.

Мутаційна селекція є методом, що, зазвичай, самостійно не використовується. Її доцільно поєднувати з комбінаційною селекцією або селекцією на гетерозис [36–38].

Гібридизація – один з основних методів створення нового вихідного матеріалу. За допомогою гібридизації можна поєднувати в гібридному потомстві цінні ознаки батьківських компонентів і створювати нові сорти, придатні до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Схрещування віддалених еколого-географічних форм і добір сприяють створенню нових гібридних сортів, що перевищують вихідні батьківські форми і стандарти на 15–20 %, а іноді й на 30–50 % [34, 35, 118, 196].

Внутрішньовидова гібридизація – найпростіший і найшвидший метод ведення селекції пшениці озимої. Зазвичай використовують прості парні схрещування. Рідше – ступінчасті або міжгібридні схрещування. Для отримання багатолінійних сортів стійких до хвороб, дієвим є метод насичуючих схрещувань (бекросування) [256].

Типовим прикладом використання простих парних схрещувань у селекції пшениці – є створення сортів Вдала, Крижинка, Патрас, Аспект тощо. За використання міжгібридних схрещувань отримано сорт

Переяславка. За використання потрійного схрещування отримано сорт Альбатрос одеський. Ступінчасті схрещування були основою створення багатьох сортів у Сербії, Російській Федерації, Болгарії, Угорщині, Україні [171].

В Австралії за використання насичуючих схрещувань, ген стійкості до стеблової іржі пшениці *Sr1* було перенесено від сорту Gabo до сорту Insignia (Insignia 49). Вченим Б. І. Сандухадзе шляхом беккросування було передано ген короткостебловості *Rht11* від сорту Краснодарський карлик 1 до сорту Миронівська 808 тощо [171, 172, 378, 401].

Міжсортова гібридизація є порівняно простішим методом селекції, адже генофонд пшениці вивчено, і нащадки від схрещування сортів можуть мати доволі передбачувані характеристики та високу фертильність, що іноді є вирішальним. За міжсортової гібридизації *Triticum aestivum* L. використовується низка сортів пшениці м'якої озимої, що створюються внаслідок різноманіття метеоумов, спонтанних і штучних мутацій тощо. Ці сорти є носіями окремих, цінних у практичному використанні, ознак і властивостей, адже мають у геномі гени польової толерантності до грибкових хвороб. Проте такі сорти не стійкі до змін клімату, підвищених норм поливів і доз добрив, що робить можливим їх селекційне використання лише як вихідний матеріал [284, 310]. Академік П. П. Лук'яненко [171, 172], застосовуючи гібридизацію географічно віддалених форм за поєднання з повторними схрещуваннями нових гібридних сортів і кращих селекційних номерів і наступним багаторазовим добором, досяг вагомих успіхів у створенні високоякісних продуктивних сортів пшениці м'якої озимої Новоукраїнка 83, Новоукраїнка 84, Безоста 4, Безоста 1, Краснодарська 39 тощо.

У Казахстані кращі сорти сильних пшениць, зокрема сорт Мільтурум 45, створено за складної гібридизації місцевих форм з іноземними високоякісними зразками [144, 145].

Канадські вчені селекцію на якість проводять методом гібридизації географічно віддалених форм. Для гібридизації широко використовується

матеріал з колишнього СРСР, Індії і Західної Європи. Досягненням канадської селекції є створення сорту Marquis, що тривалий час залишається стандартом з якості зерна. Складну міжсорткову гібридизацію за селекції на якість використовують в Аргентині, Мексиці, США, Австралії тощо [261, 339, 378, 401].

Досвід світової та вітчизняної селекції вказує на необхідність використання генетичних джерел з різних країн світу для створення нових сортів пшениці м'якої озимої, що нині відповідають вимогам сільськогосподарського виробництва [197, 222]. Добір і вивчення батьківських пар посідають важливе місце у комбінаційній селекції, але далеко не кожне схрещування географічно віддалених форм може забезпечити потрібний результат [94].

Доведено доцільність використання ярих форм у селекції пшениці озимої. Пшеницю яру, зазвичай, використовують для підвищення якості пшениці озимої. За використання цієї методики створено низку сортів: Промінь, Обрій, Ювілейна 75, Альбатрос одеський тощо [256, 310].

Для поповнення генетичного різноманіття культури широко використовують віддалену гібридизацію з дикими співродичами, що несуть невичерпний резерв господарсько-цінних ознак. Віддалена гібридизація є одним з найрадикальніших методів зміни генотипу культурних рослин і поповнення фонду генів стійкості проти абіотичних та біотичних чинників навколишнього природного середовища [108, 233].

Пошук і використання джерел генів для селекції пшениці м'якої, переважно базується на використанні генофонду культурних і диких видів, а також родів злаків, що у процесі еволюції шляхом природного добору зберегли здатність протистояти дії несприятливих абіотичних і біотичних чинників середовища [32, 116, 273, 310, 315]. Завдяки віддаленій гібридизації пшениці озимій передається підвищена зимо- і морозостійкість, посухо- і жаростійкість, стійкість до хвороб і шкідників, підвищений вміст білка тощо [124, 406].

Гібриди, які отримано методом віддаленої гібридизації, є організмами, що за певних умов проявляють ознаки материнських і батьківських форм [61, 74, 256].

Міжвидова гібридизація має свої переваги і недоліки. Новостворені зразки можуть бути цінним вихідним матеріалом у подальшому селекційному процесі.

Найвідоміші дослідження віддаленої гібридизації пшениці проведено з житом, пирійом, егілопсом. Гібридизація пшениці з видами, відмінними за кількістю хромосом, у наслідок розщеплення призводить до отримання вихідних батьківських форм. Відповідна закономірність спостерігається за міжвидових схрещуваннях у середині роду *Triticum*, якщо геноми батьків різні. Цей процес інтенсифікується беккросуванням новостворених гібридів на пшеницю з метою подолання безпліддя першого покоління та істотного насичення пшеничним генотипом. Гібридизацію проводять за розрахунку інтрогресії окремих генів або ділянок хромосоми окремого виду з геномом пшениці. В окремих випадках за віддаленої гібридизації виникають константні поліплоїдні рекомбіанти, що поєднують у собі ознаки обох видів. Яскравим прикладом такого явища є багаторічна пшениця [137].

У середині ХХ століття під керівництвом Н. В. Цицина було проведено низку досліджень зі створення пшенично-пирійних гібридів ППГ 599, ППГ 186, Восток тощо, що формували зерно з високою якістю клейковини та білка, високу морозо-, зимо- та посухо-жаростійкість, стійкість до збудників хвороб і шкідників, екологічну пластичність, багатоквітковість, високу озерненість колосу тощо [110, 137, 166, 175–177].

Нині для підвищення вмісту білка в зерні, в селекції пшениці озимої використовують пшеницю спельта (*Triticum spelta* L.), яку відносять до групи плівчастих пшениць. Вона є природним гексаплоїдом ($2n = 42$) з геномом AⁿBD [224].

У зерні спельти поєднано та ідеально збалансовано необхідні для організму людини вітаміни, мінеральні речовини, мікроелементи, білки,

жири, вуглеводи. У зерні містяться розчинні вуглеводи – мікополісахариди, що здатні укріплювати імунну систему людини. *Triticum spelta* L. багата на протеїн, клітковину та ненасичені жирні кислоти і, відповідно, за гібридизації є донором цих речовин. Вона має гени стійкості до окремих грибкових хвороб (жовта іржа, бура іржа, фузаріоз тощо). Окрім того, порівнянно з іншими пшеницями спельта характеризується стабільною врожайністю за роками, підвищеною зимо- і морозостійкістю, стійкістю до вимокання та вилягання. Методом віддаленої гібридизації пшениці м'якої зі спельтою створено сорти Зоря України, Європа, Артемісія. Їх доцільно вирощувати в районах з суровішим кліматом, де звичайні пшениці вимерзають [224].

Вчені Е. Будашкина, Е. Гордеева, Н. Калинина та інші вважають [112], що значного розширення генетичного різноманіття пшениці за генами стійкості до хвороб можна досягти за використання в селекції виду *Triticum timopheevii* L.

Науковці [39, 57, 146, 194, 340] також стверджують, що стійкість пшениці до абіо- та біотичних чинників навколишнього природного середовища інтегрована від видів егілопса: *Aegilops tauschii*, *Ae. umbellulata*, *Ae. columnaris*, *Ae. peregrine* та *Ae. triuncialis*. У Селекційно-генетичному інституті за використання місцевих популяцій *Ae. ventricosa*, *Ae. cylindrical*, *Ae. variabilis* та *Ae. triaristata* отримано стійкі до хвороб лінії. За міжвидової гібридизації створено зразки пшениці м'якої озимої з новими ефективними інтрогресованими *Sr*-генами. Окрім того, за використання *Ae. speltoides*, *Ae. sharonensis*, *Ae. umbellulata*, *Ae. uniaristata* створено заміщені лінії пшениці м'якої з вмістом білка в зерні до 19 % (у зерні егілопсів вміст білка ідентифіковано в межах 21–25 %), високими показниками седиментації і якості клейковини та комплексною стійкістю до хвороб [92, 93, 181, 264].

Загалом за даними вчених [109, 389], у геном пшениці м'якої інтрогресовано гени *Pm4b*, *Pm5*, *Pm16*, *Sr21*, *Sr22*, *Sr35*, *Sr36*, *Sr37*, *Sr40*, *Yr15* від *Triticum spp.*; *Pm12*, *Pm13*, *Pm19*, *Lr21*, *Lr22a*, *Lr28*, *Lr32*, *Lr36*, *Lr41*, *Lr42*,

Lr43, Sr32, Sr33, Sr34, Sr38, Sr39, Yr8, Dn3, H13, Rkn, Cre2, Cre3 – Aegilops spp.; Pm7, Lr25, Sr27, Sr31, Yr9, Ce ПЖТ IBL/RS, IAL/RS – Secale spp.; Lr19, Lr24, Lr29, Sr25, Sr26, Sr27 – багаторічних злакових трав.

Для покращення господарсько-цінних ознак пшениці м'якої озимої селекціори нині широко використовують пшенично-житні транслокації *IAL/IRS, IBL/IRS*, наявність яких забезпечує позитивний генетичний контроль ознак і властивостей культури, зокрема, продуктивність, стійкість до абіотичних та біотичних чинників тощо [23, 180, 314].

Джерелом житньої транслокації *IBL/IRS* є сорт жита Petkus (Німеччина) [179]. Вона несе комплекс генів стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища та позитивно впливає на зернову продуктивність, проте частково знижує показники хлібопекарської якості. Пшенично-житня транслокація *IAL/IRS*, джерелом якої є сорт Amigo (США), підвищує врожайність і показники якості зерна, посухостійкість рослин та стійкість до хвороб і шкідників культури [141, 211, 230].

За даними С. В. Рабінович у світі створено понад 300 сортів з транслокацією *IBL/IRS*. Вперше її було отримано в лінії *Riebesel 47-51* вченим G. Riebesel. За іншими даними вона походить від тритикале, а саме лінії Katterman та сорту Salmon, створеного Tsunewaki у 1964 році [211, 230].

Сорти пшениці з *IBL/IRS* транслокацією, зазвичай, містять гени, що контролюють стійкість до грибних патогенів таких хвороб, як бура іржа (*Lr 26*), стеблова іржа (*Sr 31*), жовта іржа (*Yr 9*), борошниста роса (*Pm8*) тощо [402, 403, 421].

Аналіз матеріалу пшениці м'якої з *IBL/IRS* транслокацією, проведений у Селекційно-генетичному інституті вченими М. Ф. Попелицею, М. М. Копусем і Г. Гасановою, показав її негативний вплив на хлібопекарські якості зерна. Доведено її негативний вплив на показник седиментації, величину питомої деформації тіста та об'єм хліба. Окрім того, група ліній з *IBL/IRS* транслокацією мала нижчий вміст білка, меншу силу змішування та розтягування тіста і вищий ступінь липкості тіста [58].

Вважається, що негативний ефект *IBL/IRS* транслокації у сортів пшениці м'якої озимої пов'язано з відсутністю синтезу низькомолекулярних субодиниць глютенінів, локуси яких тісно зчеплені з відповідними гліадіновими локусами.

Вчені в своїх дослідженнях встановили [400], що негативний ефект *IBL/IRS* транслокації викликаний змінами у фракційному складі білків зерна пшениці, особливо зниженням концентрації глютенінів та підвищенням вмістом соле-водонепроникних білків.

Транслокацію *IAL/IRS* отримано від аргентинського сорту жита (*Secale cereale* L.) *Insave*. Її введено до комерційних сортів завдяки наявності генів стійкості до біотипів попелиці (*Gb 2*, *Gb 6*), борошнистої роси (*Pm 17*), кліща [134].

Дослідження ефекту *IAL/IRS* транслокацій на прояв агрономічних ознак показали, що її присутність не призводить до різкого зниження якості зерна, як з *IBL/IRS* транслокацією [272, 370]. Вперше в Україні за її участі було створено сорт Експромт. Згодом на його основі отримано та занесено до Державного реєстру сортів, придатних до поширення в Україні сорти Колумбія, Смоглянка, Крижинка, Золотоколосу тощо [134, 136].

Встановлено [51, 136], що для гібридизації пшениці і жита характерна сортова специфічність. Це пояснюється тим, що на рівні виду існує генетична єдність, що проявляється у корінних суттєвих ознаках – тотожністю за складом і послідовністю розташування у хромосомах генних локусів та їх кластерах. Активність різноманітних процесів в організмі тісно пов'язана зі структурним і функціональним станом геному, хромосом, їх сегментів та окремих локусів. Як цілісна єдність вид зберігається та еволюціонує на основі генетичної специфічності, що передбачає відмінність його від інших видів. Специфічність характерна і для сортів, оскільки процеси запліднення проходять під генетичним контролем, а він є специфічним для виду і сорту, тому, ймовірно, що і гібридизація характеризується видовою та сортовою специфікою.

Вчені [226] дослідили, що лінії пшениці з *IBL/IRS* транслокацією високоврожайніші, ніж з *IAL/IRS* транслокацією. На основі аналізу маркерних локусів з гібридної популяції рослин виділено зразки з транслокацією *IBL/IRS*, врожайність яких на 178 % перевищувала врожайність вихідних батьківських форм.

Гетерозис у рослин з транслокацією можна підсилити присутністю окремих алелів у інших локусах у гетерозиготному чи гомозиготному стані. Такі результати показують значення транслокацій для створення гібридної пшениці.

Учений Nonaka у своїй роботі зі створення гібридної пшениці використовує матеріал з *IBL/IRS* транслокацією. Ним було встановлено що система отримання гібридної пшениці базується на ядерно-цитоплазматичній взаємодії. Присутність плазмона *S^v* від *Ae. kotschyi* викликає повну чоловічу стерильність, а плазмона пшениці м'якої – відновлює фертильність [102, 226].

Подальше вивчення прояву *IAL/IRS* і *IBL/IRS* транслокацій у геномі пшениці м'якої сприятиме широкому вивченню їх переваг та компенсувати недоліки за створення нових сортів і гібридів [102].

Досить дієвим у селекції пшениці є метод анеуплоїдії. Отримання у пшениці м'якої моносомних і нулісомних ліній дало широкі перспективи для використання в селекційній роботі хромосомної інженерії. Під час селекційного процесу можна заміщувати пару хромосом одного сорту пшениці гомологічною парою іншого сорту, а також гомологічними парами інших видів (жито, егілопс тощо).

Найпростішим у селекційному процесі пшениці є використання нулісомиків. Ця процедура передбачає схрещування нулісоміка сорту-реципієнта з донором і подальшим беккросуванням для витіснення ядерного матеріалу донора та збереження заміщеної хромосоми. За виділення моносоміка, що має заміщену хромосому кожне покоління підлягає цитологічному аналізу, що проводять і за виділення дисоміка із заміщеними хромосомами в розщепленні після фінального самозапилення [137].

Використання моносоміків, що мають вищу життєздатність аніж нулісоміки, у селекції пшениці – процес важливий але затратний. За його використання, після кожного схрещування в поколіннях розщеплення для подальшої гібридизації відбирають моносоміки, а в нащадків, від їх самозапилення, – дисоміки [137].

Хромосомне заміщення пшениці м'якої проводять у два етапи. Спочатку пару хромосом іншого виду додають у хромосомний набір пшениці, а потім проводять заміщення. На першому етапі схрещують пшеницю з іншим видом для отримання амфідиплоїда, за подвоєння хромосомного набору створеного гібриду. На другому – отриманий амфідиплоїд беккросують на вихідну форму пшениці.

Заміщення пари хромосом пшениці парою хромосом іншого виду зумовлює суттєві фенотипові зміни та сприяє покращенню господарсько-цінних ознак новоствореного рекомбінанта.

Інтенсифікація селекційного процесу можлива і за переходу до гетерозисної селекції. Одним із основних чинників для досягнення високої та стабільної врожайності є використання гібридів у промислових посівах. Економічно вигідним виробництво гібридного насіння можливе після вирішення основних проблем зі створення та розмноження батьківських компонентів [275].

Перевагу рослинних гібридів F_1 порівнянно з популяційними сортами доведено. Наразі вони використовуються в промислових посівах кукурудзи, соняшнику, сорго, ріпаку та інших сільськогосподарських культур.

Нажаль, пшениця не утворює, або майже не утворює гібридів у природних умовах, адже є самозапильною культурою. Всі її сорти за своєю природою є, зазвичай, інбредними лініями з мінімальною інбредною депресією.

Роботи зі створення гібридів пшениці було розпочато в 1920-х роках. Певні здобутки отримано вченими Ф. Гріффі, К. Е. Розенквіст, С. В. Бойс, Д. Е. Вейбель, Л. В. Бригглу, С. М. Сікка, Ф. Г. Луптон, Дж. В. Шмідт та іншими [275].

Доведено, що гібриди пшениці можна отримати двома способами: на фертильній основі (за використання кастрації); на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС).

Застосовуючи гаметоциди (хімічну кастрацію) науковцями фірми Саатен Юніон отримано гібрид озимої пшениці Хюмак. Таким способом створено декілька гібридів пшениці в Канаді та Австралії [256].

Кульмінаційним моментом розвитку селекції гібридної пшениці став 1951 рік, коли було відкрито ЦЧС-форми. Японський генетик Х. Кіхара за схрещування пшениці із *Aegilops caudata* L. отримав гібриди, що мали ЧС-плазму. Згодом японський учений Х. Фукасава повідомив про отримання ЦЧС гібридів за схрещування *Aegilops ovata* L. × *Triticum durum* L. і *Aegilops caudata* L. × *Triticum aestivum* L. Згодом ЧС-форми отримали американські вчені Дж. А. Вілсон, В. М. Росс, Дж. В. Шмідт, В. А. Джонсон, С. С. Манн [275].

Цитоплазматична чоловіча стерильність пшениці контролюється стерильною плазмою та двома рецесивними генами ядра (rf_1 , rf_2). Відновлювач фертильності відповідно має нормальну або стерильну плазму і два гени в домінантному стані (Rf_1 , Rf_2) [59].

Нині в світовій практиці використовують три донори стерильності пшениці – два види егілопса (*Aegilops ovata* L., *Aegilops caudata* L.) та пшеницю *Triticum thimopheevi* L.

Використовуючи вказані методи, селекціонери стикаються з низкою проблем, головна з яких полягає у короткотривалій життєздатності пилку пшениці. Зазвичай пшениця – самозапилювач, і лише частина пилку може переноситись вітром. Тому в пшениці на основі ЦЧС, або після кастрації (обробки гаметоцидом) може зав'язатись незначний відсоток насінин, навіть якщо вона висіяна поряд із батьківським компонентом, адже лише невелика частка життєздатного пилку запилювача досягне приймочки маточки материнської форми.

Проте, за даними окремих вчених [226] за перехресного запилення ЧС-форми можуть сформувати достатню кількість насіннєвого матеріалу (до 71 %). Очевидно, що підбір батьківських пар для гібридизації та умови навколишнього середовища можуть істотно вплинути на ефективність вільного перезаплення ліній пшениці.

Наразі існує ціла низка проблем зі створення гібридів пшениці на основі ЦЧС. Вони пов'язані з формуванням у рослин нових властивостей, зумовлених самою стерильною цитоплазмою. Встановлено [226], що окремі ЧС-форми, мають низьку соломину, вузькі листки та дозрівають пізніше порівняно із сортовим матеріалом. Окрім того, рослини з ЦЧС мають нижчий вміст хлорофілу, а, відповідно, і продуктивність.

За отримання гібридного насіння на основі ЦЧС можуть виникати проблеми щодо борошномельних і хлібопекарських якостей зерна гібридів, адже цитоплазма і відновлюючі чинники вихідних компонентів, що використовуються для виробництва гібридного насіння походять від диких родичів пшениці, що може бути причиною низької якості зерна. Зерно високоврожайних гібридів може мати низький вміст білка.

У більшості проведених досліджень новостворені гібриди пшениці, отримані за кастрації гаметоцидами, значно не перевищували за врожайністю вихідні батьківські форми і не окупили затрати на їх виробництво. Вчені відмічають ефект гетерозису на рівні не більше 15–20 %. Проте, порівнянно з батьківськими формами гібриди мали вищу врожайність, стійкість до вилягання, хвороб і шкідників.

Перспективним методом є отримання складних гібридів пшениці за схрещування гібридів першого покоління F_1 із сортами, зокрема, багатолінійними. Складні гібриди матимуть нижчий гетерозисний ефект, проте це дозволить значно зменшити собівартість насіння.

Отже, розробка теоретичних основ і вдосконалення методів селекції пшениці м'якої озимої є основним чинником створення нових сортів з високим потенціалом урожайності та якості зерна. Важливим питанням

залишається необхідність поглиблених дослідження зі створення нового вихідного матеріалу і вирішення проблеми генетичного моделювання та функціонування домінуючих ознак стійкості до абіотичних (зимо-, морозо-, посухостійкості) і біотичних (стійкість до хвороб) чинників навколишнього середовища та морфогенетичного контролю ознак культури. За селекційно-генетичного поліпшення пшениці вирішальне значення має використання її світового різноманіття. Широкий генетичний потенціал збагачує генофонд культури, прискорює селекційний процес створення вихідного матеріалу та високопродуктивних сортів з високим адаптивним потенціалом.

1.3.1 Характеристика пшениці *Triticum spelta* L., як донора генів якості зерна

Відомо, що успіх у селекції на якість зерна істотно залежить від рівня аналізу генетики цієї ознаки [112, 231, 232, 273, 280].

Вперше звернув увагу на розщеплення гібридів за якістю зерна R. N. Viffen [164, 175, 343], який не лише показав, що розщеплення відбувається за законами Менделя, але й довів, що у сорті можна поєднувати дві найважливіші господарсько-цінні ознаки пшениці – якість зерна і високу врожайність. Проте, найгрунтовнішими дослідженнями з цього напрямку є роботи, вчених Німеччини E. Stuke [425], США – V. A. Johnson [384, 385], Російської Федерації – О. І. Майстренко [179, 180], України – О. О. Созінов [274], О. І. Рибалка [231, 232].

Для підвищення якості зерна пшениці м'якої до селекційного процесу доцільно залучати пшеницю спельта. Зерно характеризується високим вмістом білка (24–25 %) і клейковини (53–54 %). У країнах Європи, Америки, Австралії використовують спельту для «органічного харчування» [210, 417, 429]. Поширені озимі та ярі сорти, створені у Сербії, Італії, Канаді, США та інших країнах світу. В Україні зареєстровано два відчизняних сорти пшениці озимої спельта Зоря України та Європа [224, 408, 358, 365].

Спельта (*Triticum spelta* L., $2n = 42$) – вид гексаплоїдної півчастої пшениці, має форми ярого та озимого типу розвитку. Її геном – A^uBD . За структурою каріотипу і розподілу гетерохроматичних сегментів на хромосомах спельти не відрізняється від пшениці м'якої, проте вона характеризується вищим рівнем внутрішньовидового поліморфізму за хромосомними перебудовами (інверсіями і транслокаціями). Відповідно до розподілу гетерохроматичних районів спельта займає проміжне положення між тетраплоїдними і гексаплоїдними видами пшениці. Вважають, що гібридизація тетраплоїдних пшениць з *Ae. squarrosa* могла відбуватись багаторазово в різних місцях перекриття ареалів цих видів. Одним з таких районів, а саме первинним, можна вважати околиці м. Кабул (Афганістан). Варто зазначити, що субгеном *D* у пшениці міг сформуватися з декількох джерел *Ae. tauschii* L. на території сучасної Грузії, де егілопс підвиду *strangulata* не є ендемічним [224, 377, 380, 437].

Пшениця спельта від усіх інших пшениць відрізняється формою суцвіття. Форма колосу часто вирізняється різною кількістю квіток. Ця ознака надмінлива. У науковій літературі описано різні, але не всі відомі форми колосу пшениці м'якої озимої. Вважається, що спельтоїдна форма колосу детермінована геном *S/s*. Він у гомо- і гетерозиготному стані впливає на довжину і щільність колосу, але не контролює кількість колосків. Ген *S/s* також впливає на ширину колосу. У різних комбінаціях схрещування він викликає рецесивний ефект, що зумовлено його локалізацією у групі зі своїм рецесивним алелем. Тобто для нього властивий алеломорфізм – *S-s*, силу дії якого ще не встановлено [125, 243, 299, 301, 380].

Доведено, що схрещування спельтоїдної форми з компактоїдною (*Triticum compactum* L.), де спрацьовує ген *C/c* у протилежному напрямку, призводить до вкорочення довжини колосу, насінневої луски і зернини. Це вказує на типову плейотропну дію гена [26, 243, 278].

Плейотропна природа характерна для рецесивного стану гена *C/c*, зумовлює зменшення довжини колосу, лусок і зерна. Крім того, на довжину

лусок і зерен впливають гени L_1, L_2 та, можливо, – гени G_1/g_1 і G_2/g_2 [125, 245, 278, 312].

Таким чином, вплив гена S/s урівноважується впливом гена C/c . У результаті цього спостерігається майже проміжний тип успадковування довжини і ширини колосу, а також його щільності. Разом з тим у таких схрещуваннях визначено домінування типу компактоїдності за числом колосків у колосі [95, 245].

Ген S/s проявляє домінантний ефект лише відносно генів-модифікаторів M/m , але у більшості схрещувань він рецесивний. Алеломорфа M_m-m_m впливає на довжину колосу та кількість колосків у ньому. Аналогічна дія модифікатора M_c-m_c . Алеломорфа M_p-m_p впливає лише на довжину колосу, а M_s-m_s – на число колосків [95, 125, 312]. Крім вказаних генів-модифікаторів, існує ще ген K/k , який у домінантному стані зумовлює зменшення довжини та своєрідну булавовидність колосу.

За іншими даними [305, 308, 309], скверхедність (булавовидність) і компактоїдність колосу пшениці м'якої зумовлюється дозою гена Q/q , який локалізований у довгому плечі хромосоми 5A. Вважається, що за наявності одного гена Q у стані моносомії за хромосомою 5A, втрата локусу Q або гетерозиготності за цим локусом (Qq) спричиняє формування спельтоїдного типу колосу. Збільшення дози гена Q призводить до розвитку скверхедного типу колосу (QQ), субкомпактоїдного (QQQ) або компактоїдного типу ($QQQQ$). Збільшення дози гена в рецесивному стані (q) також призводить до підвищення щільності колосу, але дія рецесивного алеля слабка, через це фенотиповий прояв скверхедності або компактоїдності можливий лише за умов накопичення не менше п'яти генів q .

Негативними ознаками спельти є важкий обмолот зерна, ламкість колосового стрижня, низька продуктивність тощо. За схрещування пшениці м'якої і пшениці спельта очікується отримати рекомбінанти типу спельти із покращеними фенотиповими ознаками і рекомбінанти типу пшениці м'якої із підвищеним вмістом білка.

Отже, для розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої за зміни архітекτονіки рослин та підвищення якості зерна в селекційних схемах доцільно використовувати пшеницю спельта. Вдала комбінація генів віддалених форм сприятиме збільшенню довжини колосу і продуктивності суцвіття, підвищенню вмісту в зерні білка та клейковини, зменшенню висоти стеблостою і ламкості колосу гібридних рослин.

1.4 Аналіз методів створення вихідних форм тритикале

Тритикале (*Triticosecale* Wittmack) – синтетичний біологічний рід, створений людиною шляхом об'єднання хромосомних комплексів пшениці та жита. Унікальне сполучення господарсько-цінних ознак, а саме стабільний та високий потенціал урожайності зерна і зеленої маси, комплексна стійкість до стресових чинників середовища, високі адаптивні властивості, комплексний імунітет до грибкових хвороб перетворює цю культуру в потужний чинник стабілізації зернового господарства в екстремальних умовах вирощування [18, 258, 329, 405].

Нині понад 40 країн світу вирощують тритикале, що перевищує традиційні хліба першої групи (перш за все пшеницю і жито) за врожайністю зерна і зеленої маси, поживністю зерна, стійкістю до хвороб і несприятливих умов середовища [4, 54, 55, 94].

Необхідність створення сортів тритикале зумовлено низкою недоліків пшениці, як основної продовольчої культури [84]. Це недостатня зимо- і морозостійкість, у багатьох регіонах значно вражається хворобами та шкідниками, вибаглива до ґрунтів і попередників тощо. Зерно пшениці має невисокий вміст лізину. У порівнянні з пшеницею, жито – менш вибагливе до ґрунтів, має вищу зимо- та морозостійкість і продуктивніший колос. Зерно в своєму складі містить більшу частку лізину. Саме тому вчені замислились над об'єднанням всіх позитивних якостей жита і пшениці в одній культурі –

тритикале [256, 306], виробництво зерна якої в світі перевищує 14,5 млн тонн [432].

Тритикале має функціональні характеристики пшениці для виробництва продуктів харчування та адаптивний потенціал жита до несприятливих умов навколишнього середовища. Зерно тритикале містить якісніший амінокислотний баланс, головним чином, завдяки високому вмісту лізину, що надає йому вищу біологічну цінність, ніж білка пшениці. Нині тритикале не широко використовується в хлібопекарській промисловості через низький вміст клейковини, хоча з суміші борошна тритикале (до 50 %) і пшениці виробляють хліб задовільної якості. Завдяки високому рівню активності α -амілази тритикале широко використовують у солодовому і пивоварному виробництві. Порівнюючи з пшеницею та житом воно має кращі показники та перспективи для виробництва біоетанолу [286, 316, 409, 432].

Загалом, за літературними даними, тритикале – це зернова культура майбутнього, що за зерновою продуктивністю може перевершити пшеницю на 20–30 %. Імовірність такого прогнозу цілком реальна, особливо в екстремально несприятливі роки для перезимівлі пшениці озимої. Нині у світі площа під озимими і ярими сортами тритикале складає 3,5 млн га, зокрема Польща – 850 тис. га, Німеччина – 600 тис. га., Російська Федерація і Китай – по 500 тис. га. В Україні тритикале займає площу майже 250 тис. га, зокрема, озиме – 180 тис. га і яре – 70 тис. га, з тенденцією до її збільшення [117, 286]

Перші стерильні пшенично-житні гібриди було створено А. S. Wilson у 1876 році [256, 433]. Згодом Е. S. Carman отримав гібрид, що мав опушення під колосом і низьку фертильність [256, 350]. W. Rimpau створив перший пшенично-житній амфідиплоїд. Отримані рослини були подібні до гібридів першого покоління. Сам термін *Triticale* було запропоновано в 1935 році вченими М. Lindschau, Е. Oehler [256, 415].

Значний внесок у розвиток і дослідження тритикале зробив австрійський науковець Е. Чермак на початку ХХ ст. У 1918–1936 роках було проведено

дослідження з добору та створення пшенично-житніх гібридів на Саратовській дослідній станції [256, 404].

В Україні перші роботи з вивчення та селекції культури проводились у 30-х роках ХХ ст на Білоцерківській дослідній станції. В. Н. Лебедев досліджував пшенично-житні амфідиплоїди, а Л. Х. Перемуд розробив і застосував одну з найефективніших схем створення і покращення тритикале: (пшениця м'яка \times жито) \times тритикале [223].

Залежною від плоідності пшениці, що використовують за гібридизації, отримують 56-хромосомне (42 від пшениці і 14 від жита) або 42-хромосомне (28 від пшениці і 14 від жита) тритикале [117, 138].

Угорський учений А. Kiss [391] у 1950 році за схрещування *Triticum turgidum* і *Secale Sereale* отримав перші гексаплоїдні тритикале, а вже у 1952 році – перші октаплоїдні форми. Згодом у 1954 році А. Kiss створив перші гібриди між гексаплоїдними та октаплоїдними зразками.

Під керівництвом іспанського ученого Санчеса-Морге [419] в Іспанії у результаті схрещування кращих сортів тетраплоїдної пшениці з житом створено різноманітний матеріал гексаплоїдних тритикале. У результаті досліджень Санчесом-Морге досягнуто цитологічну стабільність 42-хромосомних тритикале та відмічено перспективність їх покращення шляхом рекомбінаційної селекції.

Л. Н. Shebeski створив фотоперіодично нечутливі, ранньостиглі форми первинних гексаплоїдних та октаплоїдних зразків. За батьків використовували напівкарликові форми пшениць. Вже у 1969 році було зареєстровано перший сорт Rosner, який показав переваги нової культури у відгодівлі тварин, спирто- та пивоварному виробництві.

Революційним у селекції тритикале можна назвати 1964 рік. Саме тоді розпочалось співробітництво CIMMYT (Мексика) та університетом Манітоби, ініційоване Н. Барлаугом з поліпшення тритикале, у результаті якого створено високофертильні, нечутливі до фотоперіоду лінії Armadillo з потенціалом врожайності понад 10,0 т/га [256, 344, 345, 346].

Унікальну колекцію ліній тритикале зібрано в Польщі в Інституті селекції рослин і на дослідній станції «Малишин». Для гібридизації використовували різні схеми схрещувань, зокрема: тритикале А / пшениця м'яка // тритикале В і пшениця м'яка / жито // тритикале гексаплоїдне. Згодом було створено перші сорти культури Градо, Ласко, Драго, Уго, Альмо тощо.

Значних успіхів у селекції тритикале досягла польська фірма Danko. Найпоширенішими сортами цієї фірми є Fidelio, Lamberto, Kitabo, Woltario тощо [413, 424].

У 1955 році в Головному ботанічному саду під керівництвом Н. В. Цицина за гібридизації тетра- та октаплоїдних зразків тритикале створено сорти Снегирівська зернокормова та Снігерівська 699, що мали високу озерненість колосу [256].

Високим продуктивним та адаптивним потенціалом характеризуються сорти (Дон, Кологрив, Кентавр, Мудрець, Валентин 90, Лідер тощо) створені на Краснодарській НДІСГ ім. П. П. Лук'яненка та Північно-Донській ДСГДС вченими А. І. Грабовцем, В. Б. Тимофеевою та В. Я. Ковтуненко [256, 360].

Нині за використання репродуктивної селекції створено високоврожайні сорти Vihen, Persenk (Болгарія), Trimaran, Bivona (Німеччина), Newton, Torpedo, Tropis (Франція), Calbusco, Antico (Чилі) тощо [363, 366, 436].

Доведено, що гексаплоїдні форми тритикале мають перевагу перед октаплоїдними. Вони високоврожайніші, а в клітинах зафіксовано меншу кількість порушень у мейозі.

Найрезультативнішим методом створення вихідного матеріалу тритикале є біологічний. Він запропонований А. Ф. Шулиндіним. Селекційна практика показує, що схрещування гексаплоїдних тритикале між собою, а також з октаплоїдним з наступним витісненням «лишнього» генома D сприяє рекомбінації, що дозволяє відібрати форми зі стабільнішим мейозом (вторинне тритикале) (рис. 1.3). Результативність першого етапу реалізації

біологічного методу – гібридизація пшениці та жита, в першу чергу визначається генотипом материнської форми пшениці м'якої [1–3, 94, 306].

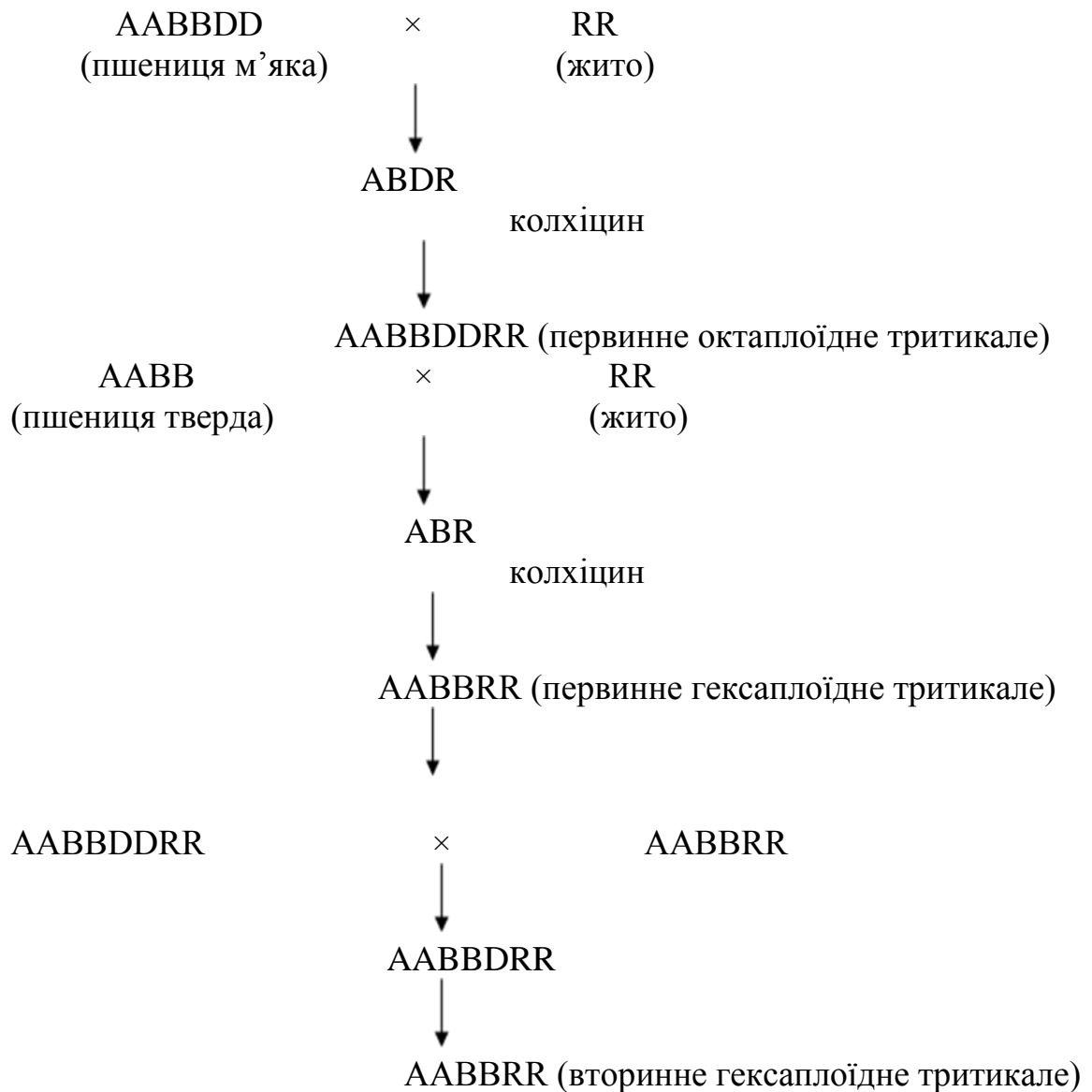


Рис. 1.3 Генетична схема отримання тритикале.

Значна кількість сортів пшениці має низьку перехресну сумісність з житом, тому в результаті гібридизації отримують незначну кількість гібридного насіння. Нині серед відомих сортів пшениці досить низький відсоток з високою перехресною сумісністю з житом [256, 321, 328–330].

Створений за допомогою біологічного методу сорт тритикале Амфідиплоїд 206 нині слугує цінним вихідним матеріалом для створення

зимостійких, ранньостиглих і високоякісних зразків [256].

Вагомий внесок в розвиток селекції 56-хромосомних тритикале зробив В. Е. Писарєв. За використання зимостійких форм пшениці та жита він створив високозимостійкі форми тритикале. Недоліком цих форм була їх низька врожайність за високої череззерниці. Вагомий внесок у розвиток тритикале зробив шведський вчений А. Мюнтцинг.

Селекція культури ведеться в Миронівському інституті пшениці ім. В. М. Ремесла. Впродовж понад 30-річної роботи створено відомі сорти АДМ 4, АДМ 8, АДМ11, Обрій Миронівський, Амур тощо. За даними В. С. Гірка [62] основними перевагами цих ліній є висока врожайність, зимо- та морозотійкість і стійкість до хвороб.

Відомі своїми досягненнями в селекції тритикале на теренах України вчені Селекційно-генетичного інститут – Національного центру насіннезнавства та сотрививчення. Ними створено відомі сорти Сувенір, Ураган, Простір тощо [262, 327]. Широко розгорнута робота з селекції культури в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Вченими створено високопродуктивні сорти Гарне, Харроза, Амос, Шаланда, Букет тощо

Нині роботи з селекції тритикале ведуться як на гексаплоїдному так і на октаплоїдному рівнях. Цікавим є напрямок використання в селекційному процесі тетраплоїдних тритикале ($2n = 28$).

Вивчення тетраплоїдних форм дає цінну інформацію про особливості генної взаємодії та взаємного заміщення пшеничних та житніх геномів. За використання цих тритикале з іншими пшенично-житніми гібридами можна отримати нові гекса- і тетраплоїдні форми з реконструйованим геномним складом.

Вчені [3, 94, 236] намагались отримати тетраплоїде тритикале (AARR) шляхом схрещування диплоїдної пшениці *Triticum monocosum* L. (AA) з диплоїдним житом (RR) з подвоєнням числа хромосом у новостворених гібридів. Однак прямий синтез тетраплоїдних амфідиплоїдів виявився майже

безрезультатним.

Не отримано бажаних результатів і за схрещування аутотепраплоїдів пшениці (AAAA) та жита (RRRR) між собою. Учений К. D. Krolow [394] отримав два життєздатних гібриди, з геномом AAR. Їх було створено за схрещування тетраплоїдної лінії пшениці *Triticum monocosum* L. з диплоїдним житом. Однак за беккросування на жито, гібрид був повністю стерильним, а колхіцинування створеного матеріалу не дало бажаних результатів.

Для отримання тетраплоїдного тритикале A. Larder [306, 371] схрещував штучно синтезований міжвидовий амфідиплоїд пшениці з тетраплоїдним житом. За гіпотезою вченого, при самозапиленні пентаплоїдного гібриду F₁ (AABRR) унівалентний генوم повинен елімінуватися з утворенням тетраплоїдних рослин AARR. Однак геном В видалити не вдалось через високу стерильність гібридів.

Найапробованішим способом отримання тетраплоїдних тритикале – є гібридизація гекса- й октаплоїдних його форм з диплоїдними та тетраплоїдними формами жита [306, 371].

Учений К. D. Krolow [394, 395] отримав тетраплоїдні тритикале шляхом схрещування гексаплоїдних форм з диплоїдними формами жита. Кількість 28-хромосомних особин в F₁ становила 92,4 %, F₂ – 32,8, F₃ – 52,2, а в F₄ – 77,8 %. Найбільший відсоток особин зафіксовано у F₅ – 97,4 %. Анеуплоїдні рослини в поколінні F₂, здебільшого були гіперплоїдами. Відсоток стерильних рослин, залежно від генерації, змінювався від 73,2 % до 16,7 %.

Вченими [306] було проведено низку досліджень зі схрещування гексаплоїдних тритикале з тетраплоїдним житом. Відмічено, що фертильність отриманих гібридів у F₄ була нижчою відповідно вихідних батьківських форм.

За схрещування гексаплоїдних тритикале з тетраплоїдними зафіксовано задовільну фертильність гібридів F₁. Кількість хромосом у новостворених гібридів варіювала від 27 до 37. У F₃ рослини мали 28–29 хромосом, що дало можливість відібрати вторинні тритикале [208].

За схрещування октаплоїдних тритикале з тетраплоїдними отримано вторинні тритикале з різними геномами за участю хромосом від геномів А, В, D та R. Відзначено [235, 306], що у нових форм тритикале, отриманих за використання хромосом пшеничного геному D, можуть поліпшуватись хлібопекарські якості.

Однак повністю реалізувати ідею поєднання багатокolosкового колосу жита та багатозерного колоска пшениці поки що не вдалось. Колос в тритикале довгий, проте порівняно з пшеницею має меншу кількість зерен [323, 324, 416].

Високоврожайні форми тритикале поступаються за зимостійкістю житу, а в окремих випадках і пшениці. Хлібопекарські якості тритикале нижчі ніж у пшениці, хоча відомо форми, рівноцінні за силою борошна сильній пшениці. Зерно дрібніше, ніж у пшениці, але з вищим вмістом білка та лізину. Культура має підвищену стійкість до борошнистої роси, проте уражується бурю іржою, особливо октаплоїдні форми [255, 256] .

Доведено [87, 326], що форми тритикале отримані за використання дикої форми жита *S. Montanum* Guss, стійкі до бурої іржі, але уражуються борошнистою росю.

Сорти тритикале мають достатню жаро- і посухостійкість для вирощування їх у всіх регіонах України. Посухостійкість рослин обумовлена підвищеною жаростійкістю протоплазми клітин, їх стійкістю до коагуляції за високих температур, добре розвиненою кореневою системою, сильним восковим нальотом рослин, тривалим періодом фотосинтезуючої діяльності листків і періодом їх відмирання. Порівнянно з пшеницею, сорти тритикале формують вищу врожайність на піщаних ґрунтах Півдня України і торф'яних ґрунтах Полісся [87].

Якщо розглядати з теоретичної точки зору, прогрес щодо підвищення продуктивності основних зернових культур, зокрема, тритикале, на основі використання генів карликовості, можна зробити висновок, що він досягнутий не за рахунок зміни окремих ознак рослини, пов'язаних з продуктивністю, а шляхом створення нового покращеного морфотипу, що

вирізняється комплексом взаємопов'язаних ознак, які визначають продуктивність [236, 326].

Основними ознаками цих сортів є:

- короткостебловість і пов'язана з нею підвищена стійкість до вилягання, що забезпечує ефективніше використання високих доз добрив і покращеного агрофону вирощування культури;
- ефективне розподілення продуктів фотосинтезу між зерною і незерною частинами врожаю, завдяки підвищеній продуктивності колосу та укороченій соломині;
- адаптація до широкого діапазону ґрунтово-кліматичних умов, завдяки пластичності.

Слід зазначити, що всі три вищевказаних аспекти пов'язані в своїй основі з фізіологією та генетичною продуктивністю рослин, що й стимулювало проведення подальших досліджень у цьому напрямку для виявлення причин, що лімітують рівень потенціалу продуктивності сортів. Кінцева мета – виявити оптимальні параметри таких фізіологічних процесів як фотосинтез, дихання, транслокація, ріст, розвиток, налив зерна тощо, та виробити оптимальну модель сорту майбутнього.

Нині в селекції тритикале мова йде про нову стратегію, яка вирізняється тим, що головний акцент переноситься з чисто генетичних питань на фізіологічні та біохімічні. Стосовно тритикале є напрацьована генетична база для подальшої селекційної роботи з покращення продуктивності. Сучасна генетика забезпечує селекцію ефективними методами отримання бажаних рекомбінацій генів шляхом певних систем схрещування та відбору. Для визначення оптимальних параметрів основних фізіологічних і біохімічних процесів, необхідно визначити спадкову природу різниці між різними біотипами за відношенням відповідних ознак, розробити технічні заходи для їх змін, щоб використовувати фізіологічні тести та критерії відбору [338, 356].

Перспективним напрямком селекції тритикале є і його використання в

селекційних програмах зі створення гібридної пшениці. Проблемою створення гібридного тритикале є отримання закріплювачів стерильності (рис. 1.4). Проте з відновленням фертильності проблем немає. У селекційній програмі гібридної пшениці навпаки – проблеми зі створенням відновлювача фертильності.

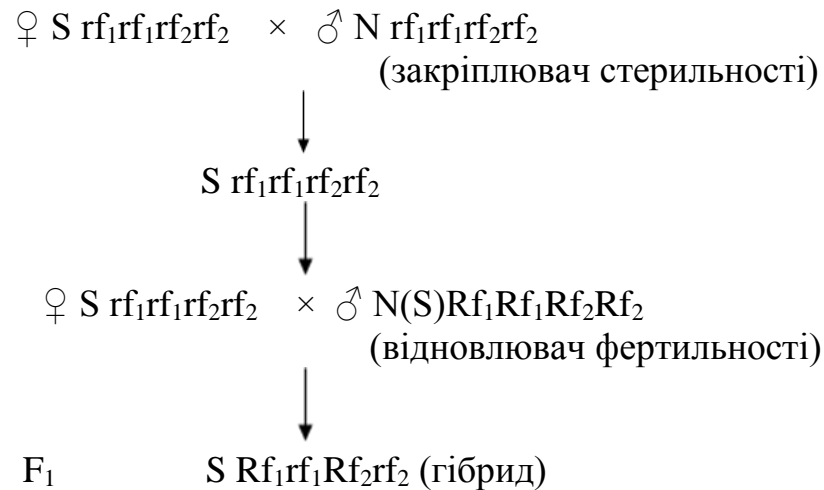


Рис. 1.4 Генетична схема отримання гібридів зернових культур.

Вченими ЄС, США та Австралії [329, 338, 356] висунуто припущення щодо використання ліній тритикале в селекції гібридної пшениці за відновлювача фертильності стерильної материнської форми. Найбільшого успіху ці програми досягли у Німеччині та Франції [18, 73, 321, 328, 330].

Нині відомі форми тритикале мають геномну формулу *ABR*. Геноми *A* та *B* походять від м'якої та твердої пшениці, а геном *R* – від жита. Тривидові тритикале за врожайністю та низкою господарсько-цінних показників перевищують батьківські форми [62, 71, 72]. Однак, залишається багато показників, за якими тритикале потребує поліпшення. Однією з основних невирішених проблем є його низькі хлібопекарські і технологічні властивості. Проблемними залишаються питання зниження висоти стеблостою, підвищення стійкості проти вилягання, покращення озерненості колосу, збільшення маси 1000 зерен [24, 405, 413, 424].

Схрещування тривидових гексаплоїдних тритикале з різними видами роду *Triticum*, *Secale* або їх диких родичів може зробити суттєві корективи в

селекційне поліпшення культури [135]. Одним із таких видів може бути гексаплоїдна пшениця спельта (*Triticum spelta* L.). Вона має високий вміст білка (біля 25 %) і характеризується низкою цінних ознак і властивостей, що можуть бути використані для поліпшення тритикале. Схрещування тривидових тритикале та пшениці спельта дозволить створити нові форми тритикале, в яких можна очікувати поліпшення кількісних і якісних показників продуктивності. Важливим питанням залишається всебічний аналіз створених форм за проявом господарсько-цінних ознак з метою їх подальшого використання в селекційному процесі та сільськогосподарському виробництві.

Отже, перспективними напрямками селекції тритикале є підвищення продуктивності культури та якості зерна за рахунок зміни архітекtonіки рослин і удосконалення схем гібридизації за використання високобілкових форм пшениці, зокрема, *Triticum spelta* L.

1.5 Використання біотехнологічних методів у селекції зернових культур

Розвиток сучасної селекції та вдосконалення селекційно-генетичних програм потребує пошуку нових підходів і методів, що дозволять виявити і реалізувати всі потенційні можливості рослинного організму та в короткі строки отримати новий вихідний матеріал, стійкий до несприятливих чинників навколишнього природного середовища конкретного регіону вирощування, і на його основі створити високопродуктивні сорти та гібриди сільськогосподарських культур.

Інтенсифікація селекційного процесу можлива за умови удосконалення технологічної моделі введенням в загальну схему біотехнологічної ланки. Використання передових досягнень біотехнології доповнює та прискорює селекційний процес зі створення нових форм цінних сільськогосподарських культур, зокрема, пшениці м'якої озимої.

Використання біотехнологічних методів дозволяє прискорити

отримання як генетично ідентичних матеріалів, так і змінених його форм, проаналізувати закономірності успадкування кожної ознаки та причини мінливості організму [22, 157, 159, 162]. Кожен з методів є невід'ємною важливою складовою загального біопроектису, використання якого потребує модифікації для визначеного генотипу окремо.

Реалізація конкретного типу морфогенезу в системі відтворення рослин у культурі *in vitro* детермінована, тобто забезпечується умовами культивування та морфогенетичними характеристиками окремих органів донорської рослини. У зв'язку з цим потенціальні можливості системи репродукції виду, що визначають відтворення та розмноження рослин у звичайних умовах, мають важливе значення під час культивування в умовах *in vitro*.

Дослідження показують, що здатність відтворювати *in vitro* новий організм властива як статевим, так і соматичним клітинам. В ізолюваній культурі при створенні експериментальних систем із чітко визначеними, регульованими умовами, значно проявляється властивість тотипотентності рослинних клітин [106]. Морфологічний розвиток рослин-регенерантів із вегетативних і генеративних органів відбувається через пряму або непряму регенерацію з різних типів експланту (апикальних меристем, зародків, пиляків тощо).

Розмноження злакових культур в ізолюваній культурі зазвичай проводять за використання соматичного ембріодогенезу. Цей метод передбачає індукцію з експланту морфогенної калюсної маси з наступною регенерацією в поверхневих тканинах ембріодів з яких формуються соматкони. Для ідентифікації та відбору генетично сталих матеріалів необхідно проводити регулярні цитологічний і біохімічний аналізи кожної сформованої рослини. Проте, у процесі непрямого соматичного ембріодогенезу спостерігається поява рослин-регенерантів, що мають генетичні відмінності відносно донора експланта. Це явище обумовлене існуванням соматклональної мінливості, природа виникнення якої пояснюється двома основними причинами: генетична гетерогенність

соматичних клітин тканин вихідної рослини; генетична та епігенетична мінливість, що індукується фізико-хімічними умовами культивування [38, 158, 205]. Цитологічна нестабільність калюсних культур обумовлюється поліплоїдією та появою хромосомних аберацій. М. Д. Сакрістаном і В. А. Кунахом [158] доведено, що внаслідок порушення хромосомного балансу під час культивування відбувається підвищення гетерогенності клітинної популяції. Детальний порівняльний аналіз хромосомної нестабільності під час культивування тканин на живильних середовищах з різним гормональним складом дозволив З. Шаміній [317] висунути припущення про можливість ендомітотичної поліплоїдизації клітин. Автор вважає [317, 337], що під час калюсоутворення значну роль відіграють два процеси: а) індукція поділу поліплоїдних клітин, які зазвичай не діляться в інтактній рослині; б) поліплоїдизація клітин під впливом цитокінінів та ауксинів. Вважається, що саме ці процеси призводять до утворення гетерогенної популяції, яка складається з клітин різного рівня плоідності [317, 337]. Цей рівень буває значно вищим, аніж у вихідних експлантів.

За мікроклонального розмноження отримують генетично ідентичний матеріал і уникають формування мутантних генотипів. Ця технологія дозволяє розв'язати проблему швидкого розмноження форм, що мають практичну цінність, та забезпечує збереження матеріалів для використання їх у рекурентній селекції. Для зернових культур, зокрема, пшениці, жита та тритикале, ефективним способом мікроклонування є культура зародків (один зі шляхів) – стерильне вирощування на живильному середовищі зрілих (з насінини) або незрілих (з насінневого зачатку) зиготичних зародків. Зародок ізолюють з материнської тканини та поміщують на штучне поживне середовище, що заміняє ендосперм, і шляхом органогенезу або прямого соматичного ембріоїдогенезу отримують рослину. За цього способу виключається формування калюсної тканини. Сформована рослина розмножується формуванням адвентивних бруньок [245, 246].

Культуру зародків доцільно використовувати і за віддаленої гібридизації. Це дозволяє розширити спектр генетичної мінливості в гібридній популяції і

збагатити генофонд вихідного матеріалу. Життєздатність матеріалів у комбінаціях схрещувань істотно залежить від материнських і батьківських компонентів комбінацій. Наприклад, за використання культури зародків отримано гібриди від схрещування тритикале озимих та пшенично-житніх гібридів з пшеницею твердою озимою [107]. Отримані в такій системі культивування *in vitro* гібридні регенеранти мають підвищену життєздатність та широке генетичне різноманіття за морфологічними ознаками, а частка виходу рослин залежить від материнського компонента гібридизації. Проблемним питанням роботи з віддаленими гібридами залишається диплоїдизація гібридних рослин.

Із всіх біотехнологічних методів найширше науково-практичне застосування належить гаплоїдії. Це пов'язано з можливістю використання гаплоїдів для створення гомозиготних ліній, що виключає необхідність багаторазових повторних циклів інбредних схрещувань. За використання гаплоїдних технологій створено високопродуктивні сорти пшениці в Угорщині, Канаді, Китаї, Росії, Франції тощо.

Нині розроблено біотехнологічні методи отримання гаплоїдних матеріалів і гомозиготних ліній генетично різних форм пшениці м'якої та жита. На якісний і кількісний рівень реалізації морфогенного потенціалу піляків, формування різних типів мікро- і макроструктур та активації різних шляхів регенерації впливають склад живильного середовища, співвідношення регуляторів росту в субстраті, фізичні умови вирощування біооб'єктів і генотип вихідного матеріалу [107, 354, 372, 426]. Зазначено, що саме генотип є головним чинником, що визначає успіх досліджень з гаплоїдії. Виявлення зразками генотипічного ефекту впродовж процесу культивування піляків в ізольованій культурі та вплив генотипу на вихід рослин і рівень отримання гомозиготних матеріалів є основним висновком роботи з гаплоїдами зернових культур [107, 287, 399].

Одним із найважливіших напрямів сучасної біотехнології є клітинна селекція, що отримала широке практичне застосування для створення нових форм рослин виділенням мутантних клітин і соматональних варіацій за

селективних умов [265, 347]. Клітинна селекція є розвитком мутаційної селекції, проте реалізується на рівні поодиноких клітин із застосуванням техніки *in vitro*. За використання клітинної селекції є можливість працювати з великими вибірками генотипів, проводити швидкий скринінг селекційного матеріалу, можливості контролювати умови зовнішнього середовища, тестувати клітини окремо від рослини і тим самим уникати незручностей, пов'язаних із фізіологічними взаємодіями, зумовленими надходженням і виведенням речовин, оцінювати тільки реакції клітин за однакових умов живлення, посилити генетичні зміни створенням нових генетичних комбінацій, їх доборою і передачею регенерантам, отримання стійких до кількох стресових чинників матеріалів тощо [56, 86, 113, 355, 420].

Поєднання соматоклональної мінливості та селективного тиску є найефективнішим підходом до оцінювання й добору клітинних ліній і рослин-регенерантів, що характеризуються стійкістю до стресових чинників.

Селекцію *in vitro* застосовують для отримання форм рослин стійких до біотичних (патогени, токсини або їх аналоги) [13, 56, 83, 334, 355] та абіотичних (екстремальні температури, водний і осмотичний стрес, засолення, токсичні метали, гербіциди тощо) стресів [60, 161, 333, 341, 431]. Найрезультативнішою біотехнологічною схемою *in vitro* для робіт у цьому напрямку є багатоступенева модель, що дає змогу поступово від експланта до експланта, на фоні селективного чинника, добирати кращі варіанти, накопичувати генетичні компоненти стійкості в клітинних популяціях [86, 182, 259]. За розроблених умов добору і регенерації рослин у такій системі можна отримати сприятливе поєднання стійкості з іншими бажаними ознаками. Так було отримано високопродуктивні форми пшениці м'якої стійкі до фузаріозу, септоріозу, корневих гнилей, попелиці, скручення та хлорозу листків, зразки тритикале озимого стійкі до сольового та осмотичного стресу тощо. Завдяки клітинній селекції створено чисельні генетично марковані клітинні лінії та рослини, що використовуються як вихідний матеріал для різних прикладних досліджень.

Нині у молекулярній біології рослин значна увага приділяється

розвитку методів трансформації, що дозволяє запобігти тривалим процедурам отримання культури тканин.

Генетична трансформація рослин може здійснюватись за допомогою *Agrobacterium*-опосередкованого методу або прямим перенесенням генів. Найпоширенішим методом для рослин є генетична трансформація за використання *Agrobacterium* для перенесення екзогенних Т-ДНК у рослинну клітину. Вдосконалення технології дозволило отримати генетично модифіковані рослини пшениці [352, 386, 410]. Проте залишаються не повністю вирішеними питання значення чинників, що впливають на перенесення Т-ДНК у клітини рослин: тип первинного експланту, штам *Agrobacterium*, векторна конструкція, склад живильного середовища, умови трансформації, наявність поверхнево-активних речовин або індукційних агентів за інокуляції та кокультивуванні, антибіотики або селективні маркери тощо [17, 398, 407].

Досягнення у сфері генетичної трансформації показали, що можливе отримання трансгенних рослин без культури *in vitro*. В 1998 р. запропоновано новий метод трансформації – трансформація *in plant* [342].

Однією із проблем трансформації *in vitro*, яка пов'язана з регенерацією, є химерність отриманих трансформантів і соматоклональна мінливість. Для однодольних рослин регенерація ускладнюється ще й низьким морфогенетичним потенціалом, що в окремих випадках не дозволяє отримати фертильні рослини [357].

Технологія агробактеріальної трансформації *in plant* дозволяє подолати вказані проблеми за отримання трансгенних рослин способом трансформації клітин інтактної рослини [313].

Проведені дослідження з агробактеріальної трансформації пшениці озимої сорту Подолянка та пшениці ярої сорту іноземної селекції Bobwhite в умовах *in plant* підтвердили можливість отримання трансгенних матеріалів вказаним методом [69].

Отже, використання біотехнологічних методів у селекції зернових культур прискорить процес створення, розмноження і зберігання генетичного

різноманіття вихідного матеріалу з новими маркерними ознаками та вдосконалив селекційні схеми отримання високопродуктивних сортів і гібридів. Питання застосування біотехнологічних методів потребує аналізу з урахуванням видової і сортової належності культур.

Висновки до розділу 1

1. Зміна низки абіотичних і біотичних чинників навколишнього середовища, підвищення вимог до показників врожайності та якості зерна для виробництва високоякісних продуктів потребує постійного пошуку нових джерел генів господарсько-цінних ознак для селекції та збереження існуючого різноманіття зернових хлібних культур.

2. Основою селекційних досліджень та розроблених і використаних методів є вихідний матеріал, комбінація генів якого зумовлює можливість отримання високопродуктивних зразків. Тому, актуальною проблемою залишається пошук та створення джерел для розширення генетичного різноманіття культур агроценозів.

3. Залучення до селекційного процесу генетичного матеріалу різних еколого-географічних регіонів за створення нових генотипів, надасть можливість реалізувати генетичний потенціал їх материнських та батьківських форм у майбутніх сортах і гібридах.

4. Основні положення і методи селекційного процесу створення та розширення генофонду вихідного матеріалу зернових хлібних культур потребують постійного доповнення і моделювання відповідно умов вирощування культур за зональної зміни клімату.

5. Доцільно розширити дослідження з вирішення проблеми вдосконалення технології селекційного процесу за використання біотехнологічної ланки для створення та генетичної ідентифікації вихідного матеріалу зі зміненою архітектонікою рослин при використанні в системі гібридизації географічно-віддалених форм, матеріалів з генами альтернативних маркерних ознак та різних видів рослин, що дасть змогу отримати нові високопродуктивні зразки жита озимого, пшениці м'якої

озимої і тритикале озимого.

За матеріалами розділу опубліковано сім наукових праць [224, 249–251, 258, 302, 374].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Абдулаева А. К. Гибридизация тритикале с рожью как метод получения генетически новых форм пшенично-ржаных рекомбинантов: дис. ... кандидата с.-г. наук: спец. 03.00.15. Ленинград, 1983. 177 с.
2. Абдулаева А. К. Скрещиваемость гексаплоидных тритикале с диплоидной и тетраплоидной рожью. Бюл. ВИР. 1981. Вип. 106. С. 74–75.
3. Абдулаев К. М. Иммунологическая характеристика устойчивости коллекции тритикале к бурой ржавчине. Материалы VII Всесоюзного совещания по иммунитету сельскохозяйственных растений к болезням и вредителям., Новосибирск, 1981. С. 72–73.
4. Аналіз ринку зернових України. *Pro Consulting*, 2018. 32 с. Режим доступу: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-zernovyh-ukrainy-2018-god>.
5. Авраменко С., Цихмейструк М., Глубокий О., Шелекін В. Нові аспекти вирощування жита озимого. *Агробізнес сьогодні*. № 17. 2011. С. 18–21.
6. Агеев М. Г. Популяционная изменчивость культурных растений и её селекционное значение. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1987. Т. 100. С. 248–260.
7. Адаменко Т. І. Зміни агрокліматичних умов холодного періоду в Україні при глобальному потеплінні клімату. *Агроном*. 2006. № 4 С. 12–13.
8. Адаменко Т. І. Особливості погодних умов весняно-літньої вегетації сільськогосподарських культур в Україні. *Агроном*. 2009. № 3. С. 12–13.
9. Алиев Д. А., Казибекова Э. Г. Взаимосвязь архитектоники и

- фотосинтетической функции пшеницы разных фенотипов. 3-й съезд ВОГиС им. Н.И. Вавилова. Ленинград, 16-20 мая 1977 г. Т. 1. Генетика и селекция растений: Тез. докл. Ленинград, 1977. С. 18.
10. Алиев Дж. Пути познания тайн фотосинтеза. *Вестник РАСХН*. 1998. № 5. С. 9–10.
 11. Алтухов Ю. П., Салменкова Е. А. Полиморфизм ДНК в популяционной генетике. *Генетика*. 2002. Т. 38. № 9. С. 1173–1195.
 12. Антропов В.И. Череззерница и крупность семян у ржи. *Селекция и семеноводство*. 1947. № 9. С. 27–28.
 13. Анапияев Б. Б., Рсалиев Ш. Т., Сарбаев А. Т. Ускоренная селекция на устойчивость к биотическим факторам окружающей среды *Triticum aestivum* L. методом гаплоидной биотехнологии. Доклады РАСХН, 2002. № 4. С. 15–17.
 14. Анапияев Б. Б. Культура микроспор и гаплоидная биотехнология пшеницы. Алматы: Гылым, 2001. 220 с.
 15. Бабенко В. И., Махновская М. Л., Пушкаренко А. Я. Морфологические особенности формирования урожая пшеницы в условиях юга Украины. *Сельскохозяйственная биология*. 1984. № 2. С. 43–48.
 16. Бабужина Д. И. Особенности фотосинтетической деятельности короткостебельной озимой ржи: Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.12. Санкт-Петербург, 1998. 23 с.
 17. Бавол А. В., Дубровна О. В., Гончарук О. В., Воронова С. С. *Agrobacterium*-опосередкована трансформація м'якої пшениці з використанням калюсних культур. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Збірник наукових праць. 2014. Т. 15. С. 16–19.
 18. Баженов М. С., Дивашук М. Г., Пыльнее В. В., Карлов Г. И., Рубец В. С. Изучение образцов озимой тритикале на наличие хромосомных замещений и их связь с устойчивостью к прорастанию на корню. Известия ТСХА. Москва: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

2011. Вып. 2. С. 20–25.
19. Банникова А.А. Молекулярные маркеры и современная филогенетика млекопитающих. *Журн. общей биологии*. 2004. Т. 65. С. 278–305.
 20. Бирюков С. В., Хангильдин В. В., Комарова В. П. Генетический анализ параметров ассимиляционного аппарата в связи с продуктивностью озимой пшеницы. Фотосинтез и продукционный процесс. Под ред. А.А. Ничипоровича. Москва, 1988. С. 243–247.
 21. Бихеле З. Н., Молдау Х. А., Росс Ю. К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. 223 с.
 22. Біотехнологія: Учень. [Тихонов І. В., Рубан Е. А., Грязнева Т. Н., Самуйленко А. Я., Гаврилов В. А.]; под ред. Акад. РАСХН Е.С. Воронина. СПб.: ГИОРД, 2005. С. 3–7.
 23. Блохин Н. И., Ковбасенко Г. М. К методике оценки качества зерна пшеницы на ранних этапах селекции. *Селекция и семеноводство*. 1987. Вып. 63. С. 78–80.
 24. Блажевич Л. Ю. Формування продуктивності тритикале ярого в залежності від елементів технології вирощування в Лісостепу України: автореф. дис ... канд. с.-г. наук.: спец. 06.01.09. Київ, 2005. 19 с.
 25. Богомоллов А. М., Цыганок Е. К., Алексеева М. А. Результаты Корреляционного анализа в оценке потомств тетраплоидной ржи. *Сб. науч. трудов БСХА*. 1972. Т. 97. С. 17–22.
 26. Богуславский Р. Л. Голик О. В. Род *Aegilops* L. как генетический ресурс селекции. Харьков, 2004. 236 с.
 27. Бойченко С. Г., Волощук В. М., Дорошенко І. А. Глобальне потепління та його наслідки на території України. *Український географічний журнал*. 2000. № 2. С. 59–68.
 28. Бороевич С. А. Принципы и методы селекции растений. Москва: Колос, 1984. 344 с.
 29. Бочковой А. Д. Основные принципы селекции сортов и гибридов интенсивного типа. *Сельское хозяйство за рубежом*. 1979. № 11. С. 17–

- 22.
30. Бочковой А. Д., Муратов И. А. Гибриды и проблемы семеноводства. *Масличные культуры*. 1985. № 4. С. 12–13.
31. Бреславец Л. П. Тетраплоидная форма озимой ржи. Президенту АН СССР Акад. В. Л. Комарову. 1939. С. 3–122.
32. Бригс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. Москва: Колос, 1972. 399 с.
33. Бурденюк Л. А. Основні етапи і результати селекції озимої пшениці на Білоцерківській дослідно-селекційній станції. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. За ред. В. В. Моргун. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 481–487.
34. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Главные направления селекции озимой мягкой пшеницы с повышенным адаптивным потенциалом в условиях Лесостепи и Полесья Украины. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. Біла Церква, 2008. Вип. 52. С. 12–18.
35. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Методи селекції сортів озимої м'якої пшениці з підвищеною адаптивністю до умов Лісостепу і Полісся України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». Київ, 2001. 44 с.
36. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Результаты использования Чернобыльских радиомутантов озимой пшеницы как джерел цінних властивостей при гібридизації. *Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків УААН*. Київ, 2004. Вип. 7. С. 27–38.
37. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Сорти пшениці м'якої озимої білоцерківської селекції. Біла Церква, 2008. 20 с.
38. Бутенко Р. Г. Перспективы использования культивируемых клеток растений в биотехнологии. *Биотехнология*. Москва: Наука, 1984. С. 239–247.
39. Вавилов Н. И. Научные основы селекции. Москва: Сельхозиздат, 1935.

246 с.

40. Васильківський С. П. Особливості використання хімічного мутагенезу при створенні вихідного матеріалу для селекції пшениці: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». Одеса, 1999. 36 с.
41. Васильківський С. П. Хімічний мутагенез в селекції енергоекономічних сортів озимої пшениці. Збірник наукових праць Уманської с.-г. академії. Київ: УСГА, 1997. С. 182–185.
42. Васильківський С. П. Хімічний мутагенез у створенні короткостеблових форм озимої пшениці. *Вісник БДАУ. Збірник наукових праць*. Біла Церква, 1998. Вип. 4. Ч. 2. С. 10–13.
43. Васильківський С. П., Власенко В. А. Розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу в селекції зернових культур. *Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла УААН*. Київ: Аграрна наука, 2002. Вип. 2. С. 12–17.
44. Васильківський С. П., Семеніхін О. В. Адаптивні властивості та врожайність сортів пшениці м'якої озимої. *Агробіологія: збірник наукових праць БНАУ*. Біла Церква, 2010. Вип. 4 (80) С. 97–103.
45. Васько В. Т. Гетерозис у озимой ржи. Науч. тр. Сев. – Зап. НИИ сел. хозяйства. 1973. Вып. 27. С. 34–40.
46. Васютин А. А. Биологическая характеристика новых морфотипов озимой ржи: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.05. Каменная Степь. 1999. 21 с.
47. Власенко В. А., Молоцький М. Я., Собко Т. О. Селекційна цінність пшенично-житньої транслокації *1AL/1RS* при створенні сортів пшениці м'якої ярої. *Вісник Білоцерківського ДАУ. Агробіологія*. Біла Церква, 2005. Вип. 35. С. 30–38.
48. Власенко В. А. Генеалогія мироновських сортів озимой пшеницы. *Selekcija i semenarstvo. Plant Breeding and Seed Production Jugoslovenski Casopis za Selekciju i semenarstvo*. Novi Sad, 2003. IX, Broj 1–4. P. 15–21.

49. Власенко В. А. Результаты и направления развития селекционной деятельности по зерновым культурам в Мироновском институте пшеницы. Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству: проект GTZ. СИММИТ. Алмата, 2004. № 1–2 (7–8). С. 19–21.
50. Власенко В. А. Теоретичні та практичні аспекти селекції на етапі добору компонентів схрещувань у пшениці. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків, 2004. Вип. 89. С. 39–47.
51. Власенко В. А., Осьмачко О. М., Бакуменко О. М. Зав'язування насіння пшениці озимої в F1 при схрещуванні сортів з пшенично-житніми транслокаціями. *Вісник Сумського НАУ*. Серія: Агрономія і біологія. 2014. Вип. 3. С. 197–201.
52. Вожегова Р. А. Становлення та розвиток селекції сільськогосподарських культур в Україні: історико-науковий аналіз: монографія. Київ, 2007. 266 с.
53. Волкова Г. В., Анпилогова Л. К., Кремнева О. Ю. Сорта, коллекционные образцы, редкие виды пшеницы и образцы эгилопса с групповой устойчивостью к возбудителям болезней листьев. *Вестник защиты растений*. СПб., 2011. № 2. С. 40–45.
54. Володарский Н. И., Циунович О. Д. Морфобиологические особенности растений пшеницы в связи с разработкой моделей высокопродуктивного сорта. *Сельскохозяйственная биология*. 1978. № 3. С. 323–332.
55. Володин В. Г., Колосенцева Н. В., Лисовская З. И. Радиационный мутант ячменя как новый источник генов карликовости. Докл.АН БССР. 1982. 26. № 9. С. 857–859.
56. Волощук С. І. Клітинна селекція пшениці на стійкість до *Fusarium graminearum* Schwabe: автореф. дис ... канд. с.-г. наук. Київ, 2006. 16 с.
57. Гаврилов С. В. Підвищення ефективності оцінки озимої пшениці на морозостійкість в умовах штучного клімату. *Збірник наук. праць СГІ*.

2006. Вип. 8(48). С. 67–73.
58. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. Редкол.: В. В. Моргун (голов. ред.) та ін. Т. 1. У 4 т. Київ: Логос, 2001. 644 с.
59. Гибридная пшеница: Сборник переводов С. Е. Каплан; за ред. Т. А. Капитановой, М. А. Федина. Москва, 1966. 194 с.
60. Гирко В. С. Нетрадиційні методи створення селекційного матеріалу пшениці: автореф. дис... д-ра біол. наук: 06.01.05. Ін-т землеробства УААН. Київ, 1999. 348 с.
61. Гірко В. С. Нетрадиційні методи створення селекційного матеріалу. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України. Київ: Аграрна наука, 2007. С. 226–257.
62. Гірко В. С., Гірко О. В. Тритикале. Здобутки селекції, насінництво, сортові технології вирощування та шляхи господарського використання. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 1 С. 111–127.
63. Глеба Ю. Ю., Ситник К. М. Клеточная инженерия растений. Киев: Наукова думка, 1985. 132 с.
64. Гончаренко А. А. Методы селекции и перспективы создания гетерозисных гибридов F_1 озимой ржи на основе ЦЧС. Новые методы селекции озимых культур. Уфа, 2001. С. 13–21.
65. Гончаренко А. А. Современные возможности улучшения качеств зерна озимой ржи методом селекции. *Селекція і насінництво*. 2011. № 100. С. 24–36.
66. Гончаренко А. А. Фенотипическая стабильность признаков у сортов озимой ржи с различным типом короткостебельности. Сел. – генет. иссл. при выведении сортов для Нечерноземья. *Сборник научных трудов НИИСХЦРНЗ*. Москва. 1983. С. 152–153.
67. Гончаренко А. А., Кедрова Л. И., Худоерко В. И. Селекция озимой ржи на зимостойкость. Методические указания по селекции и семеноводству озимой ржи. Москва, 1980. С. 28–43.
68. Гончарова Ю. К. Генетические основы гетерозиса. Генетические основы

- селекции Уфа: БНИИСХ. 2008. С. 146–156.
69. Горбатюк І. Р., Бавол А. В., Моргун Б. В. Агробактеріальна трансформація *in planta* пшениці озимого сорту Подолянка та ярого сорту Bobwhite. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Збірник наукових праць. 2014. Т. 15. С. 35–39.
70. Горбунова Ю. В. К вопросу о расовом составе стеблевой ржавчины ржи. *Защита растений*. Москва: Моск. рабочий, 1969. С. 95–97.
71. Горянина Т. А. Результаты селекции по тритикале. *Молодой ученый*. 2015. № 22. С. 14–18. URL.<https://moluch.ru/archive/102/23420>.
72. Горянина Т. А. Селекция озимой тритикале в условиях степного Заволжья. Проблемы и перспективы аграрной науки в России (Посвящается 135-летию со дня рождения А.И. Стебута): Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. Саратов, 2012. С. 24–27.
73. Гриб С. И. Селекция тритикале в Беларуси: результаты, проблемы и пути их решения. Тритикале. Материалы Международной практической конференции *Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов*. Секция тритикале отделения растениеводства РАСХН. Ростов-на-Дону: ДЗНИИСХ, 2010. С. 74–78.
74. Гуляев. В. Д., Дубинин А. П. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва: Колос, 1974. 479 с.
75. Дарвин Ч. Сочинения: в 4 т. под ред. Е. Н. Павловского. Ленинград: Изд. АН СССР, 1951. Т. 4. Изменения домашних животных и культурных растений. 884 с.
76. Делоне Л. Н. Значение мутационной изменчивости в практической селекции. Бюллетень ВАСХНИЛ. 1936. Вып. 12. С. 4–5.
77. Делоне Л. Н. Мутации мягкой пшеницы и их селекционное использование. Записки Харьковского СХИ. 1938. Вып. 1. С. 43–57.
78. Деревянко В. П., Адамчук Г. К., Здрилько А. Ф. Состояние исходного материала для ягетерозисной селекции озимой ржи. Часная генетика

- растений. Киев, 1989. С. 67–68.
79. Деревянко В. П., Егоров Д. К. Актуальные вопросы гетерозисной селекции озимой ржи. Харьков: Магда LTD, 2008. 152 с.
80. Джидед-Хоссин В. В., Пыльнев В. С., Рубец В. С. Изменение анатомической структуры стебля мягкой яровой пшеницы в процессе селекции в центральном районе Нечерноземья. Известия ТСХА. 2005. 34. С. 53–59.
81. Джидед-Хоссин В. В. Особенности анатомического строения стебля сортов яровой мягкой пшеницы разных лет селекции в центральном регионе Нечернозёмной зоны: автореф. дис... канд. биол. наук: 06.01.05. Москва, 2006. 21 с.
82. Дженигс П. Тип растения как цель селекции риса. *Сельское хозяйство за рубежом*. Растениеводство. 1964. № 10. С. 32–33.
83. Джос Л., Калашникова Е. Клеточная селекция пшеницы на устойчивость к септориозу. *Сельскохозяйственная биотехнология: Избр. работ*. Под ред. В. С. Шевелухи. Москва: Евразия, 2000. С. 61–71.
84. Діордієва І. П., Парій Ф. М. Чотиривидові тритикале. *Генетичні ресурси рослин*, 2015. № 15. С. 41–43.
85. Долгий-Трач В. А. Динамическая модель формирования всходов зерновых культур. *Метеорология и гидрология*. 1988. № 1. С. 107–114.
86. Дубровна О. В., Дубровна О. В., Моргун Б. В. Клітинна селекція пшениці на стійкість до стресових чинників довкілля. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2009. Т. 41. № 6. С. 46–53.
87. Егандердиев А. Генетическое и цитологическое изучение гибридов пшениц и ржи с пшенично-ржаными амфидиплоидами: автореф. дис... канд. биол. наук. Харьков, 1965. 23 с.
88. Елина О. Ю. От развлечений аристократов до декретов большевиков: вехи российской селекции. Конец XIX века – 1920-е годы. Нестор: ежеквартальный журнал истории и культуры России и Восточной Европы. РАН, СП-б филиал ин-та истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова. СП-б: Нестор-История, 2005. No 9. Вып. 3. На переломе:

отечественная наука в конце XIX – XX веке (источники, исследования, историография). С. 139–154.

89. Єгоров Д. К. Наукові основи селекції озимого жита (методика, результати). *Селекція польових культур*. Збірник наукових праць УААН. ІР ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2008. С. 89–95.
90. Єгоров Д. К., Дервянко В. П. Особливості гетерозисної селекції озимого жита. *Селекція і насінництво*. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків, 2004. Вип. 88. С. 40–45.
91. Єльніков М. І., Гридін М. М., Звягін А. Ф. Теоретичне обґрунтування, удосконалення та результати практичного використання методів селекції озимої пшениці на адаптивність. *Селекція польових культур*. Збірник наукових праць до 100-річчя створення Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. УААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2008. С. 5–41.
92. Жемела Г. П. Справочник по качеству зерна. Київ: Урожай, 1988. 216 с.
93. Животков Л. А., Блохин Н. И. Селекция сильных и ценных сортов озимой пшеницы для Лесостепи Украины. *Селекция и семеноводство*. 1992. № 4. С. 2–5.
94. Животков Л.А., Бірюков С. В., Бабаянец П. Т. та ін. Озимі зернові культури. Київ: Урожай, 1993. 288 с.
95. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). Кишинев: Штиинца, 1980. 588 с.
96. Жученко А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений. *Селекция и семеноводство*. 1999. № 4. С. 5–16.
97. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетт. основы): Монография. Т. 2. Москва: Изд-во РУДН, 2001. 708 с.
98. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). Кишинев: Штинница, 1988. 767 с.
99. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского

- хозяйства (концепция). ОНТИ Пушкин, научный центр: РАН. Пушкино, 1994. 148с.
100. Жученко А. А., Урсул А. Д. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства. Кишинев: Штиница, 1983. С. 183–185.
101. Зайкевич А. Е. Об исследовании культуры русских пшениц. Харків. 1891. 12 с.
102. Зайцева Г.П., Акініна Г.Є., Твердохліб О.В., Попов В.М. Поширення пшенично-житньої транслокації в зразках пшениці м'якої озимої (*Triticum Aestivum* L.) української селекції. *Фактори експериментальної еволюції рослин*. 2012. Т. 17. С. 303–307.
103. Здоровцов О. І., Касьянов Л. І. Економіка сільського господарства. Київ: Видавництво УСГА, 1993. С. 124–147 с.
104. Зеленский Г. Л. Новые высокопродуктивные формы риса. *Доклады РАСХН*. 1998. № 4. С. 14–15.
105. Зеленский М. И., Агаев М. Г. Некоторые тенденции эволюционной изменчивости фотосинтеза культурных растений. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. СПб, 2007. С. 361–378.
106. Иванов И. И., Трапезников В. К., Кудоярова Г. Р. Изменение гормонального статуса растений под влиянием минерального питания. *Физиология и биохимия культурных растений*. 1994. Т. 26, № 1. С. 32–36.
107. Игнатова С. А. Биотехнологические основы получения гаплоидов, отдалённых гибридов и соматических регенерантов зерновых и бобовых культур в различных системах *in vitro*: Автореф. дис. д-ра біол. наук: 03.00.20. Южный биотехнологический центр в растениеводстве УААН. Одесса, 2004. 425 с.
108. Казарцева А. Т., Воробьева Р. А., Сокол Н. В. Систематизация признаков качества зерна в селекции озимой мягкой пшеницы. *Сельскохозяйственная биология*. 1990. № 5. С. 3–9.

109. Казарцева А. Т., Воробьева Р. А., Колесников Ф. А. Качество зерна в селекции и производстве сильных пшениц. *Вестник сельскохозяйственной науки*, 1991. № 2. С. 74–78.
110. Калинин И. Г. Селекция озимой пшеницы: результаты, перспективы, проблемы, поиски. *Селекция и семеноводство*. 1986. № 6. С. 2–7.
111. Каталог сортів та гібридів зернових, зернобобових, олійних, кормових культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. Одеса, 2013. 52 с.
112. Козуб Н. О., Созінов І. О., Колючий В. Т. Ідентифікація 1AL/1RS транслокації у сортів м'якої пшениці української селекції. *Цитологія і генетика*, 2005. Т. 39, № 4. С. 20–24.
113. Калашникова Е. А. Биологические основы клеточной селекции растений. Докл. ТСХА. 2003. № 275. С. 110–112.
114. Калиновский Я. Н. Культура пшеницы описание пород пшеницы, разводимых в России; условия ее возделывания; качества самого зерна; насекомые, вредящие ее посевам: монография. СПб.: Прогрессивное сел. хоз-во, 1885. 84 с.
115. Кахидзе, И. Т. Мейозис у инцухтированной ржи. ДАН. 1939. Т. 25. № 1. С. 37–45.
116. Кильчевский В. А., Хотылева Л. В. Генетические основы селекции растений. Общая генетика растений. В 4 т. Т. 1. Минск, 2008. 551 с.
117. Кильчевский А. (ред.) Генетические основы селекции растений. Т. 3. Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия. Белорусская наука. Минск. 2008. 552 с.
118. Кириленко В. В. Методичні підходи створення штучного комплексного інфекційного фону патогенів (ШКІФ) у селекції. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН. Підвищення стійкості рослин до хвороб і екстремальних умов середовища в зв'язку із задачами селекції. Харків, 2013. С. 43.
119. Кириленко В. В., Афанасьєва О. Г. Обґрунтування створення

комплексних штучних інфекційних фонів патогенів при селекції пшениці на групову стійкість. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2007. Вип. 7. С. 49–52.

120. Кириленко В. В., Басанець Г. С., Маринка С. М. Ефективність використання штучного комплексного інфекційного фону. Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (1912–2012 рр.). За ред. В. С. Кочмарського. Миронівка, 2012. С. 175–181.
121. Кириленко В. В., Дергачов О. Л., Харченко А. В. Методи і результати створення сортів пшениці м'якої озимої за стійкістю щодо абіотичних та біотичних факторів довкілля. Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. Суми, 2014. С. 231.
122. Кириленко В. В., Харченко А. В. Резистентність пшениці озимої щодо біотичних та абіотичних чинників середовища. Селекція і насінництво в умовах сучасного зерновиробництва. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. Миронівка, 2013. С. 79.
123. Кириленко В. В., Хоменко С. О., Гуменюк О. В. Ефективність використання штучного комплексного інфекційного фону патогенів та мутагенезу при створенні сортів озимої м'якої пшениці. *Захист і карантин рослин. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. УААН, Інститут захисту рослин. Київ, 2007. Вип. 53. С. 224–230.
124. Кириченко В. В., Петренова В. П. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навчальний посібник. НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2012. 320 с.
125. Клаг У., Каммингс М. Основы генетики: Учебник пер. с англ. А. Лушниковой, С. Мусаткина. Москва: Техносфера, 2009. 896 с.
126. Климашевский Э. Л. О создании модели сортов сельскохозяйственных растений на основе физиологической характеристики корневых систем. *Сельскохозяйственная биология*. 1987. № 7. С. 19–25.
127. Кобылянский В. Д. Гетерозис у ржи. Генетические и физиолого-биохимические основы гетерозиса. Ленинград: Колос, 1972. С. 18–31.

128. Кобылянский В. Д. Рожь. Генетические основы селекции. Москва: Колос, 1982. 271 с.
129. Кобылянский В. Д., Бабужина Д. И. Фотосинтез различных органов растений короткостебельных форм ржи. *Сельскохозяйственная биология*. 2003. № 1. С. 67–72.
130. Кобылянский В. Д., Лапиков Н. С., Катерова А. Г., Ерошенко Т. Т. Результаты и перспективы селекции гибридов озимой ржи с использовавшим ЦМС. Селекция ржи. Материалы симпозиума Еукарпия. Ленинград: ВИР, 1990. С. 28–32.
131. Ковалишина Г. М. Вихідний матеріал для селекції озимої пшениці на стійкість проти хвороб. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. УААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2011. Вип. 100. С. 101–110.
132. Ковлер Л. А., Шлумуков Л. Р., Глеба Ю. Ю. Анализ тилакоидных полипептидов у межтрибных цитоплазматических гибридов семейства Solanaceae. *Биотехнология и клетка*. Киев, 1991. Т. 7. № 4. С. 39–45.
133. Козлечков Г. А. Основные закономерности и структурные модели морфогенеза вегетативной сферы побега *Triticum durum* Desf. и *Tr. aestivum* L. *Сельскохозяйственная биология*. 1990. № 3. С. 72–79.
134. Козуб Н. О., Созінов І. О., Колючий В. Т., Власенко В. А., Собко Т. О., Созінов О. О. Ідентифікація *1AL/1RS* транслокації у сортів м'якої пшениці української селекції. *Цитология и генетика*. 2005. 39. № 4. С. 20–24.
135. Комаров Н. М., Поспелова Л. С., Соколенко Н. И. и др. Селекция растений методом отдаленной гибридизации: концептуальные и методологические аспекты. Ставрополь, Сервисшкола, 2008. 168с.
136. Конарев В. Г. Морфология и молекулярно-биологический анализ растений. Санкт-Петербург: ВИР, 1998. 370 с.
137. Коновалов Ю. Б., Долгодворова Л. И., Степанова Л. В. Частная селекция полевых культур. Москва, 1990. 543 с.

138. Коновалов Ю. Б. Селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям. Москва: Колос, 1999. 136 с.
139. Кочмарський В., Кириленко В., Харченко А. Дослідження групової резистентності патогенів у гібридних поколіннях пшениці м'якої озимої. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер: Агронія.* 2013. № 17(2). С. 268–274. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau act 013 17 %282 %29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_013_17_%282_%29)
140. Кочмарський В. С., Коломієць Л. А., Кириленко В. В. Селекція пшениці м'якої озимої у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН. *Вісник аграрної науки.* Київ: Аграрна наука, 2012. № 12. С. 51–54.
141. 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 [Електронний ресурс]. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони.* 2014. № 6. С. 7. Режим доступу: www.institut-zerna.com/library/bulletins.htm.
142. Крашенинник Н. В. Селекция на повышение эффективности фотосинтеза. Обзор. *Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство.* 1974. № 4. С. 44–46.
143. Крашенинник Н. В. Селекция на повышение эффективности фотосинтеза. Обзор. *Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство.* 1974. № 4 С. 44–46.
144. Кузьмин В. П. Результаты работ по селекции полевых культур на севере Казахстана. *Селекция и семеноводство.* 1958. № 5. С. 7–11.
145. Кузьмин В. П. Ценные сорта пшеницы Казахстана. Алма-Ата, 1959. 20 с.
146. Кулешов Н. Н. Качество зерна пшеницы в зависимости от условий произрастания и приёмов возделывания. Приёмы и методы повышения качества зерна колосовых культур. Ленинград, 1967. С. 273–275.
147. Кумаков В. А. Селекция на продуктивность и устойчивость и некоторые проблемы физиологии сорта. Физиолого-генетические проблемы интенсификации селекционного процесса. Саратов, 1984. Ч. 1. С. 4–5.
148. Кумаков В. А. Итоги исследований по частной физиологии яровой

- пшеницы и физиологическому обоснованию модели сорта. Саратов, 1984. 38 с.
149. Кумаков В. А. Физиологические подходы к селекции растений на продуктивность и засухоустойчивость. *Сельскохозяйственная биология*. 1986. № 6. С. 27–34.
150. Кумаков В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. Москва: Колос, 1985. 270 с.
151. Кумаков В. А. Фотосинтетическая деятельность растений в аспекте селекции. *Физиология фотосинтеза*. Москва: Наука, 1982. С. 283–293.
152. Кумаков В. А., Андреева А.Ф., Попова В.М. Физиологическая оценка морфологических типов растений яровой пшеницы различной продуктивности и засухоустойчивости на Юго-Востоке СССР. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1978. Т. 63. В. 2. С. 26–35.
153. Кумаков В. А., Игошин А.П. Роль различных ассимилирующих органов в фотосинтезе яровой пшеницы в период налива зерна. Адаптивные реакции в формировании и активности фотосинтетического аппарата. Пущино, 1980. С. 17–18.
154. Кумаков В. А., Игошин А.П., Игошина Г.Ф. Значение реутилизации в наливе зерна различных сортов яровой пшеницы. *Докл. ВАСХНИЛ*. 1979. № 8. С. 5–7.
155. Кумаков В. А., Игошин А.П., Сияк В.М. Анализ накопления и распределения биомассы растений. Методические указания по определению некоторых физиологических показателей растений пшеницы при сортоизучении. Москва, 1982. 28 с.
156. Кумаков В. А., Чернов В.К., Андреева А.Ф. Морфологическая структура растений яровой пшеницы и ее значение для продуктивности сортов. Науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. 1978. Вып. 37. С. 142–143.
157. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. Київ: Логос, 2005. 730 с.
158. Кунах В. А. Механізми та деякі закономірності соматональної мінливості рослин. *Вісник Українського товариства генетиків і*

селекціонерів. 2003. № 1. С. 101–106.

159. Кушнір Г. П., Сарнацька В. В. Стан і перспективи клонального мікророзмноження рослин в Україні. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. Київ: Логос, 2001. Т. 1. С. 484–500.
160. Лакин Ф. Г. Биометрия. Высшая школа, 1990. 350 с.
161. Лапшин П. В., Бутенко Р. Г., Шевелуха В. С. Клеточная селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к действию УФ-радиации. Изд. ТСХА. 2001. № 2. С. 136–144.
162. Левенко Б. А. Трансгенные растения: современное состояние, проблемы, перспективы. Київ: Дошкільник, 2000. 304 с.
163. Леина Г. Д., Юдина О. С., Березин Б. В. Дыхательные затраты яровой пшеницы в репродуктивной фазе. Физиолого-генетические проблемы интенсификации селекционного процесса. Саратов, 1984. Ч. 1. С. 92–93.
164. Литвиненко М. А., Топал М. М. Генетичні фактори позитивного впливу на якість зерна у ліній пшениці м'якої озимої з житньою транслокацією 1AL/1RS. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 5. С. 36–42.
165. Литвиненко М. А. Основні віхи розвитку програм селекції пшениці м'якої озимої у 100-річній історії селекційно-генетичного інституту. *Вісник аграрної науки*. Київ: Аграрна наука, 2012. Спецвипуск. С. 5–11.
166. Лифенко С. П., Нарган Т. П., Наконечний М. Ю. Интрогресії в геном пшениці м'якої від різних донорів – проблемний, але перспективний напрям селекції. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 39–50.
167. Лифенко С. П. Історія і результати селекції високоінтенсивних сортів пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. Київ: Аграрна наука, 2012. Спецвипуск. С. 12–15.
168. Лифенко С. П., Литвиненко М. А. Селекція і генетика пшениці в Україні. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. За ред. В. В. Моргун. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 319–337.
169. Лісовий М. П., Лісова Г. П., Афанасьєва О. Г. Характеристика колекційного матеріалу пшениці озимої за стійкістю проти хвороб. *Захист і карантин рослин: міжвідомчий тематичний науковий збірник*.

- НААН, Інститут захисту рослин. Київ, 2013. С. 176–184.
170. Лозінський В. М. Особливості успадкування господарсько цінних ознак та добір у популяціях пізніх поколінь мутантно-сортових гібридів озимої пшениці: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Лозінський Микола Владиславович. УААН. Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. Одеса, 2005. 20 с.
171. Лукьяненко П. П. Гибридизация отдаленных эколого-географических форм и проблема использования гетерозиса в селекции пшеницы. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1967. № 3. С. 31–35.
172. Лукьяненко П. П. Избранные труды. Москва: Агропромиздат, 1990. 428 с.
173. Лукьяненко П. П., Точин А. Ф. Использование индуцированных карликовых мутантов в селекции озимой мягкой пшеницы. Селекция короткостебельных пшениц. Москва, 1975. С. 95–120.
174. Лучной В. В., Панченко І. А. Екологічна пластичність амілазного комплексу зерна озимої пшениці. Сборник тез Международной конференции. Харьков. 2002. С. 55–56.
175. Лыфенко С. Ф. Некоторые особенности генетического контроля признака содержания белка в зерне озимой мягкой пшеницы и возможности улучшения технологических качеств зерна в процессе селекции. Сб. научн. трудов ВСГИ: Селекция пшеницы на юге Украины. Одесса, 1980. С. 75–80.
176. Лыфенко С. Ф. Некоторые особенности генетического контроля признака содержания белка в зерне озимой мягкой пшеницы. *Генетика и селекция кормовых, овощных, многолетних культур и генетика гетерозиса*. IV съезд генетиков и селекционеров Украины. Киев, 1981. С. 149–150.
177. Лыфенко С. Ф. Некоторые особенности генетического контроля признака технологических качеств зерна озимой пшеницы и возможности их улучшения в процессе селекции. *Разработка теоретических основ селекции и создания сортов и гибридов пшеницы с*

- комплексом хозяйственно-ценных признаков для условий интенсивного земледелия. Международное рабочее совещание 1981: доклады. Мартонвашар, Венгрия, 1981. С. 112–121.
178. Любомиров П. О культуре полбы в России до середины XVIII в. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Ленинград, 1967. Т. XVIII. Вып. 1. С. 67–96.
179. Майстренко О. И., Трошина А. В. Проблемы генетики и качества клейковины у пшеницы. Изменчивость качества клейковины мягкой пшеницы в зависимости от подбора родительских сортов. Генетика. 1966. № 9. С. 124–134.
180. Майстренко О. И., Трошина А. В., Лысенко Р. Г. Определение количества и качества клейковины в зерне пшеницы для генетических и селекционных целей. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1964. № 8. С. 119–122.
181. Маренич М. М., Веревська О. В. Оцінка впливу агрокліматичних факторів на урожайність і можливості прогнозування валових зборів зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 18–22.
182. Мазур А. Л., Игнатова С. А. Определение сублетальных концентраций филтраты *Fusarium graminearum* Schwabe для получения устойчивых форм мягкой пшеницы в культуре *in vitro*. *Фактори експериментальної еволюції організмів: Збірник наукових праць*. Київ: Логос, 2006. Т. 3. С. 63–67.
183. Максимчук, Л. П. Селекционно-семеноводческая работа по зерновым и зернобобовым культурам в системе опытно-селекционных станций ВНИС; под ред. И. Ф. Бузанова. Селекционно-семеноводческая работа по зерновым, зернобобовым культурам и травам на станциях ВНИС. Киев, 1970. С. 3–25.
184. Малюженец Н. С. Типы архитектоники растений и пути их использования в селекции. *Приёмы повышения продуктивности тропических и субтропических культур*. Сборник научных трудов

- Унститута дружбы народов. Москва, 1985. С. 67–70.
185. Матвеева Т. В., Павлова О. А., Богомаз Д. И. Молекулярные маркеры для видоидентификации и филогенетики растений. *Экологическая генетика*. 2011. Т. 9. С. 32–43,
186. Мерурьева Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. Москва: Колос, 1970. 119 с.
187. Митрофанов Б. А. Гуляев Б. И., Маковская М. М. Роль листьев, стеблей и колосьев озимой пшеницы в фотосинтезе посева. Пути повышения интенсивности и продуктивности фотосинтеза Киев, 1969. С. 69–86.
188. Михайлов Н. И. Эффективность минеральных удобрений под зерновые культуры по почвенно-климатическим зонам и экономическим районам. В кн.: Экономика использования удобрений. Москва: Колос, 1974. С. 120–163.
189. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. Підручник. Київ: Вища освіта, 2006. 463 с.
190. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф. Мутаційна селекція озимої пшениці. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. За ред. В. В. Моргун. У 4-х томах. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 175–186.
191. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф. Развитие и основные направления исследований по генетическому улучшению пшеницы. Мутационная селекция пшеницы. Киев: Наукова думка, 1995. С. 10–102.
192. Моргун В. В., Оксьом В. П. Створення генетично-поліпшених ліній пшениці озимої за допомогою індукування мікромутацій. *Наукові доповіді НУБіП*. Електронний журнал. 2011. Вип. 2 (24). Режим доступу: http://nd.nubip.edu.ua/2011_2/11mvv.pdf. 18 с.
193. Моргун В. В., Санін Є. В., Швартау В. В. Клуб 100 центнерів. Сорти та оптимальні системи вирощування озимої пшениці. Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, компанія «Сингента», Швейцарія. Київ: Логос, 2012. 131 с.

194. Мусич В. Н., Нагуляк О. И. Использование искусственного климата при селекции озимой пшеницы на морозостойкость. Системы интенсивного культивирования растений. Ленинград, 1987. С. 118–125.
195. Нальборчик Э. Роль различных органов фотосинтеза в формировании урожая зерна хлебных злаков. *Вопросы селекции и генетики зерновых культур*. Москва, 1983. С. 224–230.
196. Наскидашвили М. П. Аборигенные сорта мягкой пшеницы во внутри- и межвидовой гибридизациях. *Аграрная наука*, 2006. № 9. С. 22–23.
197. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України. За ред. В. М. Зубця. Київ: Логос, 2004. 776 с.
198. Некрасова Г. Ф., Гладилина Е. Н. Смена донорных систем в процессе развития и созревания колосу ячменя. II Съезд общества физиологов растений. Москва, 1992. Ч. 2. С. 147.
199. Нетіс І. Т. Посухи та їх вплив на посіви озимої пшениці: монографія. Херсон: Айлант, 2008. С. 8–18.
200. Нетіс І. Т. Строки припинення осінньої вегетації та продуктивність озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2005. № 9. С. 28–30.
201. Ничипорович А. А. Потенциальная продуктивность растений и принципы её использования. *С. – х. биология*. 1979. Т. 14. № 6. С. 683–694.
202. Ничипорович А. А., Чмора С. Н., Слободская Г. А. и др. Фотосинтетический CO₂-газообмен листьев свёклы и кукурузы и его связь с типами фотосинтеза. *Физиология растений*. 1973. Т. 20. № 2. С. 300–308.
203. Новацкий А. Руководство к возделыванию важнейших хлебных злаков.; пер. с нем. П. Костычева. СПб: А. Ф. Девриена, 1889. 296 с.
204. Носатовский А. И. Пшеница. Биология. Москва: Колос, 1965. С. 451–555.
205. Опалко О. А., Рябовол Л. О. Вплив хімічного складу живильних середовищ на мікророзмноження яблуні. Ефективність хімічних засобів

- у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур: *Збірник наукових праць УДАА*. Умань, 2001. Вип. 57. С. 166–169.
206. Орлюк А. П., Гончарова К.В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці: монографія. Херсон, 2002. С. 272.
207. Орлюк А. П., Базалий В. В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы. Херсон, 1998. 274 с.
208. Орлова И. Н. Нестабильность числа хромосом в мейозе гексаплоидных *Triticale* и исследование ее причин. *Генетика*, 1970. ИЗ II. С. 5–16.
209. Орлюк А. П., Корчинский А. А. Физиолого-генетическая модель сорта озимой пшеницы. Киев. Выща школа. 1989. 72 с.
210. Орлюк А. П. Генетика пшениці з основами селекції (Монографія). Херсон: Айлант, 2012. 436 с.
211. Павлов А. Н. Накопление белка в селекции пшеницы и кукурузы. Москва: Наука, 1967. 339 с.
212. Патица В. П., Надкернична О. В., Скорик В. В., Сень О. В. Кореляційні зв'язки між рівнем асоціативної азотфіксації і селекційними ознаками озимого жита. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УАН*. Чабани, 1999. Вип. 1–2. С. 144–150.
213. Питебская В. С. Основные слагаемые продукционного процесса у риса. *Селекция и семеноводство*. 1985. № 5. С. 17–19.
214. Полимбетова Ф. А. Итоги исследований физиологии и биохимии пшеницы в зоне освоения целинных и залежных земель Казахстана. *Вестник АН Казахской ССР*. 1974. № 4. С. 22–28.
215. Полимбетова Ф. А. Физиологические особенности ветвистой и многозерной пшениц в связи с их продуктивностью. *Труды института ботаники АН Казахской ССР*. 1957. Т. 5. С. 243–254.
216. Полимбетова Ф. А. Физиологические свойства и продуктивность яровой пшеницы в Казахстане. Алма-Ата: Наука, 1972. 271 с.
217. Полимбетова Ф. А., Мамонов Л. К. Влияние отдельных органов на налив зерна пшеницы. *Труды института ботаники АН Казахской ССР*. 1963. Т.

16. С. 51–63.
218. Полимбетова Ф. А., Мамонов Л. К. О передвижении и распределении пластических веществ у пшеницы после колошения. Изв. АН КазССР. Серия. Биология, 1972. № 5. С. 19–23.
219. Попов В. А. Эколого- и селекционно-технологический подход к созданию суперурожайного риса. *Вестник РАСХН*. 2007. № 6. С. 8–10.
220. Порівняння показників якості пшениці України, США та ЄС. *Пропозиція*. 2002. № 11. С. 106–109.
221. Подвигина О. А., Знаменская В. В., Фролова В. В. Индукция ризогенеза у сахарной свеклы в культуре *in vitro*. *Регуляторы роста и развития растений в биотехнологии*. Материалы VI Международная конференция. Москва: Издательство МСХА, 2001. С. 160.
222. Програма Зерно України – 2015. Сайт Національної академії аграрних наук України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.uaan.gov.ua/sites/default/files/zerno.doc>.
223. Пшеница: история, морфология, биология, селекция. Под ред. В. В. Шелепова. Мировновка, 2009. 573 с.
224. Пшеница спельта: монографія. Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, М. Ф. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, Я. С. Рябовол, О. Г. Сухому. За ред. Г. М. Господаренка. Київ: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2016. 312 с.
225. Пыльнев В. В., Батоев Б. Б. Характер изменения элементов структуры урожая озимой пшеницы в результате селекции на продуктивность. *Биология и агротехника полевых культур Причерноморской степи Украины*. Одесский СХИ. Одесса, 1990. С. 14–20.
226. Пынзарь С. Л., Кравченко В. И., Чебан Г. Ф. Гетерозис и ЦЧС в селекции пшеницы. Кишинев, 1974. 167 с.
227. Рапопорт И. А. Гены. Эволюция. Селекция. Избранные труды. Москва: Наука, 1996. 249 с.
228. Рапопорт И. А. Открытие химического мутагенеза. Избранные труды. Москва: Наука, 1993. С. 247–257.

229. Рапопорт И. А., Шигаева М. Х., Ахматуллина Н. Б. Химический мутагенез. Алма-Ати: Наука, 1980. С. 1–45.
230. Ремесло В. Н. Селекция и семеноводство зерновых культур. Київ: Урожай, 1978. 304 с.
231. Рибалка О. І. Генетичне поліпшення якості пшениці: автореф. дис... д-ра біол. наук: спец. 03.00.15 – генетика. Одеса, 2009. 44 с.
232. Рибалка О. І. Чужорідна генетична варіабельність у поліпшенні якості зерна пшениці. *Цитология и генетика*. 2008. № 4. С. 18–26.
233. Рибалка О. Селекція пшениці на якість зерна [Електронний ресурс]. Агробізнес Сьогодні. Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/1212-quo-vadis-seleksiie-pshenytsi-na-iakist-zerna.html>.
234. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення. Київ: Логос, 2011. 496 с.
235. Ригин Б. В. Скрещиваемость пшеницы с культурной рожью: автореф. дис... канд. биол. наук. Ленинград. 1965. 19 с.
236. Ригин Б. В., Орлова И. Н. Пшенично-ржаные амфидиплоиды. Ленинград, 1977. 250 с.
237. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: Высшая школа, 1973. 320 с.
238. Рокицкий П. Ф. Введение в статистическую генетику. Минск: Высшейшая школа, 1974. 448 с.
239. Росс Ю. К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. Ленинград: Гидрометеиздат. 1975. 342с.
240. Росс Ю. К. Структурная организация посевов с точки зрения наилучшего использования лучистой энергии солнца. Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. Москва: Колос, 1970. С. 38–51.
241. Рудишин С. Д. Основи біотехнології рослин: навчальний посібник. Вінниця, 1998. 224с.
242. Рудишин С. Д. Методичні рекомендації по виділенню і

електрофоретичному розділенню легкокорозчинних білків і пероксидази рослин. Вінниця: Препринт ВДСГІ, 1995. 11 с.

243. Рыбалка А. И., Хохлов А. Н., Вовчун С. В. Интрогрессия генетических контролирующих биосинтез клейковинных белков, от дикорастущих видов в пшеницу и их влияние на качество зерна. *Цитология и генетика*. 1993. Т. 27, № 3. С. 8–13.
244. Рыбалка А. И., Созинов А. А., Хохлов А. Н., Хейфец А. М. Генетический контроль альфа-амилазы зерна пшеницы. Материалы V съезда генетиков и селекционеров Украины. Киев. 1986. С.37–38
245. Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Парій Ф. М. Проліферація апікальної меристеми жита озимого в культурі *in vitro*. *Агробіологія*. Збірник наукових праць Білоцерківського НАУ. Біла Церква, 2011. № 5 (84). С. 41–45.
246. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Клонування рослинного матеріалу жита озимого в культурі *in vitro*. Матеріали I-ої Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 10-річчю від Дня утворення Українського Інституту експертизи сортів рослин *Стан і перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні*. Київ, 2012. С. 323–324.
247. Рябовол Я. С. Поиск самофертильных кандидатов в закрепили стерильности. *Вестник Воронежского ГАУ*. Воронеж, 2013. Вып. № 2(37). С. 66–69.
248. Рябовол Я. С. Створення батьківських компонентів жита для гетерозисної селекції: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Чабани, 2014. 189 с.
249. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Генетичні основи створення батьківських компонентів гібридів жита озимого: монографія. Умань: Візаві, 2017. 188 с.
250. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О., Заболотна І. Р., Діордієва І. П. Гібридна пшениця: проблеми, можливості, переваги перспективи.

- Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2014. Вип. № 86. С. 210–214.
251. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Гуменюк О. В. Використання інбридингу в селекції жита озимого. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Інноваційні агротехнології*. Умань, 2018. С. 109–110.
252. Рябовол Я. С. Донори самофертильності жита озимого. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Умань, 2012. Вип. № 81. С. 165–183.
253. Рябчун В. К., Кочуров Я. В., Леонов О. Ю., Цыганок Т. О. Коллекция пшеницы мягкой озимой национального генбанка Украины. Под ред. В. К. Рябчуна. НААН, Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева. Харьков, 2011. 8 с.
254. Рябчун В. К., Шатохин В. И. Селекция ярового тритикале. *Семеноводство*, 2010. С.15–17.
255. Рябчун В. К., Шатохин В. И., Мельник В. С., Капустина Т. Б., Лесничний В. А. Выращивание ярового тритикале для стабилизации производства зерна. *Руководство украинского хлебороба*. Харьков, 2010. С. 199–203.
256. Рябчун Н. І., Єльніков М. І., Звягін А. Ф. Спеціальна селекція та насінництво польових культур. Навчальний посібник. За ред. В. В. Кириченка Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН України, 2010. С. 138–167.
257. Сапегин А. А. Рентгеномутации как источники новых сортов сельскохозяйственных растений. *Природа*. 1934. № 9. С. 28–32.
258. Селекційне вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта. Диордиева І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Полторецька С. П., Коцюба С. П.: монографія. За ред. Л. О. Рябовол. Умань: Візаві, 2019. 214 с.
259. Сергеева Л. Е. Клеточная селекция с ионами тяжелых металлов для получения генотипов растений с комплексной устойчивостью к абиотическим стрессам: монография. Київ: Логос. 2013. 211 с.

260. Сергеева Т. А. Методика лабораторных испытаний гербицидов. Защита растений, 1963. № 2. С. 42–43.
261. Середа І. І. Особливості технології вирощування пшениці озимої по непарових попередниках в умовах Північного Степу України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2011. № 1. С. 101–106.
262. Сечняк Л. К., Сулима Ю. Г. Тритикале. Москва: Колос, 1984. 317 с.
263. Сидоренко О. И., Беденко В. П., Уразалиев Р. А. Фотосинтез гетерозисных гибридов озимой пшеницы. АН КазССР, Институт ботаники. Алма-Ата: Гылым, 1990. 155 с.
264. Сидоренко А. В., Снігир В. П., Міненко О. В. Екологічний фактор і якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської ДАА*. 2011. № 2. С. 45–47.
265. Сидоров В. А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. Киев: Наук. думка, 1990. 280 с.
266. Скорик В. В. Генетичне вдосконалення методів селекції озимого жита (*Secale cereale* L.): автореф. дис... д-ра. с.-г наук: спец. 06.01.05. Селекція рослин. Київ, 1994. 25 с.
267. Скорик В. В. Мінливість, успадкування і екологічна стабільність кількісних ознак імунних форм озимого жита та використання їх в селекції: дис...канд. с.-г. наук: 06.01.05 – селекція і насінництво. Чабани, 1998. 213 с.
268. Скорик В. В. Крупность зерна озимой ржи и эффективность селекции по этому показателю: дисс ... канд. с. – х. наук: 06.01.05. Київ, 1974. 154 с.
269. Скоромный В. Т. Анатомо-морфологические особенности листьев озимой пшеницы в связи с продуктивностью сортов различных экологических групп. Труды Харьковского СХИ. 1975. № 204. С. 39–47.
270. Смарагдов М. Г. Тотальная геномная селекция с помощью SNP как возможный ускоритель традиционной селекции. *Генетика*. 2009. Т. 45. С. 725–728.

271. Смирнов В. Г., Соснихина С. П. Генетика ржи. Ленинград: ЛГУ, 1984. 264 с.
272. Собко Т. А., Хохлов А. Н. Изучение селекционной ценности пшенично-ржаной транслокации 1AL/1RS сорта озимой мягкой пшеницы Amigo. Материалы Международной конференции *Агробиотехнологии растений и животных*. Киев. 2011. С. 71–72.
273. Созинов А. А. Генетические основы селекции на качество. Общая генетика: III съезд генетиков и селекционеров Украины, апрель 1976. Тезисы докладов. Ч. 1. Киев, 1976. С. 11–12.
274. Созинов А. А., Хохлов А. Н., Попереля Ф. А. Проблемы увеличения белковости зерна пшеницы. *Научные труды ВАСХНИЛ*: Проблема повышения качества зерна. Москва, 1977. С. 18–30.
275. Спеціальна селекція польових культур: Навчальний посібник. В. Д. Бугайов, С. П. Васильківський, В. А. Власенко та ін.; за ред. М. Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. 368 с.
276. Станков Н. З. Структура урожая злаков как метод изучения их в полевых и вегетационных условиях. *Селекция и семеноводство*. 1983. № 11. С. 33–37.
277. Старжицкий С. Биологическая основа моделирования сельскохозяйственных растений. Труды XIV Международного генетического конгресса, Москва. 1981. С. 434–439.
278. Стельмах А. Ф., Бондарь Г. П., Рыбалка А. И. К методике цитологического анализа анеуплоидов пшеницы. *Научно-технический бюллетень ВСГИ*. Одесса, 1975. Вып. 25. С. 24–31.
279. Стельмах А. Ф., Файт В. І. Історія досліджень з генетики рослин у Селекційно-генетичному інституті протягом 100 років. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2013. Т. 12. С. 351–355. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/feeo_2013_12_87.
280. Степаненко А. І. Розробка систем молекулярно-генетичних маркерів для детекції якісних ознак у пшениці та ячменю: автореф. дис.... канд. біол

- наук: спец. 03.00.20 – біотехнологія. Київ, 2015. 26 с.
281. Степанов К. М. Ржавчина зерновых культур. Ленинград: Колос, 1975. 72 с.
282. Строганова М. А., Коровин А. И., Полевой А.Н. Динамическая модель расходования запасов эндосперма семян зерновых культур в процессе прорастания и в период до появления всходов. *Сельскохозяйственная биология*. 1983. № 1. С. 126–135.
283. Терновська Т. К., Єфіменко Т. С., Антонюк М. З., Мартиненко В. С. Генетичний контроль морфологічних ознак колосу в інтрогресивних лініях пшениці. *Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології*. Київ: Логос, 2012. С. 175–180.
284. Тимофеев В. Б., Дудка Л. Ф, Ковтуненко В. Я. Отдаленная гибридизация в селекции озимой мягкой пшеницы. Пшеница и тритикале: Материалы научно-практической конференции *Зеленая революция П. П. Лукьяненко*. Краснодар: Сов. Кубань, 2001. С. 143–153.
285. Тимошенко О. В., Стариченко В. М., Голик Л. М., Крамар В. С. Аналіз показників якості зерна пшениці озимої м'якої за матрикальною різноякісністю. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2015. Вип. 87. Ч. 1. С. 97–105.
286. Тищенко В. Н., Чекалин Н. М., Баташова М. Е. Селекция и генетика тритикале: Методы создания сортов тритикале. Электронный ресурс: http://agromage.com/stat_id.php?id=462
287. Ткаченко О. В. Культура тканей in vitro короткостебельной мягкой и твердой пшеницы: автореф. дис.... канд. сельхоз. наук: 06.01.05. Саратовский ГУ. Саратов, 2001. 24 с.
288. Тооминг Х. Б. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 263 с.
289. Гороп А. А. Модель сорта озимой ржи для условий Центрально-Черноземной полосы России и исходный материал для её реализации. Каменная Степь. 1992. 48 е. Деп. во ВНИИТЭИ агропром. 19.05.1992.

- № 55. С. 92.
290. Тороп А. А., Чайкин В. В., Тороп Е. А. и др. Создание нового морфотипа озимой ржи. Доклады РАСХН. 2009. № 2. С. 3–5.
291. Тороп Е. А., Морфогенетические закономерности формирования продуктивности озимой ржи (*Secale cereale* L.): дис.... д-ра биол наук. 06.01.05 – селекция и семеноводство. Каменная Степь, 2011. 303 с.
292. Тороп Е. А., Тороп А. А. Взаимосвязи между элементами продуктивности озимой ржи и возможности использования их в селекции. *Вестник РАСХН*. 2011. № 1. С. 62–64.
293. Тороп Е. А., Казимагомедов М. С. Продуктивность и адаптивный потенциал новых морфотипов озимой ржи. Доклады РАСХН. 2007. № 3. С. 8–11.
294. Урбан Э. П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания. Минск, 2009. 269 с.
295. Урбан Э. П., Углик Р. А., Бирюкович Т. В. Рожь – не только хлеб. *Земляробства і ахова раслін*. 2004. № 4. С. 14–16.
296. Фадеева О. И., Колесников Ф. А., Чумаковский Н. Н. и др. К вопросу о физиологических критериях продуктивности озимой мягкой пшеницы. *Селекция и генетика пшеницы*. Краснодар, 1982. С. 250–260.
297. Фадеева Т. С., Гладышева Н. М. Исследование сопряжённой изменчивости количественных признаков у диплоидных форм озимой ржи и тетраплоидных аналогов методом факторного анализа. *Цитология и генетика*. 1981. Т. 15. № 1. С. 43–53.
298. Фесенко А. Н., Фесенко Н. Н. Влияние локуса Limited secondary branching (LSB) на развитие репродуктивной системы и продуктивность растений гречихи. Доклады РАСХН. 2006. № 3. С. 4–6.
299. Филипченко Ю. А. Генетика мягких пшениц [авт. предисл. акад. Н. Вавилов]. Изд. посмертное законченное Т. К. Лепиным. Москва: Ленсельхозгиз. 1934. 261 с.
300. Филипченко Ю. А. Генетика мягких пшениц. Москва: Наука, 1979.

311 с.

301. Филипченко Ю. А. Частная генетика. Ч. 1. Растения. Ленинград: Сеятель. Е. В. Высоцкого, 1927. 239 с.
302. Хаблак С. Г., Абдуллаева Я. А., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Роль аллельного и неаллельного взаимодействия генов в механизме возникновения гетерозиса. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ, 2019. Т. 24. С. 177–182.
303. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа. Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. Москва: Наука, 1978. С. 111–116.
304. Хангильдин В. В. Проблемы селекции на гомеостаз и вопросы теории селекционного процесса у растений. *Селекция, семеноводство и сортовая агротехника в Башкирии*. Уфа, 1984. С. 102–123.
305. Хвостова В. В. Современное состояние исследований по экспериментальному получению и практическому использованию мутаций у сельскохозяйственных растений. Генетические основы селекции растений. Москва: Наука, 1971. 224–259 с.
306. Хотылева Л. В. Тритикале: Создание и перспективы использования. *Наука и техника*. Минск, 1986. 215 с.
307. Худоенко В. І. Вирішення проблеми створення короткостеблих сортів озимого жита в Україні. Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва: тези допов. Міжнародна конференція до 90-річчя від заснування Ін-ту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. Харків, 1999. С. 113–114.
308. Цитогенетика пшеницы и её гибридов. Ред. П. М. Жуковский, В. В. Хвостова. Москва: Наука, 1971. 287 с.
309. Цитогенетические исследования анеуплоидов мягкой пшеницы. Ред. О. И. Майстренко, В. В. Хвостова. Новосибирск: ИЦиГ СО АН СССР, 1973. 198 с.
310. Частная селекция полевых культур. Под ред. Г. В. Гуляева. Москва:

Колос, 1975. 404 с.

311. Чевердина Г. В. Морфофизиологические особенности тетраплоидной ржи в связи с ее продуктивностью: автореф. дис... канд. биол. наук: 06.01.05. Немчиновка. 1996. 17 с.
312. Чекалін М. М., Тищенко В. М., Баташов М. Є. Селекція та генетика окремих культур: навчальний посібник. Полтава: ФОР Говоров С.В., 2008. 368 с.
313. Чумаков М. И., Моисеева Е. М. Технологии агробактериальной трансформации растений *in planta*. *Биотехнология*. 2012. № 1. С. 8–20.
314. Шевченко А. Н. Селекция на повышение качества зерна озимой пшеницы в процессе семеноводства. *Вестник сельскохозяйственной науки*. Москва: Агропромиздат, 1992. № 7–12. С. 41–49.
315. Шелепов В. В., Гаврилюк М. М., Чебаков М. П. та ін. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці. Миронівка, 2007. 405 с.
316. Шаманин В. П., Трущенко А. Ю. Общая селекция и сортоведение полевых культур. Омск: ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. 400 с.
317. Шамина З. Б. Генетическая изменчивость в популяциях соматических клеток растений в культуре: автореф. дисс.... д-ра биол. наук. Ленинград, 1988. 34 с.
318. Шевелуха В. С., Довнар В. С. Исследование фотосинтеза озимой пшеницы в условиях различной среды. *Сельскохозяйственная биология*. 1976. Т. 11. № 2. С.218–225.
319. Шелепов В. В. Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы. Мироновка, 2004. 525 с.
320. Шпичак О. М., Лупенко Ю. О., Присяжнюк М. В. Аналіз і прогноз кон'юнктури світових ринків продукції рослинництва. За ред. О. М. Шпичака. Київ: ННЦ ІАЕ, 2012. 516 с.
321. Шулиндин А. Ф. Синтез трёхвидовых пшенично-ржаных амфидиплоидов. *Генетика*. 1970. Т. 6. С. 23–35.
322. Шульгин И. А., Климов С. В., Ничипорович А. А. Об адаптации

- архитектоники растений к солнечной радиации. *Физиология растений*. 1975. Т. 22, Вып. 1. С. 40–48.
323. Шулындин А. Ф. Использование полиплоидии в селекции озимых зерновых культур. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1965. № 7. С. 122–129.
324. Шулындин А. Ф., Еганбердиев А. Скрещиваемость, плодовитость и особенности мейоза гибридов пшенично-ржаных амфидиплоидов с озимыми мягкими и твердыми пшеницами. В кн.: *Цитология и генетика*. Киев, 1965. С. 127–139.
325. Щербаков В. К. Генетические системы устойчивости растений. В кн.: *Генетические основы селекции на иммунитет*. Москва, 1973. С. 11–64.
326. Щербакова А. М., Семерихина С. Е. Отбор тетраплоидных форм тритикале в скрещиваниях гексаплоидных тритикале с диплоидной рожью. В кн. *Изменчивость и отбор*. Минск, 1980. С. 211–217.
327. Щипак Г. В., Матвиец В. Г., Рябчун Н. И., Щипак В. Г. Результаты селекции гексаплоидных тритикале на зимостойкость. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 13. № 1. С. 43–57.
328. Щипак Г. В., Недоступов Р. А., Щипак В. Г. Селекция озимой твердой пшеницы на повышение адаптивного потенциала и урожайность. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012. Т. 16. № 2. С. 455–463.
329. Щипак Г. В., Плотно Ю. В., Щипак В. Г. Хлебопекарные качества сортов озимого гексаплоидного тритикале. *Доклады РАСХН*. 2013. № 1. С. 3–7.
330. Щипак Г. В. Селекция сортов озимой твердой пшеницы и тритикале с повышенными адаптивными и урожайными свойствами. *Селекция полевых культур*. Сборник научных трудов. Харьков, 2008. С. 42–88.
331. Юрин П. В. Совершенствование структуры агроценоза один из эффективных путей повышения уровня и устойчивости урожая. *Научные труды МГУ. Факультет почвоведения*. Москва, 1977. № 7. С. 3–35.
332. Ясина М. Л. Изменчивость и наследование основных хозяйственно

ценных признаков у короткостебельной ржи в Северном Поволжье: автореф. дис.... канд. биол. наук. Ленинград, 1986. 18 с.

333. Abdel-Ghany H., Nawar A., Ibrahim M. et al. Using tissue culture to select for drought tolerance in bread wheat. *New Directions for a Diverse Planet: Proceedings of the 4th Intern. Crop Sci. Congr. Brisbane, Australia, 2004.* P. 345.
334. Ahmed K., Mesterhazy A., Bartok T., Sagi F. In vitro techniques for selecting wheat (*Triticum aestivum* L.) for Fusarium-resistance. II. Culture filtrate technique and inheritance of Fusarium-resistance in the somaclones. *Euphytica*. 1996. 91, № 3. P. 341–349.
335. Alberto do Nascimento Silvaa, Maria Lucrecia Gerosa Ramosa, Walter Quadros Ribeiro Júnior at al. Water stress alters physical and chemical quality in grains of common bean, triticale and wheat. *Agricultural Water Management*. 2020. P. 231.
336. Alexandratos N., Bruinsma J. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision, ESA Working Paper, FAO. Rome. Italy, 2012. P. 42.
337. Ammirato P.V. Embryogenesis. *Handbook of plant cell culture, V.I. Techniques for propagation and breeding* (Eds. D.A.Evans, W.R.Sharp, P.V.Ammirato, Y.Yamada). Macmillan, New York. 1983. P. 82–123.
338. Anna Fraś, Damian Gołębiewski, Kinga Gołębiewska and all: Triticale-oat bread as a new product rich in bioactive and nutrient components. *Journal of Cereal Science*. 2018. V. 82. P. 146–154.
339. Application of a high-throughput antibody-based assay identification of the granule-bound starch synthase Wx-B1b allele in Australian wheat lines. *Austr. J. Agricult. Res.* 2001. V. 52. P. 1417–1423.
340. Asana R. D., Williams R. F. The effect of temperature stress on grain development in wheat. *Austr. J. Agric. Res.* 1965. 16. P. 1–13.
341. Bajji M., Lutts S., Kinet J. Physiological changes after exposure to and recovery from polyethylene glycol induced water deficit in callus cultures issued from durum wheat (*Triticum durum*) cultivars differing in drought resistance. *J.Plant Physiol.* 2001. 153. P. 75–83.

342. Bechtold N., Pelletier G. In planta *Agrobacterium*-mediated transformation of adult *Arabidopsis*. 1998. P. 266.
343. Biffen R. H. On the inheritance of «strength» in wheats. *J. Agricultural Science*. 1908. V. 3. P. 109–128.
344. Borlaug N. E. & Dowsell C. R. Prospects for world agriculture in the twenty-first century. Sustainable agriculture and the international rice-wheat system [Eds. R. La, P.R. Hobbs, N. Uphoff, D.O. Hansen]. Madison: Marcel Dekker Inc., 2004. P.3–18.
345. Borlaug N. E. Ending world hunger: The promise of biotechnology and the threat of antiscience zealotry. *Plant Physiology*. 2000. V. 124. P. 487–490.
346. Borlaug N. E. Sixty-two years of fighting hunger: personal recollections. *Euphytica*. 2007. V. 157, № 3. P. 287–297.
347. Bozorgipour R., Snape J. An assessment of somaclonal variation as a breeding tool for generating herbicide tolerant genotypes in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ibid.* 1997. 94, № 3. P. 335–340.
348. Burdenyuk-Tarasevych L. A. Results of Utilization of Chernobyl Radio Mutant in Breeding Programms of *Triticum aestivum* L. Induced Plant mutations in the genomics Era joint FAO / JAEA Programme nuclear Technigues in Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome, 2009. P. 80–82.
349. Caballero L., Pena R. J., Martin L. M. Characterization of Mexican Creole wheat landraces in relation to morphological characteristics and HMW glutenin subunit composition. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2010. V. 57. P. 657–665.
350. Capouchova J., Petr J., Skerik J. Zvlastnosti tvorby vynosy hybridnih odzud zita. *Postl. Vyroba*, 1998. № 1. S. 31–38.
351. Cavagnaro et al.: Microsatellite isolation and marker development in carrot – genomic distribution, linkage mapping, genetic diversity analysis and marker transferability across Apiaceae. *BMC Genomics*. 2011. P. 386.
352. Cheng M., Fry J., Pang S., Zhou H., Horinaka C., Duncan D., Conner T., Wan Y. Genetic transformation of wheat mediated by *Agrobacterium tumefaciens*.

- Plant Physiol.* 1997. 115. P. 971–980.
353. Chinoy G. G. Physiologie of drought resistance in wheat. Drought coefficients in relation to drought intensity. *Phyton*. 1962. V. 19. № 1. P. 36–42.
354. Chu C. C., Wang C. S., Sun C. S., Jin K. C., Chu C. J., Bi F. J. Establishment of an efficient medium for anther culture of rice through comparative experiments on the nitrogen sources. *Sci. Sinica*. 1975. V. 8. P. 659–668.
355. Crino P., Upadhyay R.K., Mukerji K.G. (eds). Culture filtrate as selective agent of resistance to phytopathogenic fungi. *Toxins in Plant Disease Development and Evolving Biotechnology*. Enfield, New Hampshire: Sci. Publ. Inc., 1997. P. 183–208.
356. Cristina Cantale, Francesco Petrazzuolo, Angelo Correnti at all. Triticale for Bioenergy Production. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. V. 8. 2016. P. 609–616.
357. Curtis I. S., Nam H. G. Transgenic radish (*Raphanus sativus* L. *Lomgipinnatus* Bailey) by floral-dip method – plant development and surfactant are important in optimizing transformation efficiency. *Transgenic Research*. 2001. 10. P. 363–371.
358. De Pauw R., O'Brien L. Wheat Breeding: Exploiting and Fixing Genetic Variation by Selection and Evaluation. Reference Module in Food Science. 2016 Pages 58–67.
359. Dekkers., J. C. M. 2004. Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons. *J. Anim. Sci.* 82. P. 313–328.
360. Dill P. Zur züchterischen Verbesserung der Kornmasse bei Winterroggen (*Seeale cereale* L.). *Arch. Züchtungsforsch.* 1983. B. 13. № 3. S. 157–168.
361. Dill P. Zur züchterischen Verbesserung der Kornmasse bei Winterroggen (*Seeale cereale* L.) Ergebnisse von Drillprüfungen. *Arch. Züchtungsforsch.* 1990. B. 20. № 5. S. 329–337.
362. Excoffier L., Laval G., Schneider S. An integrated software package for population genetics data analysis. *Evol Bioinformatics Online*, 2005. P. 47–50.

363. Fan Zhu. Triticale: Nutritional composition and food uses. *Food Chemistry*. V. 241, 2018. P 468–479.
364. Ferris R., Ellis R.H., Wheeler T.R., Hadley P. Effect of High Temperature Stress at Anthesis on Grain Yield and Biomass of Field-grown Crops of Wheat. *Annals of Botany*. 1998. V. 82. P. 631–639.
365. Filippo M. Bassia, Alison R. Bentleyb, Gilles Charmet at al. Breeding schemes for the implementation of genomic selection in wheat (*Triticum* spp.). *Plant Science*. V. 242. 2016. P. 23–36.
366. Furman B. J. Triticale. Reference Module in Food Science. 2016. P. 120–128.
367. Gabay-Laughnan S. Newton K. J. (2012) Plant mitochondrial mutations. In: Bock, R. and V. Knoop (eds.). *Genomics of Chloroplast and Mitochondria*. Springer. P. 267–291.
368. Gao L, Tang J, Li H, Jia J: Analysis of microsatellites in major crops assessed by computational and experimental approaches. *Mol Breeding*. 2003. P. 245–261.
369. Gleba Y. Y., Evans D. A. Hybridization of somatic plant cells: genetic analysis. *Genetic engineering: principles and methods*. New York; London: Plenum press, 1984. P. 175–210.
370. Graybosch R. A., Peterson C. J., Hansen L. E., Worrall D., Shelton D. R., Lukaszewski A. J., Singh N. K., Shepherd K. W., McIntosh R. A. Linkage mapping of genes for resistance to leaf, steam and stripe rust and secalins on the chort arm of rye chromosome 1R. *Theor. Appl. Genet*. 1990. V. 80. P. 609–616.
371. Gupta P. K., Tyagi I. C., Bahl J. R. Chromosome pairing and chiaema formation in hybrids (ABRR) derived from Triticale x rye crosses. *Wheat. Inform. Serv*. 1980. № 51. P. 4–6.
372. Hu H., Tan X., Zhou Q. Anthers – Pollen Culture in Cereals. *Proceed of Intern Symposium*. Albena, Bulgaria. 1990. P. 129–132.
373. H. X. Zhao, Li Z. J., Hu S. W., Sun G. L., Chang J. J., Zhang Z. H. Identification of cytoplasm types in rapeseed (*Brassica napus* L.) accessions

- by a multiplex PCR assay. *Theor Appl Genet.* 2010. P. 643–650.
374. Hablak Sergei, Riabovol Iaroslav Somatic heterosis signs root system in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering. J Psychol Clin Psychiatry.* 2018. № 5 (3). P. 171–174. DOI: 10.15406/jabb.2018.05.00134.
375. Hailu F., Johansson E., Merker. A. Patterns of phenotypic diversity for phonologic and qualitative trails in Ethiopian tetraploid wheat germplasm. *Genetic Resources and Crop Evolution.* 2010. V. 57. P. 781–790.
376. Hiroshi Yamagishi, Shripad R., Cytoplasmic male sterility in Brassicaceae crops. *Breeding Science,* 2014. P. 38–47.
377. Hratylo O. D., Buhaiov V. D., Shcherbyna L. P., Smienov V. F., Smienova H. S., Petrychuk L. I. Assessment of feed productivity of varieties and collection variety samples of drought resistant species of perennial grasses under conditions of dry farming of the south of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo [Feeds and Feed Production].* 2012. P. 21–29.
378. Hsu C.S. Inheritance of protein content and sedimentation value in diallele crosses of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genet. Cytol.* 1969. II. P. 967–976.
379. Hsu P., Walton P. D. Relationships between yield and ist components and structures above the flag leaf node in spring wheat. *Group Science.* 1971. V. 11. № 2. P. 190–193.
380. Ikeda T. M. Terachi T., Tsunewaki K. Variations in chloroplast proteins and nucleotide sequences of three chloroplast genes in *Triticum* and *Aegilops*. *Japanese Journal of Genetics.* 1992. V. 67. № 2. P. 111–122.
381. Jain A., Bhatia S., Banga S. S., Prakash S., Lakshmikumaran M. Potential use of random amplified polymorphic DNA (RAPD) to study the genetic diversity in Indian mustard (*Brassica juncea* (L) Czern and Coss) and its relationship with heterosis. *Theor. Appl. Genet.* 1994. P. 116–122.
382. Jame Y. M., Cutforth H. W., Ritchie J. T. 1999. Temperature response function for leaf appearance rate in wheat and corn. *Canadian Journal of*

- Plant Science*. 1999. V. 79. P. 1–10.
383. Janeja H.S., Banga S.S., Lakshmikumaran M. Identification of AFLP markers linked to fertility restorer genes for *tournefortii* cytoplasmic male-sterility system in *Brassica napus*. *Theor. Appl. Genet.* 2003. P. 148–154.
384. Johnson V. A. Breeding for yield and protein content in hard winter wheat. *Cereal Foods World*. 1978. V. 23. № 2. P. 84–86.
385. Johnson V. A., Mattern P. J., Kuhr S. L. Genetic improvement of wheats protein. Intern. Symp. Seed Protein Improvements in Cereals and Grain Legumes. Vienna: IAEA, 1978. P. 165–181.
386. Jones H., Wilkinson M., Doherry A., Wu H. High throughput *Agrobacterium* transformation of wheat: a tool for functional genomics. In: Wheat production in stressed environments. Proceedings of the 7th International Wheat Conference, 27 November – 2 December 2005, Mar Del Plata, Argentina, H. T. Buck, J. E. Nisi & N. Salomon. (Ed.). 2007. P. 693–699.
387. Julia Nutter, Amelia I. Saiz, Miriam O. Iurlina. Microstructural and conformational changes of gluten proteins in wheat-rye sourdough. *Journal of Cereal Science*. 2019. V. 87. P. 91–97.
388. Just B. J., Santos C. F., Fonseca M. N., Boiteux L. S., Oloizia B. B., Simon P. W. Carotenoid biosynthesis structural genes in carrot (*Daucus carota*): isolation, sequence-characterization, single nucleotide polymorphism (SNP) markers and genome mapping. *Theor Appl Genet.* 2007. P. 693–704.
389. Khalil I. H., Carver B. F., Krenzer E. G. Genetic trends in winter wheat grain quality with dual-purpose and grain-only management systems. *Crop Science*. 2002. V. 42. P. 1112–1116.
390. Khlestkina E. K., Roder M. S., Borner A. Mapping genes controlling anthocyanin pigmentation on the glume and pericarp in tetraploid wheat (*Triticum durum* L.). *Euphytica*. 2010. V. 171. P. 65–69.
391. Kiss A. Neue Richtung in der Triticale Zuchtung. *Pflanzenzuchtg.* 1966. № 55. P. 309–329.
392. Kobylansky V. D., Solodukhina O. V. The role of the Vavilov institute of plant industry of plant industry in the initiation and development of new

- trends in winter rye breeding in Russia. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2015. 176 (1). P. 5–19.
393. Kobylyansky V. D., Babuzhina D. I. Photosynthesis of different plant organs in short stem rye. V. f. Pflanzenzüchtung. 2007. H. 71. P. 62–65.
394. Krolow K. D. 4x triticale, production and use in triticale breeding. Proc. 4th Internat. Wheat Genet. Symp. Columbia, Missouri, USA, 1973. P. 237–243.
395. Krolow K. D. Selection of 4n triticale from the cross 6n triticale x 2n rye. В кн: Тритикале. Изучение и селекция. Материалы Международного симпозиума. Ленинград, 1975. С. 114–121.
396. Krzysztof Buksa, Anna Łakomy, Anna Nowotna, Magdalena Krystyan: Arabinoxylan-starch-protein interactions in specially modified rye dough during a simulated fermentation process. Food Chemistry, July 2018. V. 253. P. 156–163.
397. Krzysztof Buksa, Magdalena Krystyan. Arabinoxylan-starch-protein interactions in specially modified rye dough during a simulated baking process. Food Chemistry. 2019. V. 287. P. 176–185.
398. Kumlehn J., Hensel G. Genetic transformation technology in the triticale. *Breeding Science*. 2009. 59. P. 553–560.
399. Kuo C. S., Lu Wenliang, Kui J. L. Corn (*Zea mays* L.): Production of Pure Lines Through Anther Culture. Biotechnology in Agriculture and Forestry 2. Crops 1. Springer-Verlag, Berlin. 1986. P. 168–180.
400. Li-xin Wang, Jun Qui, Li-fang Chang, Li-hua Liu, Hong-bo Li, Bin-shuang Pang, Chang-ping Zhao: Assessment of wheat variety distinctness using SSR markers. *Journal of Integrative Agriculture*. 2015. V. 14. I. 10. P. 1923–1935.
401. McInnis A. The Wheat that Won the West: The Impact of Marquis Wheat Development. Winning the Prairie Gamble: The Saskatchewan Story. 2004. 11 p.
402. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Devos K. M., Dubcovsky J., Rogers W.J., Appels R. Catalogue of gene symbols for wheat. Proc. of the 10th Intern. Wheat Genet. Symp. Paestum. Italy, 2003. P. 1–6.

403. McIntosh R.A., Hart G., Gale M. Catalogue of gene symbols for wheat. Proc. of the 8th Intern. Wheat Genet. Symp. Beijing, China, 1993. P. 1333–1500.
404. Meisfer G. K. Natural hybridization in wheat and Rye in Russia. *Hereb.* 1921. № 12. P. 467–470.
405. Mergoum M., Singh P. K., Pena R. J., Lozano del Rio A. J., et al. Triticale: A «New» crop with Old Challenges. *Cereals.* New York: Springer, 2009. P. 1–21.
406. Ogihara Y., Tsunewaki K. Diversity and evolution of chloroplast DNA in *Triticum* and *Aegilops* as revealed by restriction fragment analysis. *Theor. Appl. Genet.* 1988. V. 76. № 3. P. 321–332.
407. Opabode J. T. *Agrobacterium*-mediated transformation of plants: emerging factors that influence efficiency. *Biotechnology and Molecular Biology Review.* 2006. 1. P. 12–20.
408. Osmana A.M., Almekindersb C.J.M., Struikc P.C., Lammerts van Bueren E.T. Adapting spring wheat breeding to the needs of the organic sector. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences.* Volume 76, 2016. Pages 55–63.
409. Pejin, D., Mojović, L. J., Vučurović, V., Pejin, J., Denčić, S., & Rakin, M. (2009). Fermentation of wheat and triticale hydrolysates: A comparative study. *Fuel*, 88(9), 1625–1628.
410. Peters N. A., Ackemian S., Davis E. A. Modular vector for *Agrobacterium*-mediated transformation of wheat. *Plant Molecular Biology Reporter.* 1999. 17. P. 323–331.
411. Plarre W. Breeding methodology for rye with resistance to sprouting. *Cereal Research Communications.* 1980. V. 8. № 1. P. 265–274.
412. Ponomarev S. Photosynthetic potential of varietal populations of winter rye. *V. für Pflanzenzüchtung.* 2007. № 71. P. 34–39.
413. Randhawa, H. S., Bona, L., & Graf, R. J. Triticale breeding – progress and prospect. In *Triticale.* Springer, Cham. 2015. P. 15–32.
414. Reichel A. Untersuchungen zur Einkreuzung von Roggenausgangsmaterial mit horizontaler Resistenz gegen Braunrost in Zuchtstämme. *Wiss. Beitr. M. – Luther-Univ. Halle-Wittenberg.* 1982. № 33/2. S. 470–474.

415. Rimpau W. Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Kulturpflanzen – zen. Landwirtschaftl. Jahrb. 1891. № 20. P. 335–371.
416. Rogalska S. Effectiveness of crossing octoploid wheat-rye with di- and tetraploid rye and hybrids of *S.montanum* x *S.cereale*. *Genetica Polonica*. 1974. V. 15. № 4. P.423–427.
417. Rohayu Ma'arupabc, Richard M.Trethowana, Nizam U.Ahmed et al. Emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank) improves water use efficiency and yield of hexaploid bread wheat. *Plant Science*. Available online, 20 August 2019. P. 110.
418. Rossana V. C. Cardoso, Ângela Fernandes, Sandrina A. Heleno and all: Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. *Food Chemistry*. May 2019. Volume 280. P. 123–129.
419. Sanchez–Monge E. Development of triticale in Western Europe. *Proc. Intern. Symp. El batan, Mexico, 1974*. P. 31–39.
420. Sigurbjornsson E. Application of in vitro mutation techniques for crop improvement. *Euphytica*. 1995. 85. P. 303–315.
421. Singh N.K., Shepherd K.W., McIntosh R.A. Linkage mapping of genes for resistance to leaf, stem and stripe rust and secalins on the short arm of rye chromosome 1R. *Theor. Appl. Genet*. 1990. 80. P. 609–616.
422. Stahl W., Rasch D., Siler R., Vahal J. *Populationsgenetik für Tierzüchter*. Berlin/Prag. 1969. P. 21.
423. Stakman E. C., Levine M. N. The determination of biologic forms of *Puccinia graminis* on *Triticum speltum*. *Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.*, 1922. 8. P. 3–8.
424. Stoyanov H., Baychev V. Research on the variability in triticale (x triticosecale wittm.) crosses as a source of genetic diversity. Youth Scientific Conference “Kliment’s Days”. Sofia, 2016. V. 102. № 4. P. 105–126.
425. Stuke E. Untersuchungen über die Züchtung von Weizen mit geringer Backfähigkeit (I) Die züchterische Bedeutung von einzelnen Komponenten der Backfähigkeit. (II) Über die Genetik einzelner Komponenten und die

- Bearbeitung des Zuchtmaterials. Z. Pflanzensuch. 1962. B. 47. P. 217–253 (I); 297–329(II).
426. Sunderland N., Dunwell J. M. Anther and pollen culture. Ed. Street H. E. Plant tissue and cell culture. Blackwell, Oxford. 1977. P. 223–265.
427. Tan B. H., Luig N. H., Watson I. A. Genetic analysis of stem rust resistance in *Secale cereale*. I. Genes for resistance to *Puccinia graminis* f. sp. *Secalis*. Z. Pflanzenzucht. 1976. 76. № 2. S. 121–132.
428. Tan B. H., Luig N. H., Watson I. A. Genetic analysis of stem rust resistance in *Secale cereale*. II. Genes for resistance to *Puccinia graminis* f. sp. *Tritici*. Z. Pflanzenzucht. 1977. 79. № 4. S. 299–309.
429. Tilley M., Chen Y.R., Miller R.A. Wheat breeding and quality evaluation in the US. Breadmaking (Second edition). Improving Quality. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 2012. P 216–236.
430. Tsunoda S. Photosynthetic strategy in rice and wheat. 11th Int. Congr. Genet. Plenary symp. ses. New Delhi, 1983. P. 172–173.
431. Wang W., Shang X., Yücel M., Nguyen H. Selection of cultured wheat cells for tolerance to high temperature stress. Crop. Sci. 1993. 33. P. 315–320.
432. Weightman R. M., Kindred D. R., Clarke S. Cereals for bioethanol: quantifying the alcohol yield of UK hard wheats and the grain yields and N requirements of triticale in the second cereal position. HGCA Project Report. 2011. 478 p.
433. Wilson A. S. On wheat and rye hybrids. Trans. Proc. Bot. Soc. Edinburgh 1876. № 12. P. 286–288.
434. Wilson D. Development of better selection criteria. Efficiency in plant breeding. Wageningen, 1984. P. 117–129.
435. Woo Joo Jung, Yong Weon S. Identification of novel C-repeat binding factor (CBF) genes in rye (*Secale cereale* L.) and expression studies. Journals & Books. Volume 684. 2019. P. 82–94. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2018.10.055>.
436. ZhiyuFeng and all. Characterization of a new hexaploid triticale 6D (6A)

substitution line with increased grain weight and decreased spikelet number.

The crop journal, 2019. P 2–12.

437. Zhuchenko A. A. Mobilizatsiya geneticheskikh resursov tsvetkovykh rasteniy na osnove ikh identifikatsii i sistematizatsii [Mobilization of the genetic resources of flowering plants based on their identification and classification]. Moscow: 2012. P. 43–48.
438. Zwatz B. Starker Braunrostbefall an Weizen und Roggen. Pflanzenarzt. 1977. № 30. S. 108–109.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили впродовж 2014–2020 рр. на дослідних ділянках та в лабораторії біотехнології Уманського НУС.

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Експериментальну частину роботи виконано на дослідному полі Уманського НУС, розташованому в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції України з географічними координатами за Гринвічем $48^{\circ} 46'56,47''$ північної широти і $30^{\circ} 14'48,51''$ східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Рельєф поля – вирівняне плато водорозділу з пологими ($1-2^{\circ}$) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Глибина залягання підземних вод 22–24 м [23].

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий малогумусний на лесі. Він відносно однорідного гранулометричного складу за профілем, і характеризується вилуженістю його від легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів, значним накопиченням елементів живлення в гумусовому горизонті. Вміст гумусу в орному шарі становить 3,2–3,4 %, ступінь насиченості основами в межах 90–93 %, реакція ґрунтового розчину середньо-кисла ($\text{pH}_{\text{KCl}} 5,7$), гідролітична кислотність – 1,9–2,3 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору і калію (за ДСТУ 4115–2002) – 125–150 мг/кг [22].

За своїми ознаками і властивостями цей ґрунт посідає проміжне місце між темно-сірим лісовим і чорноземом типовим. У межах Лісостепу України він займає площу 2,0 млн га, зокрема, орних земель – 1,75 млн га. Як і в

інших регіонах країни, розташований не суцільною смугою, а розкиданий окремими масивами у верхній частині вододілів та на пологих схилах.

Глибина гумусного горизонту змінюється від 60 до 110 см. Вміст гумусу на природних угіддях 4,0–8,0 %, в освоєних – 2,8–5,5 %. У складі гумусу переважають гумінові кислоти. Ці ґрунти займають 18 % загальної площі зони Лісостепу України та найпоширеніші у Правобережній його частині.

Агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого на лесах Уманського агроґрунтового району представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика чорноземів опідзолених на лесах Уманського агроґрунтового району

Показник	Генетичні горизонти				
	HE	HE	Hpi	Pік	Pк
Глибина відбирання зразків, см	10–20	30–40	60–70	90–100	120–130
pH сольове	5,7	5,8	6,0	6,5	6,9
Гідролітична кислотність, смоль/кг ґрунту	2,46	2,15	1,35	0,85	0,40
Сума увібраних основ, смоль/кг ґрунту	24,6	24,3	26,4	29,1	30,6
Ступінь насичення основами, %	90,9	91,8	95,1	97,1	98,7
Загальний вміст гумусу, %	3,42	2,64	2,15	1,25	0,72
Нітрифікаційна здатність, мг NO ₃ на 1 кг ґрунту	9,10	8,50	6,40	3,15	2,10
Вміст рухомого P ₂ O ₅ , мг/кг ґрунту за Чиріковим	125	98,4	76,4	72,3	43,5
Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту	146	152	139	116	94

Згідно даних метеостанції Умань за кількістю опадів регіон характеризується нестійким зволоженням і періодичними посухами (2–3 роки, а в окремі періоди, 3–5 років за десятиліття посушливі) та відноситься до підзони нестійкого зволоження. Середньорічна кількість опадів складає 633 мм, проте в окремі роки фіксуються значні відхилення. Розподіл опадів

упродовж року – нерівномірний. Найбільша їх кількість (близько 70 %) випадає в теплий період (квітень–жовтень).

Клімат регіону помірно континентальний. Безморозний період триває 160–170 діб. На початку жовтня спостерігаються перші осінні приморозки. Період з середньодобовою сумою температур, що перевищують 10 °С, триває 140–160 діб, а з температурою понад 5 °С – 225 діб.

Поверхневі стоки талих вод рідко бувають значними, що сприяє вбиранню і накопиченню запасів вологи в ґрунті у весняний період.

За переходу середньодобової температури повітря через 15 °С починається літо. Цей період характеризується високими температурами з середнім показником 19 °С та змінами в окремі роки від 17 до 22 °С. Переважаючі західні вітри приносять значну кількість опадів, що сприяє оптимальній вегетації. В окремі роки бувають літні посухи, з тривалим і значним дефіцитом опадів та підвищеною температурою повітря.

Осінь тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури через 10 °С фіксують у середині жовтня. У цей період спостерігається хмарна і дощова погода, відмічаються перші приморозки. Для пізньої осені властива мінлива температура з періодичним випаданням дощу і снігу.

Зима переважно м'яка, з відлигами і хмарною погодою. Найхолодніший місяць – січень. Кращому засвоєнню зимових опадів сприяє періодичне розмерзання ґрунту. У період відлиг температура може підвищуватися до + 9–12 °С, що супроводжується утворенням крижаної кірки [20].

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

У роки досліджень погодні умови за вегетаційний період були не зовсім сприятливими для росту і розвитку сільськогосподарських культур, хоча окремі періоди вирізнялись оптимальним температурним режимом і

кількістю опадів. Такі умови дали можливість встановити вплив досліджуваних чинників на ріст, розвиток і формування врожаю зернових хлібних культур (табл. 2.2 і 2.3).

Таблиця 2.2

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

Сільсько-господарський рік	М і с я ц ь												Сума
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
Середньо-багаторічна	59	43	33	43	48	47	44	39	48	55	87	87	633
2013–2014	54	89	5	37	6	49	5	16	100	125	73	52	611
2014–2015	16	83	36	30	23	38	20	55	69	40	114	48	571
2015–2016	17	38	23	47	8	74	60	27	32	114	74	16	530
2016–2017	28	7	87	49	33	22	39	26	53	46	41	59	490
2017–2018	30	39	54	38	102	58	44	66	18	18	82	93	681
2018–2019	3	105	14	50	51	55	24	16	22	36	70	34	480

Погодні умови осені 2013 року сприяли одержанню дружних сходів озимих зернових культур. Оптимальне зволоження ґрунту стимулювало швидке проростання насіння, а повернення з другої декади жовтня аномально теплої погоди виявилось корисним для покращення стану рослин пшениці озимої. З середини жовтня до першої декади січня повільний розвиток озимини продовжувався лише за рахунок денних температур вище + 5 °С.

Зима 2013–2014 рр. відзначилася значними аномаліями температури повітря. Так, для першої її половини була характерна не по сезону тепла погода з переважно позитивним температурним фоном, друга – вирізнялась періодом надхолодної погоди, особливо у січні. Проте перезимівля озимини відбувалася за задовільних умов. Загрозливих для рослин явищ не спостерігалось.

За аналізом весняного обстеження посівів пшениці озимої у другій декаді березня, рослини знаходились у фазі кущіння. Стан посівів був задовільним.

**Середня температура повітря за період проведення досліджень
(за даними метеостанції Умань), °С**

Сільсько- господар- ський рік	Місяць												Середня за рік
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
Середньо- багаторічна	18,5	13,6	7,7	1,9	-2,3	-5,6	-4,7	-0,3	7,2	14,4	17,9	19,2	7,3
2013–2014	19,8	12,3	9,0	6,5	-0,9	-3,9	-1,9	6,6	9,7	16,1	17,5	21,5	9,4
2014–2015	20,8	14,8	6,4	1,8	-2,0	-1,4	-1,1	4,1	8,7	15,6	19,3	21,3	9,0
2015–2016	21,2	17,7	6,9	4,6	1,7	-5,6	2,4	4,5	12,3	14,7	20,1	21,6	10,2
2016–2017	20,7	15,7	6,5	1,7	-1,9	-5,2	-2,8	5,9	9,7	14,8	20,0	20,6	8,8
2017–2018	22,1	16,5	8,7	8,7	3,4	2,1	-3	-3,6	-1,5	13,5	17,9	20,2	9,1
2018–2019	22,1	15,8	10,1	0,2	-2,0	-4,7	0,5	4,5	9,6	17,0	23,4	20,0	9,7

Однак, негативним чинником для формування майбутнього врожаю залишався дефіцит вологи, який тривав понад п'ять місяців та поєднався у березні зі значними перепадами температури повітря вдень – плюс 11–21°C, вночі – мінус 1–4 °С та сильними заморозками у першій декаді квітня. Їх інтенсивність у повітрі та на поверхні ґрунту становила 5 °С морозу. За таких погодних умов рослини озимини сповільнювали ріс і розвиток, а стеблостій формувалася низьким.

Незважаючи на нестабільність погоди, за рахунок раннього відновлення вегетації, фазовий розвиток озимих колосових культур відбувався з істотним випередженням середніх строків. Ситуація почала покращуватися з другої декади квітня, коли повернулася тепла погода та пройшли короткочасні дощі, що припинили посушливий період.

Весняно-літній період вегетації озимих культур пройшов в умовах надмірної кількості опадів. За квітень–червень 2014 року випало на 108 мм більше порівняно з середньобагаторічними показниками. У результаті таких умов формувалася значна вегетативна маса, рослини вилягали й уражувались хворобами.

Збирання врожаю проходило за умов нестійкої погоди. Дощі, в окремі дні – сильні та зливові, ускладнювали проведення жнив і негативно впливали на якість зерна, що призводило до «стікання» зерна та погіршення його якості.

Вересень 2014 року видався теплим. Середня температура повітря за місяць становила 14,7–15,4 °С, що на 1,2 °С вище кліматичної норми. Максимальна температура повітря на початку місяця підвищувалась до 29–30 °С. Надалі вона поступово знижувалась, і в другій половині місяця була нижчою + 15 °С. Загальна сума опадів склала 83 мм.

Жовтень видався прохолодним, надзвичайно сонячним, із частими інтенсивними і тривалими заморозками та деяким дефіцитом опадів. Кінець місяця відзначився зимовими ознаками погоди: від'ємною середньодобовою температурою повітря, стійкими нічними морозами, а в ранкові години – промерзлим ґрунтом. Середньомісячна температура повітря складала 6,4 °С, що на 1,3 °С нижче кліматичної норми. Низькі температури листопада не сприяли інтенсивному вкоріненню рослин, внаслідок чого вони на час припинення вегетації були ослабленими. Зимовий період пройшов без аномальних явищ, тому озимі колосові культури перезимували задовільно.

Весна 2015 року видалась ранньою, затяжною, в цілому теплою. Кількість опадів за весняний період була меншою на 77 мм порівняно з 2013–2014 р., проте на 22 мм більшою порівняно з середньобагаторічним показником. За рахунок частих «хвиль» холоду, період відновлення вегетації–колосіння був на 2–3 тижні довшим звичайного, що позитивно позначилося на формуванні врожаю. Умови для вегетації та наливу зерна в червні були мінливими. Перша половина червня місяця, коли фіксували фазу цвітіння, була сухою та теплою, а друга – холодною, із нерівномірними сильними дощами. Місячна кількість опадів становила 114 мм. Липень і серпень видалися спекотними і сухими, що дало змогу швидко провести збір урожаю.

Восени 2015 року створились малосприятливі умови одержання дружних сходів. Причина – недостатня кількість опадів у серпні–вересні. Як

наслідок, сходи з'явилися із запізненням і були зріджені та кволі. І лише за рахунок тому, що листопад–грудень були теплими, стан посівів на полях поступово покращився.

Перезимівля озимини відбувалась цілком задовільно. Агрометеорологічних зимових передумов для масової загибелі посівів не виникало. У періоди найхолоднішої погоди (I та III декади січня), мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см нижче мінус 6–10 °С морозу не опускалася і була значно вищою від критичної температури вимерзання.

Ранній розвиток і повільний хід весняних процесів у 2016 році та достатня кількість дощів були сприятливими для посівів озимих культур. Подальший ріст і розвиток рослин проходив за умов поступового наростання тепла та достатніх запасів вологи в ґрунті. Така погода весни стримувала активні вегетаційні процеси та сприяла формуванню кореневої системи і додаткових генеративних стебел у озимих колосових. Проте, за рахунок раннього початку вегетації та загалом підвищеного температурного фону в березні–квітні, фазовий розвиток рослин відбувався із випередженням звичайних строків. Так, нижній вузол соломини сформувався у другій половині квітня, що переважно на 1–2 тижні раніше середніх багаторічних строків.

Колосіння озимих хлібних культур фіксували у другій декаді травня, що на 1–2 тижні раніше звичайного. Стан посівів був задовільним. Поряд з цим, надмірні дощі та зволоження ґрунту в період формування та наливу зерна у травні–червні негативно впливали на якість зерна. Надлишок вологи у повітрі та ґрунті сприяв розвитку грибкових хвороб, розповсюдженню бур'янів і шкідників у посівах.

Зволоження ґрунту в період інтенсивного росту стебел і колосіння було достатнім. Умови для формування та наливу зерна з початку червня склалися близькими до оптимальних, що забезпечувалось оптимальним тепло- та вологозабезпеченням. Спекотна погода з температурою повітря плюс 30–33 °С, що переважала в третій декаді червня, за утримання

достатніх запасів вологи в ґрунті та відсутності суховіїв, на стан посівів і майбутній врожай негативно не впливала.

Через дефіцит вологи агрометеорологічні умови осені 2016 року були несприятливими для сівби озимих культур в оптимальні строки. Достатнє вологозабезпечення фіксували впродовж першої декади жовтня.

Стан рослин після виходу із зими був задовільним. Березень вирізнявся стійким підвищенням температури, для квітня і травня були характерні інтенсивні затоки холоду, що відтермінували період переходу середньодобової температури повітря через плюс 10 і 15 °С. Проте, негативним чинником для майбутнього врожаю залишався дефіцит вологи, хоча її продуктивні запаси в ґрунті були достатніми.

Подальший ріст і розвиток рослин у другій половині квітня–травня проходив за умов нестійкого наростання тепла та відсутності дощів. За рахунок помірного температурного фону травня посушливих явищ не спостерігали. Однак, станом на 20 травня зменшення запасів продуктивної вологи до 50 мм і нижче свідчило про початок ґрунтової посухи, що призвело до погіршення загального стану посівів (пожовтіння та засихання листків і стебел рослин).

Умови для формування та наливу зерна в червні були малосприятливими. Поширювалась ґрунтова посуха. Проте, за рахунок періодичним похолоданням і дощам, загальний стан посівів оцінювався як задовільний. На початку липня почали фіксувати повну стиглість зерна озимих хлібних культур.

Середня температура повітря за червень–серпень, відповідно, складала 20,0, 20,6 та 22,1 °С, що на 2,4; 1,6 та 3,9 °С вище типової для зони норми. Особливістю літа була середньомісячна температура серпня, що виявилася вищою температури липня.

Атмосферні опади літнього сезону мали зливовий характер. У червні їхня кількість складала всього 41 мм, що було меншим на 46 мм за кліматичну норму, а в липні та серпні їх фіксували, відповідно, на 27,8 і 29,1 мм менше середньобагаторічних показників.

Вересень 2017 року видався достатньо теплим – з температурою 16,5 °С, що на 2,9 °С перевищувала норму. Загальна кількість опадів склала 38,5 мм, що було лише на 4,5 мм менше місячної норми, тому після літньої посухи в третій декаді вересня створилися сприятливі умови для сівби озимих культур. Стійкий перехід середньодобової температури повітря через плюс 15°С в бік зниження відбувся у третій декаді вересня.

У жовні випало опадів на 20,9 мм більше за середньобагаторічні значення. Це сприяло інтенсивному розвитку озимини у осінній період. Зима була сніжною, випало 198 мм опадів. Проте фіксували перевищення температурних показників у зимові місяці, відповідно, на 4,5; 2,7 і 0,6 °С. Це сприяло накопиченню вологи у ґрунті. Весна була затяжною, зі значним дефіцитом вологи, що сповільнювало ріст і розвиток рослин у період цвітіння. Літо характеризувалось нестачею вологи, але в липні пішли дощі, що дозволило отримати задовільну продуктивність рослин.

Кліматичні умови вересня 2018 року були оптимальними для підготовки, сівби та осінньої вегетації зернових культур. Це дало змогу насінню сформувати дружні та вирівняні сходи. У жовтні фіксували оптимальний розвиток рослин, що ввійшли у період перезимівлі у задовільному стані. У середині листопада випав сніг і сніговий покрив не сходив до середини лютого.

Навесні та влітку фіксували дефіцит вологи. Проте нестача опадів березня і квітня не була згубною для рослини за відновлення вегетації, оскільки поєднувалась з невисоким температурним режимом. Затяжна прохолодна весна дала змогу рослинам озимини повільно пройти III етап органогенезу і закласти оптимальну кількість колосків у колосі. У травні середньомісячна температура повітря склала 17,0 °С, що на 2,4 °С перевищувало кліматичну норму, а кількість опадів – 35,6 мм була на третину меншою від середньобагаторічного показника. Проте, це дало змогу рослинам сформувати значну вегетативну масу. У червні в період зав'язування зерна випало 69,8 мм опадів, а температура повітря

перевищувала норму на 5,8 °С, що сформувало сприятливі умови для наливу зерна. Посушливий і теплий липень зумовив швидку вологовіддачу зерна та прискорив процес досягання.

Проаналізувавши вегетаційні погодні умови 2013–2019 років, можна зробити висновок, що в період досліджень, за загального підвищення температурного режиму відносно середньобагаторічних показників, в окремі фази онтогенезу рослин була недостатня кількість вологи, а на кінець вегетації спостерігалися значні коливання в бік надмірного зволоження, що ускладнювало збирання врожаю. Проте, загалом, умови були сприятливими для вирощування та формування врожаю озимих зернових хлібних культур.

Отже, в цілому ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур помірного поясу, зокрема, жита озимого, пшениці м'якої озимої, тритикале озимого. Властивості ґрунту, на якому проводилися дослідження, за своїми особливостями відповідають ґрунтовим різновидностям помірно-континентальної східноєвропейської фракції, в межах якої можуть бути розповсюджені отримані в дослідженнях дані.

2.2 Характеристика вихідного селекційного матеріалу

Успіх гібридизації та отримання нових селекційних матеріалів істотно залежить від підбору вихідних материнських і батьківських форм для схрещування. Селекційну цінність мають форми, що несуть мінімальний набір негативних ознак і є донорами цінних властивостей, зокрема, висока продуктивність та якість зерна, короткостебловість, зимостійкість, комплексна стійкість до хвороб і несприятливих умов навколишнього середовища тощо.

Для створення вихідного матеріалу жита озимого в дослідженнях використовували високопродуктивні гібриди, створені на основі ЦЧС Ратра-типу німецької фірми KWS: Palazzo, Quttino, Barassetto, PH-97. Контролем

служував сорт синтетик Харківське 98 (національний стандарт України).

Донорами самофертильності використовували вище перераховані гібриди та гібриди фірми Shtrube-Dihman: DH–240, DH–245, DH–246.

Вихідним матеріалом для гібридизації слугували сорти жита озимого вітчизняної селекції Синтетик 38, Хлібне, Дозор, Боротьба, гібрид харківської селекції Первісток F_1 і сортозразки Карлик 1, Карлик 2 (додаток А).

Для удосконалення схеми оновлення генетичної плазми за створення компонентів гібридизації використовували вихідні компоненти іноземних гібридів Міфісто F_1 і Дзюдрайф F_1 .

Для отримання нових зразків пшениці м'якої озимої вихідним матеріалом використували сорти і селекційні зразки вітчизняної та зарубіжної селекції. За добору селекційних ліній і гібридних комбінацій для розробки схем гібридизації поряд із еколого-географічним принципом добору враховували продуктивні елементи структури врожаю, тривалість періоду вегетації, зимостійкість, ступінь їх генетичного різноманіття за врожайністю, якістю зерна, стійкістю до хвороб тощо. У дослідженнях використовували матеріали, отримані методом гібридизації контрастних за показниками материнських і батьківських форм. Зразки відрізнялися за архітектонікою рослин, належністю до ботанічних різновидностей та іншими маркерними ознаками. Колекція сортозразків пшениці м'якої озимої лабораторії генетики, селекції та насінництва Уманського НУС нараховує понад 950 номерів, проте за комплексом господарсько-цінних ознак для селекційного процесу відібрали 25 сортозразків. Контролем обрано сорт Фаворитка.

Для отримання високопродуктивних зразків тритикале в гібридизації використовували: сорти тривидового тритикале – Розівська 6, Розівська 7, Ладне, Юнга; пшениці спельта озимої – Зоря України, Європа; зразки чотиривидового тритикале другого–четвертого покоління. За випробування кращих зразків чотиривидових тритикале контролем слугував сорт

чотиривидового тритикале Алкід.

У додатку А наведено коротку характеристику матеріалів, що використовували за гібридизації вихідними компонентами. Для сортів і сортозразків української селекції, занесених до Державного реєстру сортів придатних для поширення в Україні, вказано установу-оригінатор, для матеріалів зарубіжної селекції – країну походження (США, Німеччина, Російська Федерація).

2.3 Методи досліджень

Експериментальну роботу виконано за проведення польових та лабораторних досліджень.

Перша серія досліджень передбачала вирішення проблеми вдосконалення методів створення, аналізу та відбору високопродуктивних вихідних матеріалів озимих зернових культур за використання гібридизації еколого-географічно віддалених материнських і батьківських компонентів, відібраних за комплексом господарсько-цінних ознак, що є найрозповсюдженішим методом у селекції сільськогосподарських культур. Використовуючи його, вирізняли матеріали, що доповнювали б один одного за елементами структури врожаю, стійкістю до вилягання, посухи, хвороб, зимостійкістю та показниками якості продукції.

Для отримання гібридного матеріалу використовували метод гібридизації, систему схем діалельних схрещувань та беккросування.

У дослідженнях застосовували загальноприйняту технологію вирощування зернових озимих культур. Сівбу проводили в оптимальні для зони строки – 26 вересня у 2013 р., 22 вересня – у 2014 р., 28 вересня – у 2015 р., 27 вересня – у 2016 р., 25 вересня – у 2017 і 2018 рр. та 24 вересня – у 2019 р. У роботі використовували систематичний метод розміщення ділянок [15].

Для аналізу і порівняння господарсько-цінних ознак сорти і гібриди висівали вручну на ділянках площею 10 м² з нормою висіву 4,5 млн/га

схожих насінин, повторність п'ятиразова.

Контролювання чисельності бур'янів проводили вручну.

Дослід 1. Формування нових морфотипів за зміни архітекtonіки рослин жита озимого.

У дослідженнях з отримання зразків жита озимого зі зміненими морфологічними ознаками використовували систему діалельних схрещувань за використання компонентів-донорів генів бажаних ознак (короткостебловість, еректоїдне розміщення листової пластинки, вузько- та широколистість прапорцевого листка, багатокосковість тощо). Отримані матеріали з бажаними маркерними ознаками вирощували на окремих ділянках. Створені зразки жита вільно перезапильовали або проводили примусове їх самоzapилення під ізоляторами.

За аналізу асиміляційного апарату нових морфотипів вміст хлорофілу визначали за методикою О. О. Ничипоровича [24], площу листової пластинки та колосу – за методикою В. А. Кумакова [18].

Продуктивність матеріалів ідентифікували за десятьма основними структурними ознаками: висота рослин (см), продуктивна кустистість (шт. стебел/рослину), довжина колосу (см), кількість квіток та зерен у колосі (шт.), озерненість колосу (%), щільність колосу, маса 100 зерен (г), маса зерна з колосу та рослини (г). З кожної гібридної комбінації оцінювали 20 рослин за використання методу Ст'юдента.

Елементи структури врожаю визначали за методикою, описаною М. О. Майсуряном [19].

Висоту рослин визначали в польових умовах перед збиранням врожаю. Рослини вимірювали від поверхні ґрунту до верхівки колосу (без остюків) з точністю до 1 см.

Усі фенологічні спостереження та аналіз елементів структури колосу проводили відповідно до методичних вказівок з вивчення колекції зернових культур [7].

Стійкість до вилягання оцінювали двічі – під час вилягання окремих

зразків і перед збиранням за дев'ятибальною шкалою. У випадку зливових дощів чи граду проводили додаткову оцінку стану посівів.

Оцінювання стійкості до враження грибковими хворобами проводили на природному інфекційному фоні за шкалою «Методики державного сортотипування сільськогосподарських культур» [9].

Інтенсивність розвитку бурої листкової та стеблової іржі визначали за шкалою Т. Д. Страхова у фазі молочної стиглості зерна жита озимого, борошністої роси – за шкалою Е. Е. Гешеле у фазу колосіння рослин [26].

Стійкість рослин до хвороб визначали за дев'ятибальною шкалою:

- 9 – дуже висока стійкість (відсутність ознак хвороби);
- 8 – висока стійкість (інтенсивність ураження органів рослин до 5 %);
- 7 – стійкість (інтенсивність ураження 5–10 %);
- 6 – стійкість (інтенсивність ураження 10–15 %);
- 5 – слабка сприйнятливість, гетерогенність (інтенсивність ураження 15–25 %);
- 4 – сприйнятливість (інтенсивність ураження 25–40 %);
- 3 – сприйнятливість (інтенсивність ураження 40–65 %);
- 2 – висока сприйнятливість (інтенсивність ураження 65–90 %);
- 1 – дуже висока сприйнятливість (інтенсивність ураження 90–100 %).

Збирання та облік урожаю проводили вручну в фазу повної стиглості зерна.

Дослід 2. Використання морфологічних маркерів у селекції жита озимого.

Для розробки способів ідентифікації ознак «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин жита озимого використовували систему діалельних схрещувань матеріалів, що відрізнялись візуально за маркерними ознаками. Маркерами використовували гени *Sp/sp*, *L/l*, *P/p*, *W/w*, *Epr1/epr1* і *Hl/hl*.

Дослід 3. Створення вихідних компонентів жита озимого за реципрокно-функціонального перетворення.

Для удосконалення технології створення та апробації стерильної материнської форми, кандидатів у закріплювачі стерильності та

відновлювачів фертильності використовували генетичні методи. Система діалельних і беккросних схрещувань визначених форм забезпечувала перенесення ядерних генів стерильності на нормальну плазму за рахунок гібридизації вібраних вихідних компонентів.

Генотип створених матеріалів визначали за схрещування стерильних форм з кандидатами в закріплювачі стерильності. Тобто генетичний контроль ознак вивчали методом гібридологічного аналізу, згідно якого висновок щодо генотипу організму робили за фенотиповими ознаками нащадків отриманих у результаті контрольованого запилення.

Гібридизацію проводили ручною кастрацією квіток і наступним запиленням обмежено-вільним методом (під ізолятором) в оптимальні для цього строки. Кастрацією квіток проводили за методом Г. М. Лінника. Квітки материнського сорту на другу–третю добу після колосіння підрізали на 3–3,5 мм нижче верхівки внутрішньої квіткової луски та пінцетом видаляли пиляки. Кастровані колоски ізолювали під пергаментний ізолятор разом з підстановкою батьківської форми (рис. 2.1 і 2.2). Збір і підрахунок зерен проводили в період повного достигання.



Рис. 2.1 Кастрований колос жита озимого



Рис. 2.2 Ділянка гібридизації рослин жита озимого за системою діалельних схрещувань

Створення самофертильного матеріалу проводили за використання інбридингу. Самозапилення рослин здійснювали під пергаментними ізоляторами. Аналіз матеріалу за ознакою «самосумісність–самонесумісність» проводили за підрахунком кількості сформованого насіння після самозапилення зразків.

Для визначення рівня фертильності пилку в рослин з чоловічою стерильністю використовували п'ятибальну систему оцінювання [17]:

1 бал – повна стерильність. Пиляки надто редуковані (довжина 0,5–3 мм), не виходять із квіток. Таку ж бальну оцінку мають рослини з повністю стерильними пиляками, довжина яких сягає 10 мм;

2 бали – повна стерильність. Пиляки довжиною 4–5 мм із невеликою кількістю дегенерованого пилку виходять із квіток, але не розкриваються;

3 бали – часткова фертильність. Поряд із стерильними пиляками у межах колосу спостерігається хаотичне розміщення типових пиляків з різним рівнем деформації невеликої кількості життєздатного пилку. Життєздатний пилок надає деформованим пилякам строкатий, світло-жовте забарвлення;

4 бали – неповна фертильність. Вона пов’язана з наявністю різної кількості стерильних і фертильних колосів у межах однієї рослини. Колоски нижнього ярусу повністю стерильні, пиляки в них дегенеровані. Згідно прийнятої системи оцінювання, їх стерильність – 1 бал. Колоски верхнього ярусу нормальне, без ознаки стерильності. Вважається, що даний тип стерильності, є наслідком генетично різноякісних тканин рослини;

5 балів – повна фертильність рослин.

Дослід 4. Створення вихідних матеріалів пшениці м’якої озимої за гібридизації географічно-віддалених форм.

Для створення нових зразків використовували систему діалельних схрещувань визначених географічно-віддалених форм.

Методика селекційної роботи не мала суттєвих відмінностей від загальноприйнятої при міжсортівій гібридизації, однак постійно коригували і вдосконалювали залежно від вихідного матеріалу та потреб селекційних доборів, що складало методичну частину досліджень.

Гібридизацію проводили за ручної кастрації квіток і наступного запилення обмеженовільним методом в оптимальні для цього строки [14].

Усі фенологічні спостереження та аналіз елементів структури колосу визначали згідно до Методичних вказівок по вивченню колекції пшениці [7] з урахуванням градацій «Широкого унифіцированного классификатора СЭВ рода *Triticum* L.» [28].

Вміст білка в зерні визначали за ДСТУ 4117 [11], вміст клейковини та її якість – за ДСТУ ISO 21415–1 [12], масу 1000 зерен – за ДСТУ ISO 520 [13], натуру зерна – ГОСТ 10840 [4], число падання – за ГОСТ 30498 [6], склоподібність – за ГОСТ 10987–76 [5].

Для встановлення характеру успадкування кількісних ознак за ступенем домінантності (h_p), використовували формулу Б. Гріффінга [32] та градацію Г. Бейла і Р. Аткінса [30]:

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

де h_p – оцінка домінантності;

F_1 – середнє арифметичне гібридів першого покоління;

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

MP – середнє арифметичне двох батьківських форм.

Аналіз результатів проводили за наступною градацією:

- 1) $h_p < -1$ – від’ємне наддомінування (від’ємний гетерозис, або депресія);
- 2) $-1 \leq h_p < -0,5$ – від’ємне домінування;
- 3) $-0,5 \leq h_p \leq 0,5$ – проміжне успадкування;
- 4) $0,5 < h_p \leq 1$ – позитивне домінування;
- 5) $h_p > 1$ – позитивне наддомінування (позитивний гетерозис).

Частку справжнього та гіпотетичного гетерозису розраховували за формулами запропонованими Х. Даскалевим [8]:

- справжній гетерозис:

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

де F_1 – значення ознаки гібрида;

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

- гіпотетичний гетерозис:

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

де F_1 – значення ознаки гібрида;

MP – середнє арифметичне двох вихідних форм.

Дослід 5. Створення колекційних зразків пшениці м’якої озимої за гібридизації *Triticum aestivum* L / *Triticum spelta* L.

Виконання досліджень було розпочато в 2012 році у співавторстві з науковцями І. П. Діордієвою, І. О. Полянецькою.

Гібридизацію між високопродуктивними районованими сортами пшениці м’якої озимої зі зразками пшениці спельта власної селекції

проводили за ручної кастрації квіток і наступного примусового запилення обмеженовільним способом під пергаментним ізолятором. Гібридне потомство F_1 – F_5 аналізували за проявом морфобіологічних ознак і господарсько-цінних показників за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [9]. У п'ятому поколінні (F_5), коли розщеплення вже не спостерігали, враховуючи загальний габітус рослин і морфологічну будову колосу, всі створені матеріали було розділено на пшениці м'які, пшениці спельти та проміжні (спельтоподібні) форми. У дослідах використовували систематичний метод розміщення ділянок з обліковою прощею 10 м^2 . Номери розташовували блоками з густотою рослин 400 тис. шт/га. Повторність досліду п'ятиразова. Біометричні показники визначали у 50 рослин, що відбирали з кожної ділянки у двох несуміжних повтореннях. Після обліків і аналізу у фазу повної стиглості вимолочували зерно і визначали врожайність.

Групування зразків пшениці за висотою рослин проводили за методикою В. Ф. Дорофєєва [10].

Дослід 6. Створення та оцінка чотиривидових тритикале.

Виконання досліджень було розпочато в 2012 році у співавторстві з науковцем І. П. Діордієвою.

За створення чотиривидових форм тритикале використовували метод віддаленої гібридизації. За материнську форму обирали сорти тривидових тритикале, за батьківську – сорти пшениці спельта. Гібридизацію проводили шляхом ручної кастрації.

Фенологічні спостереження та аналіз елементів структури колосу проводили згідно «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [9]. Біометричні показники визначали у 50 рослин, що відбирали з кожної ділянки у двох несуміжних повторностях.

Вміст білка і клейковини в зерні та її якість визначали – за ДСТУ 4117 [11] і ДСТУ ISO 21415–1 [12], масу 1000 зерен – за ДСТУ ISO 520 [13].

Другу серію досліджень було спрямовано на вдосконалення технології селекційного процесу за використання в загальній схемі біотехнологічних

методів отримання, культивування та зберігання вихідного селекційного матеріалу.

Загальні принципи та методи роботи з культурами рослинних тканин фахово викладено в монографіях Р. Г. Бутенко та В. В. Калініна, В. В. Сарнацької, В. Е. Полищук, якими керувались під час проведення біотехнологічних досліджень [1, 16].

Для стерилізації вихідних експлантів використовували розчини хлораміну в концентрації 5,0–15,0 % та дихлориду ртуті (сулеми) – 0,05–0,15 %.

В основу живильного субстрату входили макро- і мікроелементи за прописами середовищ Мурасіге–Скуга, Ніча та Гамборга [31, 33]. Модифікували живильні середовища різними концентраціями регуляторів росту, зокрема, цитокінінами (6-бензиламінопурин, кінетин), ауксинами (індолілоцтова кислота, нафтилоцтова кислота, гетероауксин) та гібереліновою кислотою.

Середовища готували та стерилізували за стандартною методикою [1].

Дослід 7. Удосконалення методу мікроклонування жита озимого та стимуляції розвитку кореневої системи рослин *in vitro*.

Експлантами для введення в ізолювану культуру слугували насіння та зародки виділені з пророщеного насіння або колосків.

Вирощували матеріал за температури 22–24 °С в культуральних кімнатах на живильному середовищі. З кожного зразка біоматеріал для введення в культуру брали тричі. Дослідження проводились у два строки – лютий–квітень і червень–серпень.

Для мікроклонального розмноження на кожному етапі клонування (активація меристем, регенерація, розмноження, ризогенез) експериментально визначали склад живильного середовища та його фітогормональну оптимізацію.

Для активації меристем жита озимого використовували розроблене нами живильне середовище. Укорінення рослинного матеріалу проводили за введення до живильного середовища регуляторів росту ауксинової природи та гіберелінової кислоти.

Адаптацію рослин жита озимого вивчали за використання тепличного комплексу. За проведення досліджень температурний режим у тепличних боксах підтримували на рівні 18–20 °С впродовж 10–15 діб. Клонований укорінений матеріал, з оптимальних ізольованих культуральних умов, висаджували у касети з чарунками 5 × 5 з відповідним субстратом. Адаптовані рослини переносили в польові умови вирощування, висаджуючи їх стрічковим способом через 10 см.

Дослід 8. Використання аерогідропонних установок для прискорення селекційного процесу жита озимого.

Для стимуляції інтенсивного ризогенезу та проведення адаптації клонованих рослин жита озимого використовували аерогідропонну установку «Minivit».

Пробіркові рослини, що мали по 2–4 корінці початковою довжиною $0,4 \pm 0,2$ см фіксували в посадкових стрічках з інтервалом 10,0 см.

Із загального резервуару за допомогою насоса високого тиску і спеціальних форсунок безпосередньо до кореневої системи рослин подавався живильний розчин, який періодично стікав жолобом назад в бак [21]. Періоди подачі живильного розчину чергувалися з періодами «відпочинку», під час яких відбувалася аерація коренів. У дослідженнях використовували модифіковані живильні розчини спеціального складу відповідно фази вкорінення рослин. Основу субстрату входили макро- і мікроелементи за прописом середовища Мурасіге-Скуга (MS), а також регулятори росту, що сприяють формуванню кореневої системи.

Інтенсивність закладання бічних коренів визначали прямим підрахунком за вимірювання їх довжини лінійкою.

Дослід 9. Створення банку рослинного матеріалу жита озимого.

За створення активної колекції для депонування клонів жита використовували живильне середовище, до складу якого входили макро- й мікроелементи за прописом середовища Мурасіге-Скуга. Модифікували живильний субстрат цитокінінами та вуглеводами. Клони зберігали в

культуральних приміщеннях при визначеному за варіантами температурному режимі (6–12 °С) і низькій інтенсивності освітлення (2 кЛк).

Температуру зберігання знижували поступово від оптимальної (20–22 °С) до 6 °С. Зниження температурного режиму проводиться за схемою: до 16 °С – 1 °С за добу; з 15 °С – 1 °С за 2–3 доби.

Періодично перевіряли рослинний матеріал на наявність грибово-бактеріального інфікування та фіксували наявність незадовільного стану рослин (пожовтіння, некроз листків тощо). Коли спостерігали масове (60–70 % матеріалу) пожовтіння нижніх листочків рослин, що вказує на використання ресурсів живильного середовища, матеріал переносили на оновлене ростове живильне середовище та поміщали в оптимальні умови вирощування на 10–15 діб, фіксуючи тривалість міжпасажного періоду.

Дослід 10. Використання культури незрілих зародків для подолання постгамної несумісності.

Для отримання вихідного матеріалу жита озимого за самозапилення та пшениці м'якої озимої за гібридизації географічно-віддалених форм використовували культуру зрілих та незрілих зародків.

За вирощування ізольованих зародків, залежно від рівня диференціації, використовували різні варіанти ембріокультури в модифікованих умовах культивування. Для вивчення впливу віку ізольованих зародків на частку отримання з них рослин, впродовж 3–16 діб після запилення з колосків виділяли незрілі зародки і висаджували на модифіковані нами середовища MS, B₅ та Н в культуру *in vitro*. Оптимальне середовище підбирали за додавання до субстрату регуляторів росту, вітамінів і вуглеводів. Регенеранти, отримані із зародків різного віку, вимірювали за висотою, інтенсивністю наростання їх біомаси, кущення, вкорінення тощо.

Ідентифікацію плідності проводили шляхом цитологічного аналізу з підрахунком кількості хромосом у клітинах давлених препаратів, отриманих з апікальної меристеми клонованих рослин, за використання загальноприйнятої методики З. П. Паушевої [25]. Підрахунок хромосом проводили за допомогою мікроскопу МБІ–15.

Обліки, спостереження та аналізи, що проводили за використання культури *in vitro*:

1. Облік генотипів і донорних рослин, з яких відбирали експланти для введення в культуру *in vitro*.
2. Фіксація дати висадження експланта на живильне середовище.
3. Період отримання сформованих структур з експланта (розвиток меристеми, калюсу, ембріодів).
4. Реєстрація терміну етапів технологічних схем мікроклонального розмноження, калюсогенезу, морфогенезу (органогенезу чи соматичного ембріодогенезу).
5. Облік варіантів живильних середовищ.
6. Вплив регуляторів росту, вітамінів і вуглеводів на вихід макроструктур (концентрація, співвідношення).
7. Морфогенетична характеристика отриманих матеріалів.
8. Візуальні спостереження за розвитком рослинного матеріалу, реєстрація вторинних новоутворень в ізольованій культурі, облік сформованих рослинних матеріалів.
9. Цитологічний аналіз сформованих структур.
10. Цитологічні спостереження за рівнем зміни плоідності отриманих рослин у процесі онтогенезу.
11. Час адаптації рослинних матеріалів за перенесення їх з умов *in vitro* в умови *ex vitro* для наступного селекційного процесу.
12. Морфологічні спостереження за вихідним селекційним матеріалом в польових умовах.

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за методами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу згідно рекомендацій В. П. Боровикова [2], Е. А. Вуколова [3], В. О. Ушкаренко та ін. [27], Е. Р. Ермантраута [29].

Детальніше особливості матеріалів, схеми дослідів і елементи методики наведено у відповідних розділах дисертації.

Висновки до розділу 2

1. У цілому ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для вирощування зернових хлібних культур та створення нових високопродуктивних вихідних матеріалів.

2. Погодні умови за вегетаційні роки досліджень (2013–2019 рр.) суттєво відрізнялись і характеризувалися значною мінливістю порівняно з середньо багаторічними даними, що дало змогу об'єктивно оцінити створені зразки за продуктивністю та адаптаційним потенціалом.

3. Вихідний матеріал є досить різноманітним за генетичним та еколого-географічним походженням, що дозволяє створити і виділити форми з різним проявом господарсько-цінних показників та бажаних маркерних ознак.

4. Методики, що використовували у дослідженнях, є загальноприйнятими та ефективними, за рахунок чому можна отримати нові вихідні матеріали та достовірно провести оцінку їх показників.

5. Удосконалення методик сприятиме прискоренню селекційного процесу створення вихідних матеріалів зернових озимих культур.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Биотехнология растений: культура клеток. Пер. с англ. В. И. Негрука; под ред. Р. Г. Бутенко. Москва: Агропромиздат, 1989. 284 с.
2. Боровиков В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Москва: Горячая линия-Телеком, 2013. 288 с.
3. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. Москва: ФОРУМ, 2014. 566 с.
4. ГОСТ 10840–64. Зерно. Методы определения натурности. Москва. 1964. 6 с.
5. ГОСТ 10987–76. Зерно. Методы определения стекловидности. Москва. 1977. 4 с.
6. ГОСТ 30498–97 Зерновые культуры. Определение числа падения. Москва. 1997. 10 с.
7. Градчанинова О. Д., Филатенко А. А., Руденко М. И. Методические указания по изучению коллекции пшеницы. Ленинград: ВИР, 1985. 28 с.

8. Даскалев Х., Иорданом А., Огнянова А. Гетерозис при домастите. Българська академия на науките. 1967. 179 с.
9. Державна методика кваліфікаційної експертизи сортів росли з визначення показників придатності до поширення в Україні (зернові, круп'яні та зернобобові види). Український інститут експертизи сортів рослин. 2012. Вип. 2. 81 с.
10. Дорофеев В. Ф., Пушкина Г. А. Наследование высоты растений при гибридизации короткостебельных сортов пшеницы. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1979. № 10. С. 15–22.
11. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. Київ. 2007. 7 с.
12. ДСТУ ISO 21415–1:2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Ч. 1. Визначення сирої клейковини ручним способом. Київ. 2011. 12 с.
13. ДСТУ ISO 520:2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен. Київ. 2015. 10 с.
14. Ельников Н. И., Дидусь В. И. Завязывание гибридных семян озимой пшеницы в зависимости от способов опыления. *Селекция и семеноводство*. Киев: Урожай. 1977. Вып. 37. С. 3–6.
15. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. За ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
16. Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Київ: Наукова думка, 1980. 487 с.
17. Ключко П. Ф., Белоусов А. А. Некоторые результаты изучения и использования мужской стерильности в селекции озимой ржи. В кн.: *Селекция и семеноводство*. Киев: Урожай, 1969. Вып. 14. С. 34–38.
18. Кумаков В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. Москва: Агропромиздат, 1985. 270 с.
19. Майсурян Н. А. Практикум по растениеводству. Москва: Колос, 1970. 446 с.
20. Мартин А. Г., Осипчук С. О., Чумаченко О. М. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія. Київ. 2015. 256 с.

21. Мартиросян Ю. Ц., Кособрюхов А. А., Диловарова Т. А. Аэропонные технологии в растениеводстве. Проблемы агробиотехнологии. Москва, 2012. С. 227–239.
22. Недвига М. В., Головчук А. Ф., Копитко П. Г. Грунти Уманщини в дослідженнях В. В. Докучаєва. *Вісник Харківського НАУ ім. В. В. Докучаєва*. 2009. С. 30–38.
23. Недвига М. В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України. Київ: Сільгоспосвіта, 1994. 344 с.
24. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. В кн.: Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. Москва: АН СССР, 1963. С. 5–36.
25. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. Москва: Агропромиздат, 1988. 271 с.
26. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О. та ін. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб. Київ: Колообіг, 2010. 392 с.
27. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.
28. Филатенко А. А., Шитова И. П. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. Ленинград: ВИР, 1989. 42 с.
29. Эрмантраут Э. Р. Статистический анализ многофакторных экспериментов. Полевые эксперименты для устойчивого развития сельской местности. Санкт-Петербург–Пушкин, 2003. С. 70–73.
30. Beyl G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Jowa. J. Sci.* V. 77. № 3. P. 345–358.
31. Gamborg O. L., Eveleigh D. E. Culture methods and detection of glucanases in cultures of wheat and barley. *Can. J. Biochem.* 1968. № 5. P. 598–600.
32. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. V. 35. P. 303–321.
33. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiological Plant*. 1962. V. 15. № 3. P. 473–497.

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ НОВИХ МОРФОТИПІВ У СЕЛЕКЦІЇ ЖИТА ОЗИМОГО

Ефективним способом підвищення врожайності жита озимого вважається створення і використання гетерозисних гібридів F_1 [21–23, 40, 43, 45]. Проте, окремі вчені стверджують [4], що за ефективністю, складній і трудомісткій гібридній селекції тотожною є реконструкція рослини. Розробка перспективної моделі сорту передбачає отримання високопродуктивного матеріалу з оптимальною архітектонікою рослини. Створений зі зміненою структурою рослинний матеріал, у наступному, зможе буди ефективно використаний також і в гібридній селекції [16, 32, 34, 44].

Питанням реконструкції культурних рослин займається багато вчених. Проте створенню і характеристиці нових морфотипів жита озимого присвячено лише поодинокі роботи [1, 19, 20, 33]. Нині оптимальний тип рослини жита остаточно не визначено, що спонукало нас до пошуку та розробки нових способів створення досконалої високопродуктивної моделі рослини [34].

Зміна архітектоніки рослин сприяє оптимізації оптико-біологічної структури посіву та забезпечує формування нових морфологічних особливостей рослин спрямованих на підвищення врожайності культури [37]. Висота рослин, площа листової поверхні, восковий наліт, кут відхилення листової пластинки, структура колосу тощо – це ознаки, що можна змінювати і тим самим керувати продуктивністю матеріалів.

Вчені у своїх роботах висвітлюють проблему підвищення продуктивності рослин жита озимого за зміни їх архітектоніки: S. Borojevic, A. B. Амелин, А. П. Лаханов та А. Н. Зеленов, А. Н. Фесенко, Н. Н. Фесенко, А. А. Тороп, Е. А. Тороп [1, 33, 34, 38, 42]. Вони стверджують, що вдосконалення архітектоніки колосу – це один з ефективних способів підвищення продуктивності рослини [31].

3.1 Зміна архітекtonіки колосу для підвищення продуктивності жита озимого

Суцвіття жита – складний колос незакінченого типу, тобто без верхівкового колоска. Формування колосу розпочинається в період кушіння рослин. У жита озимого цей процес проходить восени перед входом рослини в зиму. За даними Ф. М. Куперман [12], формування колосу проходить упродовж III–VII етапів органогенезу, а за VIII етапу закінчується формування і дозрівання репродуктивних органів квітки (гаметогенез) та підготовка колосу до цвітіння.

На виступу стебла зазвичай формується один колос, дуже рідко два–три у результаті механічного розщеплення точки росту чи порушення формування початкового колосу під впливом хімічних речовин на III–VII етапах органогенезу. Іноді більше одного колосу утворюється на гіллястих стеблах. Це характерно для жита Башкирська карликова, у якого ця ознака зумовлена генетично і контролюється одним рецесивним геном.

Колос має ступінчатий колосовий стрижень, що складаються з члеників на виступах яких по чергово розміщуються по одному колоску. Від довжини члеників колоскового стрижня залежить щільність колосу. Чим коротші членики, тим щільніший колос, і навпаки.

Колосковий стрижень у жита, зазвичай, не гіллястий. Проте, іноді зустрічаються гіллястоколосі спадково зумовлені форми. Виділено різновидність *var. compositum* Lam., у якої від колоскового стрижня відходять гілочки з додатковими колосками, формуючи гілястолопатевиий колос [7].

Іноді гілкування колосу відбувається за надлишкового живлення рослин в період кушіння. Надлишок добрив, особливо азотних, призводить до закладання гіллястого колосу. В окремих генотипів гілкування може стимулюватися тривалим самозапиленням рослин.

Одним із можливих джерел отримання рослин зі зміненим морфотипом є використання біотехнологічних методів, зокрема, культивування матеріалу в ізолюваній культурі за дії різних макро- та мікроелементів і класів регуляторів росту, що вводяться до живильного середовища.

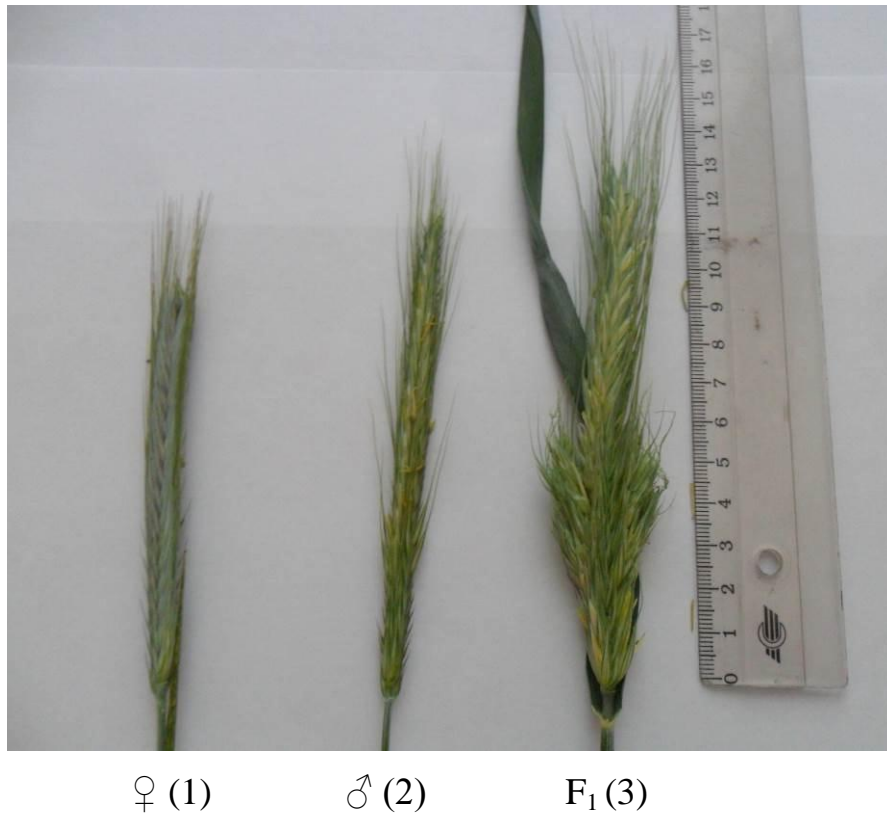
Гілкування стрижня колосу – це можливість збільшення кількості колосків у суцвітті, а, відповідно, квіток і насіння на рослині. У зернових колосових культур такі морфологічні особливості зустрічаються рідко і є генетично зумовленим чинником.

3.1.1 Виділення багатоколоскових форм жита. Попри те, що довжина та форма колосу ознака маломінлива, в будь-якій популяції зустрічаються екземпляри зі зміненими показниками.

Метою нашої роботи було створення та виділення з популяції рослин жита озимого форм зі зміненою структурою суцвіття та аналіз успадкування якісних ознак у поколіннях.

У процесі гібридизації географічно-віддалених форм (додаток А) під час створення кандидатів у закріплювачі стерильності жита озимого за гібридизації вітчизняних сортів і ліній з матеріалами іноземної селекції та депонування і розмноження зразків у культурі *in vitro*, отримано популяцію рослин, окремі з яких вирізнялись морфологічними особливостями (рис. 3.1).

За гібридизації матеріалів різного генетичного походження виділено самофертильні зразки, що характеризувались позитивним гетерозисним ефектом за продуктивністю. Окремі форми вводили в ізолювану культуру та депонували на модифікованому живильному середовищі до складу якого входили регулятори росту рослин, що стимулюють закладання адвентивних бруньок (6–БАП) і генеративних пагонів (ГК₃). З ізолюваної культури після укорінення (за впливу ІОК і гетероауксину) та адаптації рослини переносили в польові умови вирощування.



♀ (1)

♂ (2)

F₁ (3)

Рис. 3.1 Схема гібридизації створення багатоколоскового зразка жита озимого 88:

1 – материнська форма (53–1 × 53–2);

2 – батьківська форма К 6 (екзоплазма).

Моніторинг культурної популяції дозволив виділити зразки, що мали гіллясту структуру колосу, так звану багатоколосковість. Очевидно рекомбінація геному та вплив компонентів живильного субстрату стимулювали формотворчий процес нової ознаки.

Створені та відібрані номери 19–5 і 88 вирізнялись фенотипово за формою колосу.

Рослини зразків характеризувалися зміненою структурою суцвіття. З апікальної бруньки формувався центральний стрижень колосу. Бокові стрижні утворювались замість окремих несформованих колосків (рис. 3.2–3.4).

На основному стрижні, безпосередньо в базальній частині суцвіття, закладаються вторинні гілки. Бокові стрижні істотно коротші і формують значно меншу кількість колосків.



Рис. 3.2 Багатоколосу форма жита озимого 19–5.



Рис. 3.3 Багатоколоскова форма жита озимого з ознакою «гіллястий колос» (зразок 88).

На центральному та бокових стрижнях формуються колоски по одному або по два на кожному виступу членика. За даними В. С. Федорова [7, 30, 38] утворення гілястолопатевого колосу контролюється одним геном *M/m* у рецесивному стані.



Рис. 3.4 Двохколосковість жита озимого з експресивністю 100 %.

Виділені багатоколоскові форми проаналізовано за основними фенотиповими показниками. Стандартом слугував сорт Хлібне (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Характеристика фенотипових кількісних ознак багатоколоскових форм жита озимого, 2013–2018 рр.

Фенотипова кількісна ознака	Сорт, зразок			
	Хлібне (ст.)	19–5	88	<i>НІР₀₅</i>
Висота рослин, см	95±3	69±4	84±5	4,3
Продуктивна куцистість, шт. стебел/рослину	9,0±1,0	10,8±1,5	9,8±1,0	0,9
Довжина колосу, см.	9,3±0,8	11,8±1,3	14,7±0,8	0,5
Довжина бокових колосків	–	3,5±0,3	3,9± 0,4	0,3
Кількість квіток у колосі, шт.	56,8±2,6	111,2±5,2	123,1±4,3	3,5
Кількість зерен у колосі, шт.	31,9±1,8	57,1±2,2	61,2±3,2	2,3
Озерненість колосу, %	56,7±1,2	51,3±1,9	50,5±1,8	2,9
Щільність колосу, шт/см	3,3±0,1	3,0±0,1	3,2±0,1	0,11
Маса зерна з колосу, г	1,52±0,1	2,41±0,1	2,80±0,2	0,1
Маса зерна з рослини, г	13,8±1,3	25,9±1,7	26,5±1,4	0,5
Маса 100 зерен, г	4,6±0,1	4,2±0,1	4,0±0,1	0,2

За висотою багатоколосковий зразок 19–5 відноситься до низькорослих форм з домінантною короткостебловістю. Середню висоту рослин зафіксовано на рівні 69 см, що на 26 % нижче показника сорту-стандарту Хлібне. Зразок 88 вищий зразка 19–5 на 15 см.

За кількістю продуктивних стебел на рослині багатоколоскова форма 19–5 мала істотно вищий, порівняно з контролем і номером 88 показник – 10,8 стебел. Виділений матеріал за продуктивною куцистістю на 20 % перевищував показник сорту-стандарту (9,0 шт. стебел на рослину) та на 9 % багатоколоскову форму 88.

Довжина колосу є однією з найважливіших характеристик продуктивності, що контролюється переважно генотиповими чинниками, хоча й може неістотно змінюватись під дією умов навколишнього середовища. Довжину колосу у форми 19–5 зафіксували на рівні 11,8 см, що на 24 % перевищувало стандарт. Слід зазначити, що довжина бокових колосків змінювалась у межах 3,2–3,8 см. Середня довжина колосу зразка 88 перевищувала показник сорту-стандарту на 35 % і становила 14,7 см, а довжина бокових колосків сягала 4,3 см.

Важливим елементом продуктивності колосу є кількість зерен у колосі, що визначається рівнем його озерненості та кількістю квіток у колосі. Ця ознака середньомінлива [7]. Вона залежить від фенотипових і генотипових проявів організму. За результатами наших досліджень кількість квіток у суцвітті багатоколоскових форм майже в два рази перевищувала контрольний варіант. Кількість зерен у колосі – показник, пропорційний показнику кількості квіток у колосі. Проте не в кожній квітці зав'язувалось насіння. Рослини зразка 19–5 формували 57,1 шт. зерен у колосі, а зразка 88 – 61,2 шт., що на 74 % і 87 % перевищувало показник стандарту.

Важливою ознакою рослин злакових культур є щільність колосу та його озерненість. Озерненість колосу у багатоколоскових форм була на 11–12 % нижчою порівняно з показником сорту-стандарту. Слід відмітити, що бокові колоски вирізнялись високою череззерницею.

Щільність колосу рослин зразків 19–5 та 88 за відношенням до стандарту також була істотно нижчою – 3,0 шт. і 3,2 шт. колосків на один сантиметр колосового стрижня за $HP_{05} = 1,1$. Проте маса зерна з колосу, що є інтегральною ознакою, і включає в себе кількість зерен у колосі і масу однієї зернини виділеної форми істотно перевищувала контрольний варіант. Відповідно, маса зерна з рослини була також більшою у багатоколоскових форм (25,9 г – зразок 19–5, 26,5 г – зразок 88). Цей показник істотно перевищував показник сорту Хлібне. Проте у багатоколоскових зразків формувалось дрібніше зерно. Маса 100 зернин зразка 19–5 була на 7 %, а зразка 88 на 11 % меншою порівняно з сортом-стандартом.

Розвиток селекції жита озимого в напрямку зміни структури колосу дозволить значно підвищити продуктивність культури.

Отже, за гібридизації еколо-географічно віддалених форм, тривалого самозапилення та використання біотехнологічної ланки в селекційному процесі виділено та апробовано багатоколоскові короткостеблові зразки жита озимого 19–5 і 88, що за комплексом господарсько-цінних показників перевищували сорт-стандарт Хлібне. Отриманий матеріал доцільно використовувати в селекційних дослідженнях в якості донора багатоколосковості, короткостебловості, збільшення довжини колосу, кількості зерен у колосі та маси зерна з колосу і, відповідно, рослини.

3.1.2 Аналіз створення шестирядкової форми жита озимого

Жито озиме, зазвичай, формує чорирьохрядковий колос, тобто в колосі формується чотири ряди зерен. Проте в зачатку колосу закладається 5–6 квіток, з яких розвивається дві, рідко три і дуже рідко чотири квітки. Останні – атрофуються. Дві нижніх квітки – сидячі, прикріплені своєю основою до виступу колоскового стрижня. Третя квітка розміщується між ними на довгій ніжці (рис. 3.5). Дуже рідко зустрічаються рослини у яких всі три квітки сидячі. Ця ознака контролюється рецесивним геном *fs*.



Рис. 3.5 Колоски жита з різною кількістю квіток і зерен:

- 1 – трьохквітковий і двохквітковий колосок;
- 2 – трьохнасінний колосок у шестирядковому колосі.

Для підвищення продуктивності рослин необхідно відбирати генотипи що утворюють три квітки та формують у колоску три насінини. За формування в кожному колоску трьох насінин отримаємо шестирядковий колос. Звичайно, формування рослиною трьох продуктивних квіток у колоску є генетично обумовленим чинником.

За гібридизації географічно віддалених форм жита озимого створено та виділено шестирядкові зразки. Вихідним матеріалом для створення та відбору шестирядкових форм жита використовували фертильний зразок 257 отриманий за гібридизації ♀ (сорт Карлик 1 × зразок 214-3) × ♂ (гібрид Barasetto × зразок 75-1), колос рослин якого формувал шість рядів зерен (рис. 3.6). Зібране насіння з шестирядкових особин розмножували. Відбір продуктивних форм проводили впродовж чотирьох років. Частота прояву маркерної ознаки у популяції була в межах 65–75 %.



Рис. 3.6 Шестирядкова форма жита озимого з експресивністю за ознакою 45,0 % (зразок 257).

Отримані форми характеризувались значною мінливістю за морфобіологічною ознакою. Серед популяції рослин формувались особини як з високою, так і низькою експресивністю маркерної ознаки «шестирядковий колос». Два з шести рядів зерен формували від чотирьох до 12 насінин. Повні (чотири) ряди мали 16–20 насінин. Експресивність ознаки «шестирядковий колос» коливалась у межах 20–60 %. У всіх рядах колосу формувалось повноцінне виповнене насіння.

За показниками продуктивності номер 257 перевищував обраний стандарт (табл. 3.2).

**Характеристика форм жита озимого з ознакою
«шестирядковий колос», 2013–2018 рр.**

Фенотипова кількісна ознака	Сорт, зразок				НІР ₀₅
	Хлібне (ст.)	257	338–47	343–20	
Висота рослин, см	95±3	82±3	102±4	96±6	3
Продуктивна куцистість, шт. стебел/рослину	9,0±1,0	9,8±1,5	11,6±1,4	11,2±1,2	0,7
Довжина колосу, см	9,3±0,8	13,8±1,3	12,8±1,1	13,5±0,8	0,5
Експресивність ознаки, %	–	45,0±5,0	35,7±4,7	47,3±5,2	1,5
Кількість квіток у колосі, шт.	56,8±2,6	118,2±5,2	98,3±4,8	123,4±3,5	3,3
Кількість зерен у колосі, шт.	31,9±1,8	82,2±1,2	61,3±1,5	88±2,1	2,9
Озерненість колосу, %	56,7±1,2	69,5±	62,9±1,3	71,2±1,4	2,2
Щільність колосу, шт/см	3,3±0,1	3,7±0,1	3,3±0,1	3,8±0,2	0,2
Маса зерна з колосу, г	1,52±0,1	2,51±0,1	3,60±0,1	3,91±0,1	0,2
Маса зерна з рослини, г	13,8±1,3	23,5±1,7	29,4±1,4	31,1±1,6	0,9
Маса 100 зерен, г	4,61±0,1	4,30±0,1	4,04±0,2	4,03±0,1	0,2

За висотою зразок 257 відноситься до низькорослих форм з домінантною короткостебловістю. Характерною особливістю зразка є шестирядний колос рослин з експресивністю цієї ознаки 45±5 %. Рослини мають високу озерненість колосу (82,2±1,2 шт.). Зерно крупне, добре виповнене, не зморшкувате. Маса 1000 зерен складає 43,2 г. Середня врожайність зерна зразка 257 становить 9,40 т/га, що істотно (на 36 %) перевищує стандарт (сорт Хлібне).

За висотою стеблостою істотно перевищував контрольний варіант зразок 338–47. Проте він вирізнявся високим виходом зерна з колосу (3,6±0,1 г) і рослини вцілому (29,4±1,4 г). Найвищим показником озерненості колосу та продуктивності рослин характеризувався номер 343–20, перевищуючи стандарт на 26 % і 125 % відповідно.

Маса 100 зерен створених зразків істотно поступалась контрольному варіанту. За показниками кількості зерен з колосу, маси зерна з колосу і рослини вцілому та масою 100 зерен спостерігали обернену залежність.

Для проведення наступних досліджень відбирали шестирядкові високопродуктивні нащадки. Відбір високопродуктивних форм жита спрощувався візуальною ідентифікацією ознаки. На ділянках розмноження використовували рослини з експресивністю ознаки 45–55 %.

Наступний етап селекційної роботи передбачає стабілізацію відібраної форми за маркерною ознакою «шестирядковий колос» і закріплення ознаки в поколіннях. Для цього проводили самозапилення рослин та запилення поміж сипсами. Перехресне запилення в межах генотипу дозволимо отримати матеріал з пенетрантністю 65–75 % та експресивністю 43 %. За самозапилення спостерігали зменшення експресивності ознаки до 10 %. За тривалого самозапилення зразка 257 (5–7 поколінь поспіль) у популяції формувались окремі генотипи з розпушеним колосом, подібним до колосу різновидностей жита *var. monstrosum* Koern., *var. compositum* Lam. (рис. 3.7).



Рис. 3.7 Розпушений колос жита озимого.

Формування таких біотипів не виключає наявність у геномі вихідного матеріалу генів вказаних різновидностей.

Отже, за гібридизації еколого-географічно віддалених матеріалів створено форму жита озимого з шестирядковим колосом. Зміна структури суцвіття сприяє підвищенню продуктивності культури за рахунок формуванню додаткових двох рядів квіток і, відповідно, насіння. Отриманий матеріал доцільно використовувати донором ознаки «шестирядковий колос» та, відповідно, продуктивності рослин для створення нових сортів і гібридів жита озимого.

3.2 Створення та апробація вихідних короткостеблових форм жита озимого

За інтенсивної технології вирощування жита озимого необхідно мати стійкі до вилягання сорти і гібриди [3, 6]. Стійкість до вилягання, зазвичай, залежить від висоти стеблостою, товщини та міцності соломини, інтенсивного галуження кореневої системи, врожайності рослини тощо [5, 37, 39].

У селекційному процесі дійовим заходом запобігання вилягання зернових культур є створення короткостеблових і карликових форм [29, 31].

Доведено обернену залежність між висотою рослин і стійкістю до вилягання. Парусність на одиницю стебла у низькорослих рослин нижча, порівняно з високорослими, що дозволяє попередити вилягання. Проте, зниження висоти стеблостою призводить до зміни низки елементів продуктивності колосу. Поєднання короткостебловості та високопродуктивності форм є складною проблемою, адже ознака короткостебловості обумовлена дією низки генів у рецесивному стані, а врожайність зерна – гетерозисним станом генів. Селекція жита озимого на стійкість до вилягання ускладнюється тим, що за схрещування інбредних ліній чи сортів, зазвичай, спостерігається гетерозис за висотою рослин, що відповідно призводить до зниження їх стійкості до вилягання [8, 12].

За переходу селекції на короткостеблову основу змінюється не лише структура рослин, але й важливі процеси, що в них відбуваються [33, 38, 41]. Кожному стану фотосинтетичного апарату та фізіологічного стану посіву відповідає структурна організація, що забезпечує максимальну продуктивність [18, 33]. За зниження висоти стеблостою, підвищується значення листків і колосу у формуванні продуктивності рослини в цілому, а значення стебла різко знижується [9].

Як вже зазначалось, за фотосинтетичними особливостями у злаків розрізняють три моделі фотосинтезу: листкову, листково-колосову, стеблову. У жита фотосинтетична активність стебла висока. Зменшення значення стебла в забезпеченні колосу асимілянтами та недостатньо інтенсивна робота листків з піхвами і колосу є основною причиною прямої залежності у жита озимого між висотою рослини та продуктивністю [3, 14, 44].

Висота рослин – генетично-обумовлений чинник. Короткостебловість у жита контролюється домінантним геном *Hl*, або рецесивними генами *al*, *ct*, *d₁*, *d₂*, *br*, *mn* [2, 31].

За гібридологічного аналізу встановлено, що короткостебловість експериментальних матеріалів контролюється домінантним геном *Hl*. За схрещування зразка Карлик 1, з геном домінантної короткостебловості, та високостебловими закріплювачами стерильності 86–1 і 92–1 підтверджено домінантний моногенний тип спадкування короткостебловості. Гібриди першого покоління за висотою були істотно нижчими відносно материнської форми. За іншими господарсько-цінними ознаками прослідковувався гетерозисний ефект гібридного матеріалу за комбінації схрещування 86–1×Карлик 1 (табл. 3.3). За гібридизації 92–1×Карлик 1 формувалась незначна кількість насіння (8–12 шт. на колос), а гібриди першого покоління за показниками продуктивності колосу та рослин істотно поступалися вихідним батьківським формам, що пов'язано з низькою комбінаційною здатністю вихідних компонентів.

**Фенотипова мінливість кількісних ознак зразків жита озимого,
2014–2015 рр.**

Фенотипова кількісна ознака	Селекційний матеріал					HIP ₀₅
	86–1	92–1	Карлик 1	86–1 × Карлик 1	92–1 × Карлик 1	
	Компонент гібридизації					
	♀	♀	♂	F ₁	F ₁	
Висота рослин, см	121±5	127±5	91±4	96±3	94±3	4
Продуктивна кущистість, шт. стебел/рослину	7,2±1,5	6,2±1,5	10,0±1,2	9,8± 1,0	10,0±1,1	0,9
Довжина колосу, см	8,6±1,6	8,0±1,4	10,3±1,4	10,1±0,7	9,5±1,2	0,4
Кількість квіток у колосі, шт.	55,1±2,5	50,1±2,4	64,5± 3,3	72,1±4,3	52,1±2,4	3,6
Кількість зерен у колосі, шт.	32,8±1,7	28,6±1,4	38,6±2,3	46,2±3,2	18,9±2,1	2,2
Озерненість колосу, %	59,5±2,1	51,4±2,1	59,8±1,5	64,1±1,8	36,3±1,2	2,7
Щільність колосу, шт/см	2,9±0,1	2,8±0,1	3,3±0,4	3,3±0,1	2,4±0,2	0,1
Маса зерна з колосу, г	1,6±0,1	1,4±0,1	1,9±0,2	2,1±0,2	0,9±0,2	0,1
Маса зерна з рослини, г	12,2±1,1	8,7±1,1	15,3±1,2	16,3±1,4	8,4±1,2	0,6
Маса 100 зерен, г	4,7±0,2	4,6±0,2	4,9±0,2	4,0±0,1	4,6±0,1	0,2

Зменшення висоти рослин у F₁ відбувалося за рахунок скорочення всіх міжвузлів, зокрема, підколосового. Використання у схрещуваннях донору доміантної короткостебловості призводило до істотного збільшення продуктивної кущистості та довжини колосу, що позитивно впливало на підвищення продуктивності рослини жита озимого.

Оцінка гібридів F₂ за висотою стеблостою показала розщеплення популяції рослин на низькостеблові та високостеблові форми у співвідношенні 3:1. Для підтвердження фенотипового розщеплення було розраховано χ^2 .

Аналіз отриманих даних доводить, що $\chi^2_{\text{ф}} < \chi^2_{\text{ст}}$, а це вказує на те, що нульову гіпотезу підтверджено і за висотою рослин спостерігається розщеплення 3:1 (табл. 3.4).

Розчеплення гетерозиготних рослин у F₂ за геном *Hl/hl*, 2016–2017 рр.

Селекційний матеріал	Кількість рослин у досліді	Розчеплення рослин за висотою стеблостою, см		Співвідношення рослин за висотою	χ^2
		90–110	110–130		
86–1× Карлик 1	<u>62</u>	<u>47</u>	<u>15</u>	<u>0,758:0,242</u>	<u>0,023</u>
	73	53	20	0,726:0,274	0,254
92–1× Карлик 1	<u>42</u>	<u>30</u>	<u>12</u>	<u>0,714:0,286</u>	<u>0,286</u>
	48	35	13	0,729:0,271	0,111

Примітка. Над рискою – практично отримані дані, під рискою – теоретично очікувані показники.

Метою наших досліджень було створення та апробація за основними господарсько-цінними показниками короткостеблових форм жита озимого та визначення можливості їх використання в селекційних схемах створення нових вихідних матеріалів культури.

У процесі досліджень за гібридизації самофертильних ліній, переданих селекціонером В. В. Скориком, і створених кандидатів у закріплювачі стерильності, за рахунок гібридизації вітчизняного сорту Хлібне з іноземним гібридом DH–240 фірми Штрубе, виділено три короткостеблових форми – 8–4, 243–1, 246–1. Матеріали вирізнялись з-поміж інших своєю короткостебловістю та господарсько-цінними показниками (продуктивна кущистість, довжина колосу, маса зерна з колосу та з рослини тощо).

Створені зразки проаналізовано та проведено їх порівняльне оцінювання за основними фенотиповими ознаками.

Середня висота рослин у всіх короткостеблових зразків була відносно вирівняною і коливалась у межах 49–62 см (табл. 3.5). Вона суттєво відрізнялась від стандарту (93 см). Слід також відмітити, що в досліді зустрічались екземпляри, які мали довжину стебла лише 29 см (рис. 3.8).

Продуктивна кущистість є однією з важливих складових загальної продуктивності рослини. У жита показник продуктивної кущистості мінливий і в основному залежить від умов вирощування.

**Характеристика фенотипових кількісних ознак рослин
короткостеблових форм жита озимого, 2013–2015 рр.**

Фенотипова кількісна ознака	Сорт, зразок				HIP ₀₅
	Хлібне (ст.)	8–4	243–1	246–1	
Висота рослин, см	93±4	54±4	55±4	59±3	4,3
Продуктивна куцистість, шт. стебел/рослину	9,0± 1,3	11,3±0,9	5,1± 0,4	5,8± 0,6	0,9
Довжина колосу, см.	9,5± 0,9	11,1±0,6	10,4±0,7	9,7±0,5	0,5
Кількість квіток у колосі, шт.	56,9± 2,7	61,1± 2,4	63,3±2,2	62,6±2,5	2,5
Кількість зерен у колосі, шт.	32,8± 1,9	40,2± 2,2	43,6± 2,0	42,1± 2,3	2,3
Озерненість колосу, %	57,6± 1,5	65,8±1,8	68,9±2,2	67,3±2,0	2,9
Щільність колосу, шт/см	3,4± 0,1	3,6±0,1	4,2±0,2	4,3±0,2	0,11
Маса зерна з колосу, г	1,51±0,1	1,70±0,1	2,52±0,1	1,73±0,1	0,1
Маса зерна з рослини, г	13,3± 1,2	19,5±0,9	12,8±1,0	9,7± 0,8	0,6
Маса 100 зерен, г	4,51±0,1	4,32±0,11	5,81±0,1	4,02±0,1	0,2

Відомо, що за гібридизації у жита домінує більша куцистість [31, 33]. Виділені зразки суттєво різнилися за цією ознакою. Найбільшу куцистість зафіксовано у рослин зразка 8–4 – у середньому 11,3 стебел на рослину. Істотно меншою вона була у сорту-стандарту Хлібне із середнім показником 9,0 стебел на рослину. На 36 % і 43 % відносно стандарту мали меншу куцистість рослини номерів 246–1 і 243–1, відповідно. Загалом за дослідом цей показник був у межах 4,7–12,2 шт. стебел на рослину, проте фіксували екземпляри і з кількістю стебел 17 штук.

Довжина колосу є однією з найважливіх характеристик продуктивності, що контролюється переважно генотиповими чинниками, хоча й може незначно змінюватись під дією умов навколишнього середовища. У досліді цей показник варіювала в межах 9,5–11,1 см. Дещо вищий він був у окремих рослин зразка 8–4 (до 13,2 см) (рис. 3.9).



Рис. 3.8 Висота стебла рослин короткостеблової форми жита озимого (8–4).



Рис. 3.9 Довжина колосу жита озимого зразка 8–4.

У цілому ж ця ознака маломінлива. Проте необхідно зауважити, що довжина колосу матеріалів 8–4 і 243–1 істотно перевищувала показник контрольного варіанту.

Між висотою стеблостою та довжиною колосу спостерігається обернена залежність (рис. 3.10).

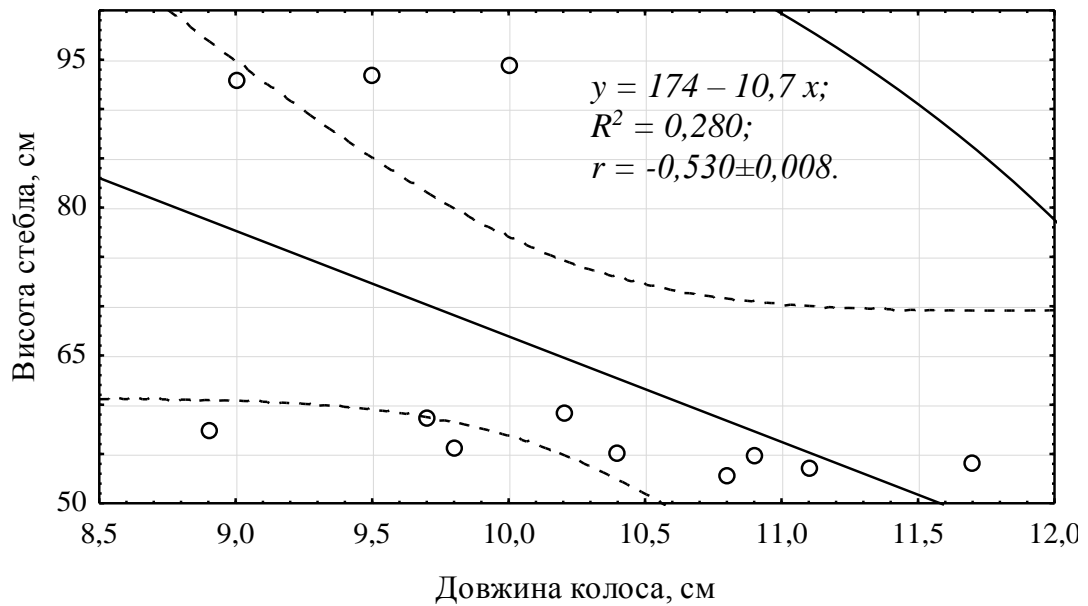


Рис. 3.10 Залежність між висотою рослин і довжиною колосу в короткостеблових формах жита озимого (2013–2015 рр).

Одночасне збільшення кількості квіток у колосі та озерненості – є одним із шляхів підвищення продуктивності рослини [7, 33]. Ця ознака залежить від генотипових і фенотипових особливостей організму. Її можна змінювати як за рахунок добору, так і селекцією на гетерозис. Найбільшу кількість квіток у колосі відмічено у зразка 243–1 (63,3 шт.), що на 11 % перевищувало контроль. Окремі екземпляри формували до 74–82 шт. квіток. Не суттєво нижчим цей показник був у номерів 246–1 і 8–4.

У досліджуваних зразків кількість зерен у колосі варіювала в межах 40,2–43,6 шт. Найбільшою вона зафіксована у зразка 243–1 (43,6 шт.), а найменшою – у стандарту (32,8 шт. зерен на колос).

Між кількістю квіток і зерен у колосі існує пряма залежність (рис. 3.11).

Озерненість колосу визначається співвідношенням кількості зерен і квіток у колосі. Вона відноситься до середньомінливих ознак і значно залежить від впливу чинників навколишнього середовища. Озерненість дослідних зразків не істотно відрізнялась поміж варіантами. Всі матеріали можуть використовуватись донорами генів цієї ознаки. Проте найвищою озерненістю характеризувався зразок 243–1 (68,9 %), що на 20 % перевищував показник контрольного варіанту. У середньому за дослідом озерненість колосу варіювала у межах 64,0–72,1 %.

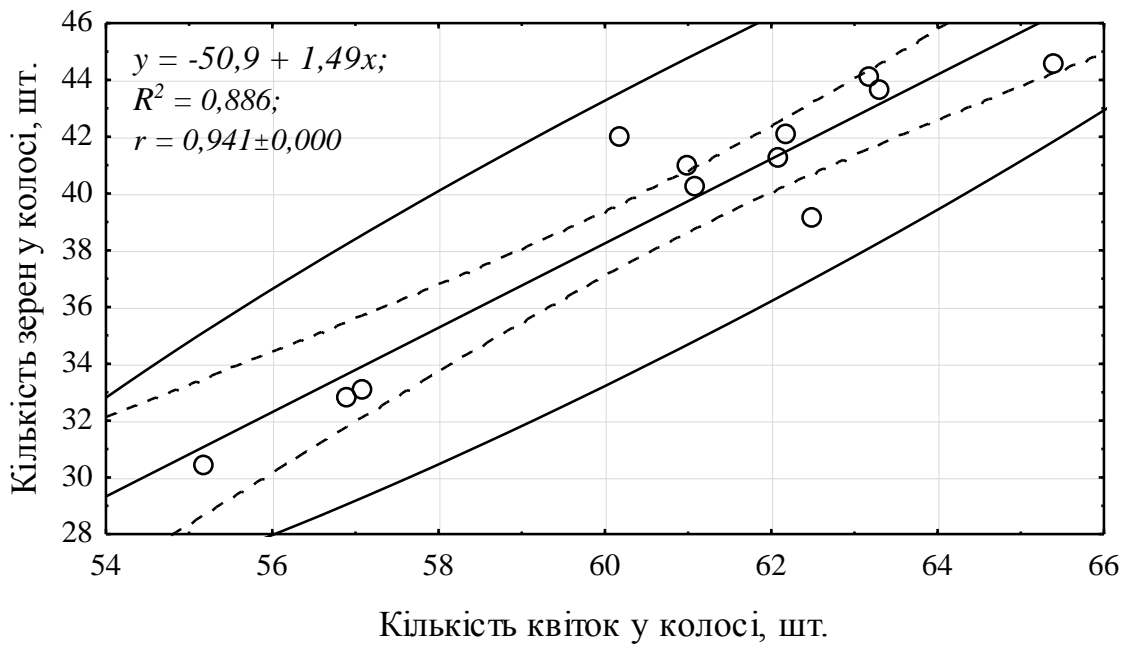


Рис. 3.11 Залежність між кількістю квіток і зерен у колосі короткостеблових форм жита озимого (2013–2015 рр).

Високою щільністю колосу вирізнялись зразки 243–1 і 246–1, відповідно, 4,2 шт. і 4,3 шт. колосків на один сантиметр колосу, що на 24 % і 27 % вище показника рослин сорту-стандарту (3,4 шт/см). Суттєво нижчою щільність була у зразка 8–4 – 3,6 шт. колосків на сантиметр суцвіття, що лише на 6 % перевищувало показник сорту Хлібне.

Найкрупніше насіння формували рослини зразка 243–1. Середнє значення його – 5,8 г, що на 29 % перевищувало контроль. Маса 100 насінин номерів 8–4 та 246–1 була істотно нижчою порівняно з контролем (на 5 % і 11 %, відповідно).

Маса зерна з колосу – є інтегральною ознакою, що поєднує кількість зерен у колосі і масу однієї зернини. Цей показник у жита озимого є основним складовим структури врожайності зерна. У селекційній роботі майже у всіх колосових зернових культур проводиться добір на збільшення цієї ознакою. Маса зерна з колосу у досліді варіювала у межах від 1,4 г до 2,6 г. Найменшу масу зерна з колосу отримано у сорту-стандарту – 1,5 г, найбільшу – у зразка 243–1 – 2,5 г, що на 69 % більше стандарту. За цією ознакою зразки 8–4 і 246–1 на 17 % і 14 %, відповідно, перевищували

контроль. Також встановлено, що у дослідних варіантах вирізнялись екземпляри, маса зерна з колосу яких перевищувала 2,7 г.

Найменшу масу зерна з рослини зафіксовано у зразка 246–1 (на 27 % нижче показника стандарту), а найбільшу – в зразка 8–4 (на 47 % вище). На рівні стандарту була маса зерна з рослини номера 243–1.

Варто зауважити, що рослини зразка 8–4 разом з короткостебловістю характеризувались еректоїдним розміщенням листкових пластинок.

Отже, створено та апробовано короткостеблові форми жита озимого, що мають низку господарсько-цінних ознак і за окремими параметрами перевищують сорт-стандарт. Виділені матеріали доцільно використовувати в селекційних дослідженнях в якості донорів генів визначених ознак. Зокрема, зразок 8–4 ефективно залучати донором короткостебловості, продуктивної кущистості, збільшення довжини колосу та маси зерна з рослини. Форми 243–1 і 246–1 доцільно використовувати донорами короткостебловості, збільшення виходу зерна з колосу, озерненості та щільності колосу. Зразок 243–1 є ефективним донором великої маси 100 зерен. За проведеного гібридологічного аналізу встановлено моногенний контроль домінантної короткостебловості жита озимого та можливість отримання короткостеблових зразків за гібридизації високостеблових форм з матеріалами-донорами гена *Hl/hl*.

3.3 Продуктивна кущистість і клонування інтактних рослин жита озимого

Створення, розмноження та збереження високопродуктивних вихідних компонентів гібридів, особливо самонесумісних форм, є основною проблемою селекційного процесу жита озимого. У сучасній селекції зернових культур, зокрема жита, ефективним способом підвищення продуктивності є зміна архітектоніки рослини, що сприятиме оптимізації біологічної структури посіву і забезпечення оптимального використання сонячної радіації для формування високої врожайності [24, 31, 33, 37].

Актуальним залишається питання підвищення продуктивної кущистості рослин, що насамперед залежить від сортових особливостей і вихідних компонентів генотипу.

Інтенсивність кушіння рослин жита озимого є важливим за його вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах. У регіонах з континентальним кліматом, де спостерігається вимерзання, як і в зонах з помірним кліматом, де можливе випрівання посівів, доцільно створювати сорти і гібриди, схильні до інтенсивного закладання генеративних пагонів. Це сприяє відновленню продуктивного стеблостою, зрідженого внаслідок впливу несприятливих умов навколишнього середовища [24, 42]. Проблема продуктивності рослин у зоні Правобережного Лісостепу нині стоїть особливо гостро, адже тривалий осінній і літній дефіцит вологи є лімітуючим чинником.

Кущистість рослин жита визначається низкою чинників, зокрема, особливістю генотипу, родючістю ґрунту, глибиною загортання насіння, нормою висіву, строками сівби, погодними умовами вирощування тощо. У промислових посівах розкущена восени рослина може мати 3–5 шт. продуктивних стебел, а у зріджених – понад 10. Встановлено вплив цитоплазми на успадкування формування кількості продуктивних стебел [7, 17, 45]. Тобто, для отримання високого кушіння гібридів під час гібридизації за материнську форму доцільно обирати зразки з високою кущистістю рослин.

У процесі досліджень підтверджено, що кушіння жита озимого проходить переважно в осінній період. За сівби в оптимальні строки період закладання генеративних пагонів триває 30–40 діб. За весняного відростання в оптимальних умовах температурного режиму і вологості ґрунту формується до 25 % продуктивних стебел [7, 15]. У період вегетаційного росту, включаючи фазу кушіння, рослини проходять яровизацію, що забезпечує формування репродуктивних пагонів. Яровизаційні процеси у жита озимого

проходять за температури 0–10 °С.

Глибина закладання вузла кущіння у жита пов'язана з довжиною мезокотилію (підземне міжвузля), що з'єднує зернівку з вузлом [7]. Чим коротший мезокотиль, тим глибше, за оптимальної глибини загортання насіння, закладається вузол кущіння. Морозостійкі сорти мають короткий мезокотиль. За гібридизації ознака характеризується проміжним типом успадкування і підлягає відбору в наступній низці поколінь.

Здатність жита до тривалого і послідовного кущіння використовується селекціонерами для прискореного розмноження цінних генотипів культури.

Метою досліджень було визначення умов для підвищення інтенсивності кущіння і клонування інтактних рослин під час створення та розмноженні вихідного генетично ідентичного матеріалу в селекції жита озимого.

Випробовувалися шість відібраних зразків жита озимого (8–4, 19–5, 188, 214, 243–1, 246–1), що вирізнялись комплексом господарсько-цінних ознак. Як стандарт, було обрано сорт жита озимого Хлібне.

Розмножували зразки за використання клонування інтактних рослин. Стимулювання закладання бокових пагонів вузла кущіння проводили за підгортання рослин і забезпечення оптимальних умов вирощування (полив, підживлення).

Розмножити генетично ідентичний рослинний матеріал жита озимого можна за використання мікроклонального розмноження *in vitro* або індукуванням закладання додаткових бічних пагонів у вузлі кущіння рослини за створення оптимальних умов вирощування *in vivo*. Біотехнологічні методи розмноження матеріалу потребують стерильних лабораторних умов вирощування та додатковий адаптаційний період для перенесення рослин у польові умови. Клонування інтактних рослин спрощує процес розмноження генетично ідентичного матеріалу. Це досягається стимулюванням закладання бокових пагонів у вузлі кущіння.

У фазу кущіння визначається форма куща. Вона може бути розлогою (переважно морозостійкі зразки), прямою (помірноморозостійкі та посухостійкі зразки) і проміжною (рис. 3.12).



Рис. 3.12 **Форма куща рослин жита озимого:**

1 – прямостояча; 2 – напіврозлога (проміжна); 3 – розлога.

На початку кушіння у жита з'являється первинний боковий пагін з бруньки, що формується в піхві первинного листка. Згодом утворюються нові пагони з бруньок, що знаходяться у піхвах другого і третього листків. З незначним запізненням розвиваються вузлові корені [7]. Кожен пагін формує свої первинні корінці. У піхвах листків першого порядку закладаються бруньки, що розвиваються в пагони другого порядку. Пагони другого і наступних порядків відстають у рості й розвитку від головного пагона. Таким чином, за оптимальних умов вирощування, кушіння можна продовжити впродовж тривалого часу для отримання необхідної кількості клонів.

Для прискореного розмноження цінних генотипів і збільшення кількості рослин кожного зразка проводили розділення сформованого куща на окремі пагони з корінцями (клони) та наступним їх пересаджуванням у вологу ґрунтову суміш у торфово-перегнійні горщечки або ґрунтові бокси теплиці, а весною – у польові умови вирощування. За кількаразового підгортання рослин у фазу кушіння стимулюється процес закладання додаткових бокових пагонів у вузлі кушіння та збільшується коефіцієнт розмноження рослини за рахунок клонування (рис. 3.13).

За рік з однієї рослини можна отримати біля 500 рослин. Клонування використовували для розмноження інцухт-ліній та оцінювання комбінаційної здатності генотипів. Особливо важливим є використання клонованого розмноження для самонесумісних зразків.



Рис. 3.13 Кушіння рослин жита озимого за клонування:

1 – високий коефіцієнт кушіння; 2 – низька інтенсивність кушіння.

У процесі досліджень виділено матеріали, що мали високий коефіцієнт кушіння (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Характеристика кількісних ознак рослин жита озимого за клонування,
2014–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Фенотипова кількісна ознака							
	Висота рослин, см	Продуктивна кущистість, шт. стебел/рослину	Загальна куцистість, кількість закладених пагонів/рослину, шт.	Маса зерна з колосу, г	Маса зерна з рослини, г	Кількість отриманих життєздатних клонів з рослини за один пасаж, шт	Продуктивна кущистість клонів, шт. стебел/рослину	Маса зерна з колосу, г
Хлібне (ст.)	93±4	9,0±1,5	10,3±1,8	1,5±0,1	13,3±1,2	6,3±1,2	4,4±0,8	1,3±0,1
8–4	54±4	11,3±0,9	12,0±0,7	1,7±0,1	19,5±0,9	9,0±1,0	6,3±0,7	1,5±0,1
243–1	55±3	5,1±0,4	9,4±0,6	2,5±0,1	12,8±1,0	5,3±0,7	3,1±0,5	2,2±0,1
246–1	59±3	5,8±0,6	8,4±1,0	1,7±0,1	9,7±0,8	5,4±0,6	3,4±0,5	1,4±0,1
19–5	69±5	10,8±1,5	12,3±0,9	2,4±0,1	25,9±1,7	9,2±1,1	5,1±1,0	2,3±0,2
188	106±3	12,3±0,8	13,1±1,2	3,3±0,2	36,7±0,6	9,8±0,9	5,8±0,8	3,0±0,2
214	97±4	10,4±0,7	12,1±0,9	1,8±0,1	17,1±0,8	8,5±0,8	5,7±0,6	1,7±0,1
<i>НІР₀₅</i>	<i>4</i>	<i>0,7</i>	<i>0,5</i>	<i>0,1</i>	<i>1,1</i>	<i>0,7</i>	<i>0,6</i>	<i>0,2</i>

Зразок 188 формував у середньому 13,1 штук пагонів на рослину, з них 12,3 – продуктивних. Він характеризувався найбільшою масою зерна з колосу та рослини. Істотно нижчий коефіцієнт кущіння фіксували у номерів 243–1 та 246–1.

За клонування кількість життєздатних клонів залежала від генотипу і коливалась у межах 56,3–74,6 % від загальної кількості висаджених розклонованих рослин. Продуктивна кущистість отриманих після клонування рослин істотно поступалась вихідним формам. Проте маса зерна з колосу майже не відрізнялась від вихідного зразка.

Інтенсивність наростання біомаси клонованих форм залежала від умов вирощування. На дослідних ділянках за поливу спостерігали інтенсивніший ріст і розвиток рослин, аніж в умовах теплиці.

Отже, встановлено, що для прискореного розмноження цінних генотипів жита озимого доцільно проводити клонування розкущених інтактних рослин упродовж року за вирощування в оптимальних умовах тепличного комплексу та поля. Інтенсивність кущіння та коефіцієнт клонування істотно залежать від генотипу вихідного матеріалу. Виділено кращі зразки (8–4 і 188), що можуть використовуватись донорами генів продуктивної кущистості.

3.4 Способи відбору високопродуктивних форм жита

Спосіб відбору високопродуктивних форм жита за ознакою «шестирядковий колос». Зміна архітекtonіки рослини за визначеною ознакою дає можливість візуально ідентифікувати в популяції створених матеріалів високопродуктивні рослини. Для ідентифікації та відбору високопродуктивних зразків зернових культур, зокрема, жита озимого, розроблено низку способів. Селекціонери широко використовують методи, що за мінімальних затрат часу та коштів дають змогу візуально за маркерними ознаками виділити високопродуктивні форми. Маркерні ознаки повинні виконувати своє завдання – дозволяти візуально визначати особини, що сформувалися в результаті запилення.

Відомий спосіб відбору продуктивних рослин шляхом фенотипової оцінки та відбору рослин за довжиною і щільністю колосу [6]. Система відбору направлена на ідентифікацію та видалення рослин з коротким колосом. У випадку, коли кількість рослин з дрібним колосом більша допустимої норми, номер вибраковується. Недоліком цього способу є те, що для відбору рослин необхідно значні затрати праці для вимірювання довжини та визначення щільності колосу рослин. Окрім того, неможливо провести ідентифікацію значної кількості рослин на великих площах.

Відомий спосіб відбору рослин за кількістю зерен у колосі [28]. Він направлений на виділення рослин з більшою кількістю колосків і насіння в колосі. Недоліком цього способу є те, що для ідентифікації продуктивних рослин необхідні значні затрати праці для відбору та обліку кількості зерен з колосу. Середню кількість зерен з одного колосу розраховують за формулою:

$$X = (Y \times 1000) : \Phi, \quad (3)$$

де: X – середня кількість зерен з одного колосу, шт;

Φ – маса 1000 зерен (г) (визначають за середньою пробою зерна, без поправки на вологість).

Найближчий за сукупністю суттєвих ознак до пропонованого способу є спосіб відбору високопродуктивних форм шляхом фенотипової оцінки та відбору рослин за продуктивністю колосу, що включає визначення кількості зерен у колосі та маси зерна з колосу за лабораторного підрахунку та зважування зерен [28].

Спільні суттєві ознаки, визначення кількості зерен з колосу та визначення маси зерна з колосу, мають відомі і пропонований спосіб. Проте, за використання відомих способів необхідно значні затрати праці для лабораторного визначення кількості зерен у колосі і маси зерна з колосу.

В основу пропонованого способу поставлено завдання спрощення ідентифікації та зменшення затрат праці при відборі високопродуктивних

форм жита за рахунок використання форм з маркерною ознакою «шестирядковий колос». Метою винаходу є зменшення затрат праці за рахунок візуального відбору рослин з шестирядковим колосом.

Поставлена мета досягається тим, що згідно запропонованого способу відбору високопродуктивних форм жита, що включає фенотипову оцінку та відбір за довжиною та продуктивністю колосу, відбір рослин проводять за маркерною ознакою «шестирядковий колос». Шестирядковість колосу дозволяє підвищити продуктивність колосу та проводити візуальну ідентифікацію створеного матеріалу.

Новою ознакою запропонованого способу є відбір і використання для розмноження лише шестирядкових форм жита.

Спосіб відбору високопродуктивних форм жита здійснюється наступним чином. Вихідний матеріал ідентифікують за маркерною ознакою і відбирають для схрещування лише форми з ознакою «шестирядковий колос». Маркерні ознаки повинні виконувати своє завдання – дозволяти візуально визначати особини, що сформувалися в результаті запилення. Форми з шестирядковим колосом вирізняються та легко відбираються з популяції рослин.

Зібране насіння розмножують на ізолюваних ділянках. Отримані форми аналізують за господарсько-цінною ознакою. Серед отриманих форм для подальшої селекційної роботи відбирають форми з високою пенетрантністю та експресивністю за маркерною ознакою «шестирядковий колос».

Отримані в наступних поколіннях рослини легко фенотипово відбирати за маркерною ознакою «шестирядковий колос».

Визначення рівня продуктивності та, за необхідності, вибраковку рослин жита з чотирьохрядковим колосом проводять за маркерною ознакою в період колосіння–повна стиглість. Форми з шестирядковим колосом, що залишають на ділянці, використовують для отримання насіння. Таким чином, рослини без маркерної ознаки механічно видаляють з площі до початку збирання врожаю, що забезпечує формування насіння високопродуктивних форм.

Експериментальна перевірка способу проводилась на дослідному полі Уманського національного університету садівництва.

В якості вихідного матеріалу для створення та відбору шестирядкових форм жита використовували фертильний зразок 257, колос рослин якого формував шість рядів зерен. Зібране насіння з шестирядкових особин зразка розмножували на ізолюваних ділянках. Частота прояву маркерної ознаки у популяції коливалась у межах 65–75 %. Отримані форми аналізували за господарсько-цінною ознакою. Вони характеризувались значною мінливістю за морфобіологічною ознакою. Серед популяції рослин формувались особини як з високою, так і з низькою експресивністю маркерної ознаки «шестирядковий колос». Два з шести рядів зерен формували від чотирьох до 12 насінин. Повні (чотири) ряди мали 16–20 насінин. Експресивність ознаки «шестирядковий колос» варіювала у межах 20–60 %. У всіх рядах колосу формувалось повноцінне виповнене насіння.

Для проведення наступних досліджень відбирали шестирядкові високопродуктивні нащадки. Відбір високопродуктивних форм жита спрощувався візуальною ідентифікацією ознаки. На ділянках розмноження використовували рослини з експресивністю ознаки 50–60 %.

Наступний етап селекційної роботи передбачає стабілізацію відібраної форми з маркерною ознакою «шестирядковий колос».

Таким чином відібрано високопродуктивний зразок жита озимого 257. Характерною особливістю зразка є шестирядковий колос рослин. Експресивність цієї ознаки 40–50 %. Рослини зразка мають високу озерненість колосу (83 шт. насінин у колосі). Зерно крупне, добре виповнене, не зморшкувате. Маса 1000 зерен складає 33,2 г. Середня врожайність зерна зразка 257 становить 9,40 т/га, що істотно на 36 % перевищує стандарт (сорт Хлібне).

Використання на ділянках розмноження лише шестирядкових форм дозволить створити високопродуктивні матеріали за рахунок підвищення продуктивності колосу.

Отже, зміст винаходу полягає в тому, що для відбору високопродуктивних форм жита на ділянках розмноження використовуються вихідні форми з маркерною ознакою «шестирядковий колос», що мають високу продуктивність колосу та рослини вцілому. Це забезпечує візуальний контроль ідентифікації матеріалу при зменшенні затрат праці та дає можливість отримання на ділянках формування насіння високопродуктивних форм жита.

Спосіб відбору високопродуктивних форм жита за геном M/m «гіллястий колос». В основу пропонованого способу поставлено завдання спрощення ідентифікації та зменшення затрат праці при візуальному відборі високопродуктивних форм жита за рахунок гібридизації вихідних форм з маркерною ознакою «гіллястий колос», що контролюється геном M/m . Метою винаходу є зменшення затрат праці за рахунок візуального відбору рослин з гіллястим колосом.

Поставлена мета досягається тим, що згідно пропонованого способу відбору високопродуктивних форм жита за геном M/m «гіллястий колос», що включає гібридизацію вихідних форм, носіїв гена M/m , фенотипове оцінювання та відбір за довжиною і продуктивністю колосу, відбір рослин проводять візуально за маркерною ознакою «гіллястий колос». Формування гіллястого колосу дозволяє підвищити продуктивність колосу та проводити візуальну ідентифікацію створеного матеріалу.

Новою ознакою запропонованого способу є гібридизація вихідних форм, носіїв гена M/m , відбір і використання для розмноження лише гомозиготних форм жита за рецесивним геном m/m «гіллястий колос».

Спосіб відбору високопродуктивних форм жита за геном M/m «гіллястий колос» здійснюється наступним чином. Вихідний матеріал візуально ідентифікують за маркерною ознакою і відбирають для схрещування лише форми з ознакою «гіллястий колос». На ізолюваних ділянках проводять гібридизацію вихідних форм. Зібране насіння розмножують на ізолюваних ділянках. Отримані форми аналізують за господарсько-цінною ознакою.

Серед отриманих форм для подальшої селекційної роботи відбирають форми з високою пенетрантністю та експресивністю за маркерною ознакою «гіллястий колос», що контролюється рецесивним геном *m*. Отримані в наступних поколіннях рослини легко візуально фенотипово відбирати за маркерною ознакою «гіллястий колос». Форми з гіллястим колосом вирізняються та легко відбираються з популяції рослин.

Визначення рівня продуктивності та, за необхідності, вибраковку рослин жита з негіллястим колосом проводять за маркерною ознакою в період колосіння–повна стиглість. Форми з гіллястим колосом, що залишають на ділянці, використовують для отримання насіння. Таким чином, рослини без маркерної ознаки механічно видаляють з площі до початку збирання врожаю, що забезпечує формування насіння високопродуктивних форм жита озимого.

В якості вихідного матеріалу для гібридизації, створення та відбору гіллястих форм фертильного зразка жита 88, колос рослин якого формувалось додаткові колоски на видовженому стрижені, використовували комбінацію ♀ (53–1 × 53–2) × ♂ К6 (екзоплазма). Зібране насіння з рослин зразка 88 з гіллястим колосом розмножували на ізолюваних ділянках. Частота прояву маркерної ознаки у популяції варіювала у межах 35–65 %. Отримані форми аналізували за господарсько-цінною ознакою. Вони характеризувались значною мінливістю за морфобіологічною ознакою. Серед популяції рослин формувались особини як з високою, так і з низькою експресивністю маркерної ознаки «гіллястий колос». Експресивність ознаки «гіллястий колос» коливалась у межах 5–50 %. У всіх сформованих колосках додаткових гілок колосу формувалось повноцінне насіння.

Для проведення подальших досліджень відбирали гіллястоколосі високопродуктивні нащадки. Відбір високопродуктивних форм жита спрощувався візуальною ідентифікацією ознаки. На ділянках розмноження використовували рослини з експресивністю ознаки 10–40 %.

Наступний етап селекційної роботи передбачатиме стабілізацію відібраної форми за геном *M/m* «гіллястий колос».

Таким чином за гібридизації ♀ (53–1 × 53–2) × ♂ К6 (екзоплазма) створено високопродуктивний зразок жита озимого 88. Характерною особливістю зразка є гіллястий колос рослин. Експресивність цієї ознаки 10–50 %. Рослини зразка мають високу озерненість колосу (112 шт. насінин у колосі). Зерно середньої величини, виповнене, не зморшкувате. Маса 1000 зерен складає 30,8 г. Середня врожайність зерна зразка 88 становить 9,71 т/га, що істотно на 37 % перевищує стандарт.

Використання на ділянках розмноження лише гіллястоколосих форм дозволить створити високопродуктивні матеріали за рахунок підвищення продуктивності колосу жита.

Отже, зміст винаходу полягає в тому, що для візуального відбору високопродуктивних форм жита за геном *M/m* «гіллястий колос» на ділянках розмноження для гібридизації використовують вихідні форми з маркерною ознакою «гіллястий колос», що мають високу продуктивність колосу та рослини вцілому. Це забезпечує візуальний контроль ідентифікації матеріалу на ділянках розмноження при зменшенні затрат праці та дає можливість формування насіння високопродуктивних форм жита.

3.5 Особливості фотосинтезу створених зразків різних морфотипів жита озимого та типи успадкування якісних ознак у поколіннях

Вченими доведено [14], що існує пряма кореляційна залежність між інтенсивністю фотосинтезу та продуктивністю культури. Вважається, що листкова пластинка є основним органом фотосинтезу і джерелом асимілянтів для формування зерна. Проте генотипові відмінності в участі різних асиміляційних органів в загальній фотосинтетичній активності рослин підтверджують існування різних моделей фотосинтезу і фотосинтетичної продуктивності в групі зернових культур.

Встановлено, що у пшениці та тритикале фотосинтетична активність листкового апарату займає 60 % від загальної активності всієї рослини, а у жита лише 20 % [14]. Фотосинтетична активність листкових пластинок

тритикале у два рази вища ніж у пшениці і у вісім – аніж у жита. Тобто, серед зернових колосових культур найнижчу фотосинтетичну активність листків має жито.

Участь стебла (разом з листковими піхвами) в загальному фотосинтезі рослин складає 20 % у ячменю, вівса та тритикале і біля 60 % у жита. Участь колосу в загальному фотосинтезі займає у пшениці – 12 %, тритикале – 15,4 %, жита – 23,3 %, ячменю – 28,9 %, вівса (волють) – 40,7 %.

У процесі еволюції і цілеспрямованої селекції зернових культур на збільшення кількості продуктивних стебел на одиницю площі агроценозу збільшувалось значення нелисткових асиміляційних органів у загальному фотосинтезі цілої рослини. Частка їх участі складає від 40 % (тритикале) до 80 % (жито).

Отже, для жита характерний стебловий тип фотосинтезу. Проте за переходу селекції на короткостебловість при зниженні висоти стеблостою підвищується вплив листового апарату та колосу на формування врожаю та підвищення продуктивності культури.

Зменшення частки впливу стебла в забезпеченні колосу асимілянтами передбачає ведення селекції в напрямку збільшення площі листків.

Встановлено, що жито з домінантною короткостебловістю формує листовий апарат, який не поступається звичайним високорослим сортам, а в період наливу зерна зберігає навіть більшу площу зеленої поверхні, що сприяє подовженню фотосинтетичної активності [12, 35, 36]. Листки короткостеблових зразків жита товщі, коротші, але ширші відносно високорослих сортів. У короткостеблових зразків у колос потрапляє значно більше асимілянтів, ніж у довгостеблових, за рахунок зменшення шляху між асимілюючими і споживчими органами. Жито з домінантною короткостебловістю помітно відстає у рості від звичайного, а тому зона вузла кушіння освітлюється краще. Це сприяє розвитку в короткостеблового жита більшої кількості колосоносних стебел. Проте, значення безплідних стебел не можна недооцінювати, оскільки продукти фотосинтезу передаються продуктивним стеблам, забезпечуючи їх поживними речовинами [10, 30].

Короткостеблові зразки жита озимого порівняно з довгостебловими за рахунок структури й особливостей дії фотосинтетичного апарату мають значні селекційні можливості у формуванні високого врожаю зерна [27]. Листки впливають на формування врожайності зерна жита від сходів до воскової стиглості [27, 30].

Збільшити індекс листової поверхні можна за рахунок зміни густоти стеблостою, що можливо за створення форм з еректоїдною орієнтацією листової пластинки. Селекція на зменшення кута відхилення листової пластинки від стебла забезпечує кращу освітленість рослин і сприяє активній участі в накопиченні органічних речовин листками всіх ярусів [10, 27].

Метою наших досліджень був аналіз колекції короткостеблових зразків донорів генів розлогої і еректоїдної орієнтації листової пластинки, безлігунності, забарвлення рослин жита озимого та закономірностей успадкування генів визначених ознак і продуктивності форм різних за морфологічною будовою листка для використання їх у селекційному процесі отримання нових вихідних матеріалів культури.

Для створення матеріалів з морфологічно альтернативною відмінністю листової пластинки використовувалися форми з високою комбінаційною здатністю. Створені самофертильні закріплювачі стерильності в низці поколінь поспіль насичували генами носіїв маркерних ознак, використовуючи беккросні схрещування та індивідуальний відбір особин за бажаними ознаками. Отримані гібридні форми самозапильовали, відбирали зразки з чітко вираженими альтернативними ознаками та ізольовано розмножували, проводячи фенотиповий аналіз і вибраковування небажаних форм.

У процесі досліджень було підтверджено, що орієнтація листової пластинки та її площа суттєво впливають на фотосинтетичну активність та, відповідно, продуктивність рослин жита озимого.

Збільшення листової маси дасть змогу реалізувати закладені в колосі потенціальні можливості генотипу.

Морфотипи з еректоїдною орієнтацією листків, особливо широколисті форми, істотно перевищували сорт-стандарт за площею асиміляційної поверхні прапорцевого листка і за вмістом в ньому хлорофілу (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Вміст хлорофілу в органах рослин різних морфотипів жита озимого у фазу наливу зерна, 2017–2019 рр.

Морфотип рослин	Сорт, зразок	Площа прапорцевого листка	Листки			Колос			Стебло		
			вміст хлорофілу, мг/г сухої речовини								
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>
Короткостеблові платофіли (St)	Хлібне	8,1	1,31	1,03	2,34	0,62	0,35	0,97	0,72	0,64	1,36
Короткостеблові широколисті платофіли	328/16	16,7	2,08	1,42	3,50	0,74	0,43	1,17	0,79	0,60	1,39
Короткостеблові платофіли	288-1/16	12,3	1,93	1,21	2,93	0,71	0,38	1,09	0,77	0,61	1,38
Короткостеблові платофіли без воскового нальоту	314-22	6,8	1,31	1,00	2,31	0,62	0,31	0,83	0,61	0,49	1,10
Короткостеблові широколисті еректоїди	303/15	24,9	2,11	1,44	3,75	0,75	0,46	1,21	0,80	0,67	1,47
Короткостеблові еректоїди	289/15	15,4	1,61	1,22	3,14	0,69	0,40	1,09	0,75	0,70	1,45
Короткостеблові еректоїди без воскового нальоту	103/16	9,3	1,66	1,06	2,72	0,58	0,33	0,91	0,70	0,56	1,26
<i>НІР₀₅</i>			–	–	0,3	–	–	0,1	–	–	0,2

Короткостеблова широколиста еректоїдна форма 303/15 мала найвищий вміст хлорофілу і в колосі рослин. Найнижчий рівень цього показника в колосі зафіксовано у короткостеблових платофілів з відсутнім восковим нальотом фотосинтезуючої поверхні, що контролюється геном *W/w* у рецесивному стані (зразок 314–22).

Сумарний (*a + b*) вміст хлорофілу в стеблі в межах морфотипу істотно не відрізнявся за виключенням форм без воскового нальоту органів.

Встановлено пряму кореляційну залежність між показниками площі листків і вмістом хлорофілу $a + b$ (рис. 3.15).

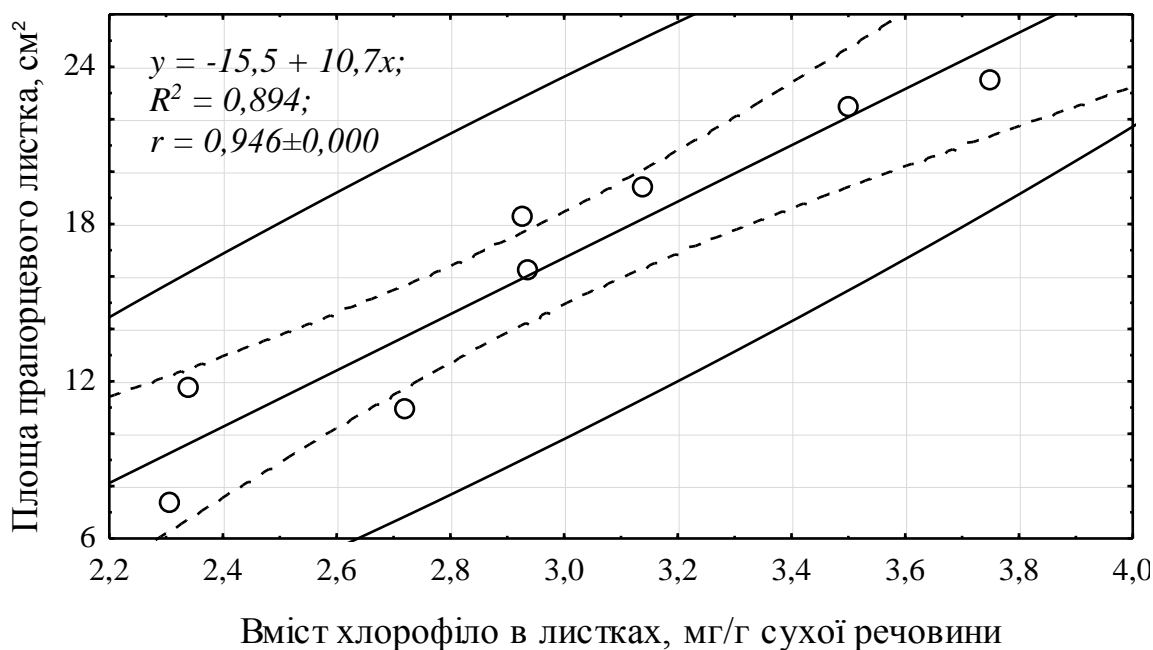


Рис. 3.15 Залежність площі прапорцевого листка від сумарного вмісту хлорофілу $a + b$ у листках рослин жита озимого.

Необхідно зауважити, що рослини морфотипів, у яких відсутній восковий наліт, мали істотно нижчий вміст хлорофілу у фотосинтезуючих органах, аніж рослини морфотипів з сизим забарвленням (рис. 3.16 і 3.17).

Проаналізувавши продуктивність рослин, встановлено, що морфотипи з широколистою еректоїдною орієнтацією листкової пластинки мають вищу продуктивність рослин, аніж платофіли (табл. 3.8).

Зразок 303/15 позитивно вирізнявся за довжиною колосу (13,5 см), кількістю зерен з колосу (63,8 шт.), озерненістю колосу (80,3 %), масою зерна з колосу (2,8 г) і рослини (23,5 г), що істотно перевищувало стандарт.

Підвищену продуктивність мали рослини з широколистою розлогою листковою пластинкою. Зразок 328/16 характеризувався високою озерненістю колосу (77,6 %), масою зерна з колосу (2,4 г) і рослини (22,4 г) та масою 100 насінин (4,5 г). Платофіли без воскового нальоту мали істотно нижчі показники за продуктивністю відносно стандарту, проте показники еректоїдних форм були на рівні контрольного варіанту.

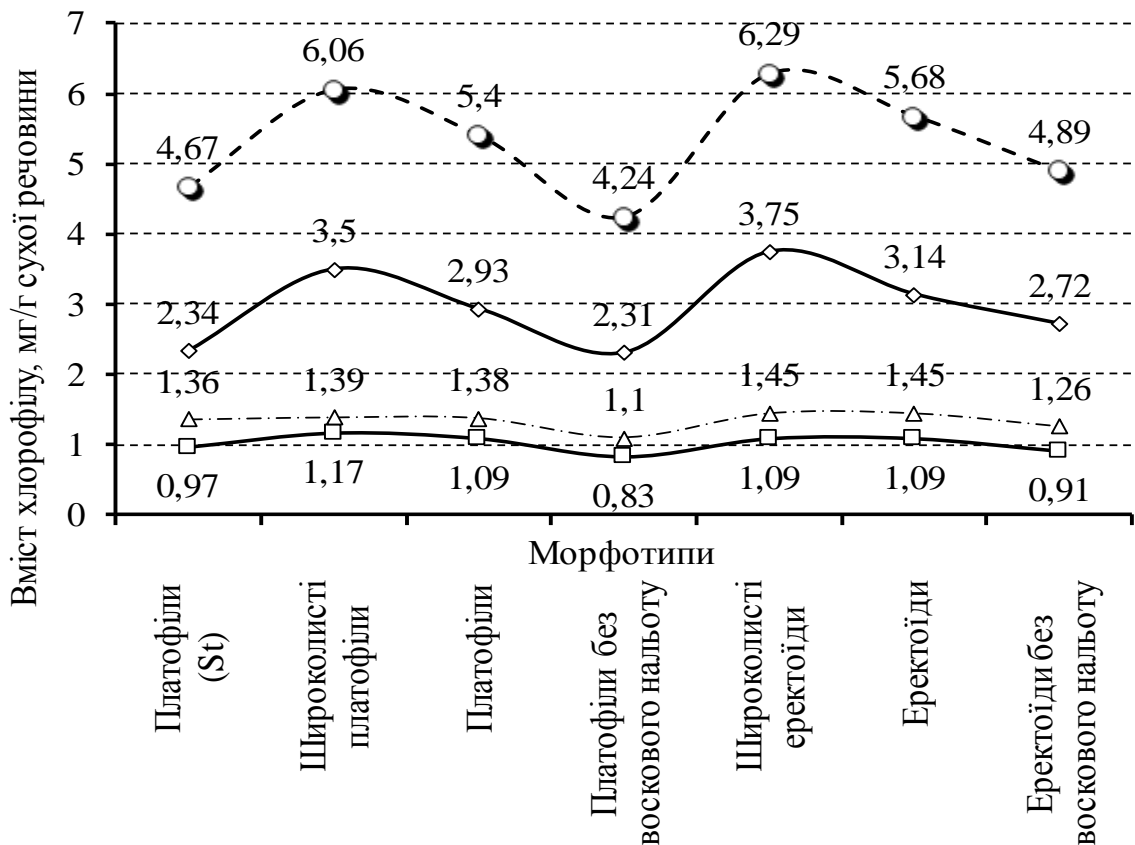


Рис. 3.16 Залежність сумарного вмісту хлорофілу *a + b* фотосинтезуючих органах від морфотипу рослин жита озимого:

- ◇— – прапорцевий листок; —□— – колос;
 —△— – стебло; —○— – фотосинтезуючі органи.



1

2

Рис. 3.17 Широколисті еректоїдні форми жита озимого альтернативні за ознакою «безвосковий наліт» (зразки 103-16 – 1, 303-15 – 2).

Таблиця 3.8

**Фенотипова мінливість кількісних ознак короткостеблових зразків
різних морфотипів жита озимого, 2017–2019 рр.**

Морфотип рослин	Сорт, зразок	Фенотипові кількісні ознаки									
		Висота рослин, см	Продук- тивна кущис- тість, шт.	Довжина колосу, см	Кількість квіток в колосі, шт.	Кількість зерен в колосі, шт.	Озер- неність колосу, %	Маса зерна з колосу, г	Маса зерна з рослини, г	Маса 100 зерен, г	
Платофіли (St)	Хлібне	96±4	8,7±1,0	9,2±0,8	60,3±2,5	36,5±1,5	60,5±1,2	1,6±0,1	11,7±1,1	3,9±0,2	
Широколисті платофіли	328/16	98±5	11,0±1,1	11,5±1,4	68,0±2,2	52,8±2,1	77,6±1,5	2,4±0,3	22,4±1,2	4,5±0,2	
Платофіли	288-1/16	91±4	10,4±1,2	10,4±1,5	58,8±3,1	40,7±2,5	69,2±1,8	2,2±0,1	18,3±1,3	4,0±0,1	
Платофіли без воскового нальоту	314-22	71±3	7,1±1,2	9,5±1,3	49,5±3,2	27,6±2,3	55,7±1,8	1,2±0,2	7,3±1,2	3,1±0,2	
Широколисті еректоїди	303/15	93±5	9,9±1,8	13,5±1,5	79,1±2,5	63,8±1,7	80,3±2,0	2,8±0,1	23,5±1,1	4,0±0,1	
Еректоїди	289/15	96±5	9,4±1,5	10,1±1,3	75,1±2,3	56,3±1,8	74,9±1,3	2,3±0,3	19,4±1,2	3,6±0,3	
Еректоїди без воскового нальоту	103/16	80±3	8,0±1,3	9,0±1,2	47,3±2,2	29,2±2,3	61,9±1,4	1,6±0,2	10,9±1,0	3,4±0,3	
<i>НІР₀₅</i>		4	0,8	0,6	2,5	1,8	3,2	0,1	0,8	0,2	

За продуктивною кущистістю рослини з еректоїдною орієнтацією листків істотно поступалися морфотипам з розлогою листковою пластинкою. Еректоїдні матеріали поступалися платофілам і за масою 100 насінин.

Платофіли без воскового нальоту фотосинтезуючих органів мали найнижчі показники у досліді, проте вирізнялися висотою стеблостою на рівні 71 ± 3 см.

Аналізуючи зв'язок фотосинтетичної активності морфотипів та їх продуктивність, підтверджено прямопропорційну залежність сумарного вмісту хлорофілу *a* і *b* у листках рослин жита озимого та показників господарсько-цінних ознак, зокрема, маси зерна з рослини і колосу (рис. 3.18). Необхідно відмітити формування дрібнішого насіння у рослин з еректоїдною орієнтацією листкової пластинки. Відповідно і маса 100 насінин цих морфотипів була істотно меншою відносно платофілів.

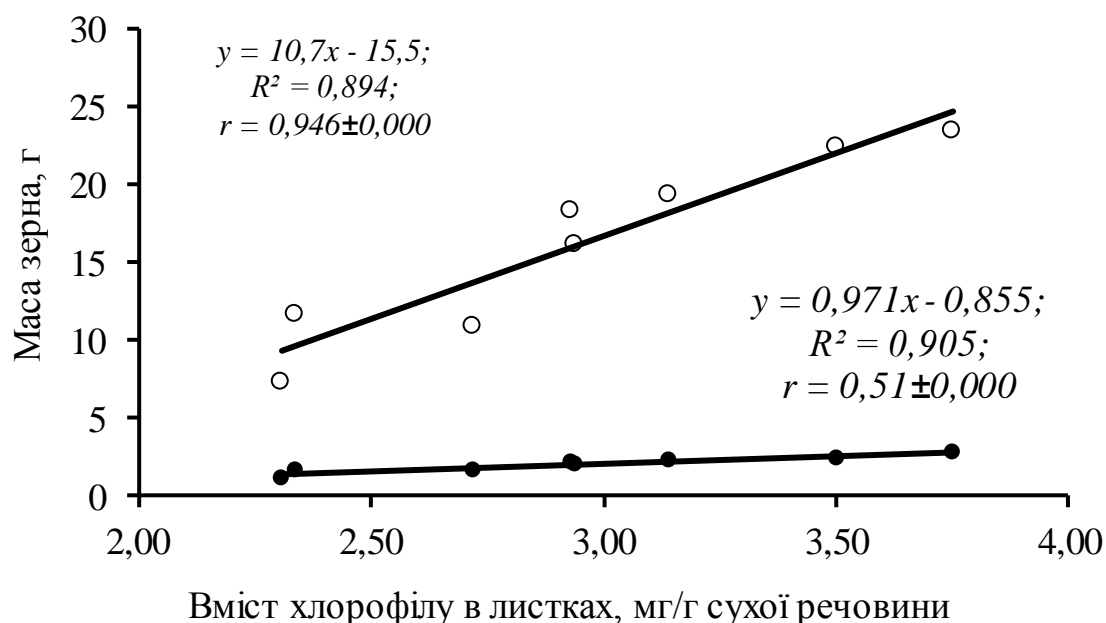


Рис. 3.18 Залежність маси зерна з рослини (1) та колосу (2) від сумарного вмісту хлорофілу *a* і *b* у листках рослин жита озимого.

За гібридизації матеріалів з альтернативними ознаками визначено тип успадкування якісних ознак у поколіннях.

За гібридизації форм альтернативних за ознакою просторового розміщення листкової пластинки визначено тип успадкування гену *Sp/sp* (рис. 3.19).



Рис. 3.19 Морфотипи рослин жита озимого за орієнтацією листкової пластинки: 1 – еректоїди (зразок 289/15); 2 – платофіли (288–1/16).

У схемі гібридизації за материнську форму було обрано зразок 289/15 з еректоїдною орієнтацією листкової пластинки (кут відхилення 10–15°), за батьківську – зразок з платофільною формою листка 288–1/16 (кут відхилення 45–50°). Гібриди першого покоління виявили проміжне успадкування за типом відхилення листка від стебла. Спрацював закон неповного домінування (рис. 3.20).

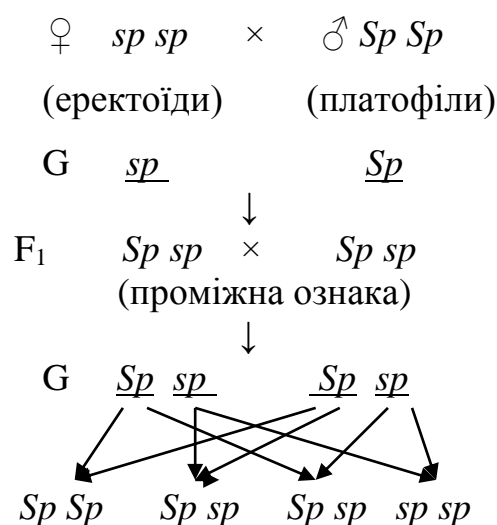


Рис. 3.20 Схема успадкування гена *Sp/sp* просторового розміщення листкової пластинки рослин жита озимого.

Рослини F_1 характеризувалися кутом відхилення листкової пластинки від стебла на $30\text{--}35^\circ$. У гібридів F_2 вирізнялися особини з домінантною ознакою (розлогою пластинкою), рецесивною (еректоїдною) та проміжного типу.

Необхідно зауважити і те, що висота рослин форм з еректоїдною листковою пластинкою виявилася істотно нижчою ($P < 0,01$) від зразків з розлогою орієнтацією листка. Тобто можна припустити, що реципієнт разом з геном еректоїдності листка успадковує модифікуючі гени домінантної короткостебловості, що впливають на зниження висоти стеблостою рослин і стійкості до вилягання.

Статистичний аналіз розщеплення гібридів F_2 підтверджує, що отримані дані відповідають моногібридному розщепленню з неповним типом домінування ознаки за схемою $1 : 2 : 1$. Значення χ^2 істотне за $P < 0,001$ (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Аналіз розщеплення рослин жита озимого у F_2 за геном Sp/sp

Показник	Розщеплення рослин за орієнтацією листкової пластинки			Кількість рослин у досліді
	платофіли ($Sp Sp$)	проміжне успадкування ($Sp sp$)	еректоїди ($sp sp$)	
Фактичні дані (p)	117	263	135	515
Співвідношення рослин за ознакою	0,227	0,511	0,262	1
Теоретично очікувані за розщеплення $1 : 2 : 1$ (q)	128,75	257,50	128,75	515
Відхилення експериментальних даних від теоретично очікуваних (d)	-11,75	+5,5	+6,25	0
Квадрат відхилення (d^2)	138,0625	30,25	39,0625	-
Відношення квадрата відхилення до теоретично очікуваних даних (d^2/q)	1,07233	0,1174757	0,280097	-
χ^2	-			1,47

Змінити площу фотосинтетичного апарату можна за зміни лігульності рослин. Лігула – це плівкоподібний язичок, що формується в місці переходу піхви у листову пластинку. У жита вона горизонтально обрізана і щільно охоплює стебло. Існують форми без язичка – безлігульні. Ця ознака контролюється моногенно і проявляється за наявності в геномі гомозиготного стану рецесивного гена *l*. Зазвичай листові пластинки таких зразків орієнтована вертикально вгору. Це дає можливість збільшити кількість рослин та, відповідно, площу фотосинтетичної активності на одиницю посіву.

За гібридизації форм, що різнилися за геном наявності та відсутності лігули (*L/l*) отримано результати дещо відмінні від попереднього дослідження.

У схемі гібридизації за материнську форму було обрано безлігульний зразок 59–3, за батьківську – зразок 115 з наявною лігулою листка. Гібриди першого покоління вирізнялись наявністю лігули. За законом домінування рослини F_1 є гетерозиготами за геном *L/l* (рис. 3.21 і 3.22).

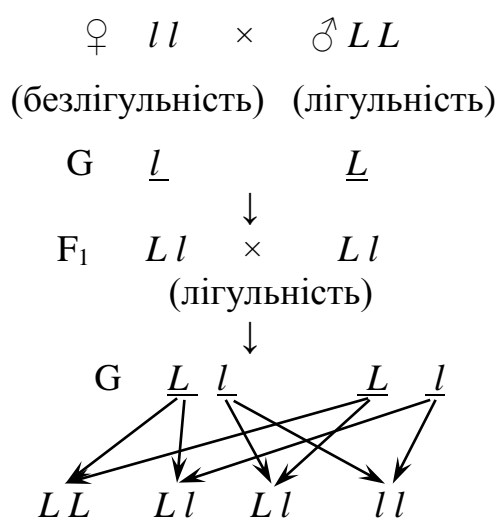


Рис. 3.21 Схема успадкування гена *L/l*, що відповідає за формування лігули листка рослин жита озимого.

Статистичний аналіз розщеплення гібридів F_2 підтверджує, що $\chi^2_{\text{ф}} < \chi^2_{\text{ст}}$, а це вказує на те, що нульову гіпотезу підтверджено і отримані дані відповідають моногібридному розщепленню з повним домінуванням ознаки за схемою 3: 1. Значення χ^2 істотне за $P < 0,001$ (табл. 3.10).



1

2

**Рис. 3.22 Зразки жита озимого альтернативні
за ознакою наявності лігули:**

1 – безлігульна форма (зразок 59–3); 2 – форма з наявною лігулою (зразок 115).

Таблиця 3.10

Аналіз розщеплення рослин жита озимого у F₂ за геном *L/l*

Показник	Розщеплення рослин за наявністю лігули листкової пластинки		Кількість рослин у досліді
	лігульні рослини (<i>LL, Ll</i>)	безлігульні рослини (<i>ll</i>)	
Фактичні дані (р)	361	109	470
Співвідношення рослин за ознакою	0,768	0,232	1
Теоретично очікувані за розщеплення 3 : 1 (q)	352,5	117,5	470
Відхилення експериментальних даних від теоретично очікуваних (d)	+8,5	-8,5	0
Квадрат відхилення (d ²)	72,25	72,25	–
Відношення квадрата відхилення до теоретично очікуваних даних (d ² /q)	0,205	0,615	–
χ^2	–		0,820

У процесі досліджень проаналізовано успадкування забарвлення рослин жита озимого. За формування сизого кольору відповідає ген W/w . Наявність воскового нальоту зумовлено дією домінантного гена W (рис. 3.23 і 3.24).



Рис. 3.23 Схема успадкування гена W/w , що відповідає за формування воскового нальоту рослин жита озимого.

За гібридизації зразків з восковим нальотом фотосинтезуючих органів рослин і форм без воскового нальоту в першому поколінні отримали гібриди з проміжною ознакою. Гетерозиготи характеризувалися темно-зеленим забарвленням листкової пластинки з ледь помітним сизуватим кольором стебла та листка з нижнього боку пластинки. Вони помітно фенотипово відрізнялися від вихідних батьківських форм.

У гібридів F_2 вирізнялися особини з восковим нальотом фотосинтезуючих органів (домінантна ознака), без воскового нальоту (рецесивна ознака) та проміжного типу.

Встановлено, що восковий наліт контролюється гомозиготним станом домінантного гена W , а безвосковий – рецесивного w .



♀ (1)

♂ (2)

F₁ (3)

Рис. 3.24 Успадкування ознаки «безвосковий наліт»:

- 1 – материнська форма (рецесивна гомозигота $w w$);
- 2 – батьківська форма (домінантна гомозигота $W W$);
- 3 – гібрид F₁ (гетерозигота $W w$).

Статистичний аналіз розщеплення гібридів F₂ за забарвленням фотосинтезуючої поверхні рослин підтверджує, що отримані дані відповідають моногібридному розщепленню з неповним типом домінуванням ознаки за схемою 1 : 2 : 1. Значення χ^2 істотне за $P < 0,001$ (табл. 3.11).

Аналіз фотосинтетичної активності гібридів зі зміненим кольором листкової пластинки дозволив встановити, що сумарний вміст хлорофілу $a + b$ у фотосинтезуючих органах гібридних форм незалежно від морфотипів був істотно вищий, аніж у вихідних батьківських зразків (рис. 3.25).

Аналіз розщеплення рослин жита озимого у F₂ за геном W/w

Показник	Розщеплення рослин за забарвленням			Кількість рослин у досліді
	восковий наліт (W W)	проміжне успадкування (W w)	безвосковий наліт (w w)	
Фактичні дані (p)	195	390	171	756
Співвідношення рослин за ознакою	0,258	0,516	0,226	1
Теоретично очікувані за розщеплення 1 : 2 : 1(q)	189	378	189	756
Відхилення експериментальних даних від теоретично очікуваних (d)	+6	+12	-18	0
Квадрат відхилення (d ²)	36	144	324	–
Відношення квадрата відхилення до теоретично очікуваних даних (d ² /q)	0,1904761	0,3809523	1,7142857	–
χ^2	–			2,29

Вирізнялись показники фотосинтетичної активності листкової пластинки гібридного матеріалу, а стебла і колосу – були в межах статистичної похибки. Гібриди з еректоїдною орієнтацією листкової пластинки мали вищий вміст хлорофілу аніж гібриди з розлогою формою листка. Вищою була і продуктивність створеного матеріалу. Це пояснюється гетерозисним ефектом фотосинтетичної активності за взаємодії генів W/w, що контролюють восковий наліт органів рослин жита озимого.

Матеріали з маркерними ознаками, що контролюються моногенно доцільно використовувати в селекційному процесі створення вихідних батьківських компонентів гібридів жита озимого. Гени, що контролюють ознаки еректоїдного розміщення листкової пластинки (*Sp/sp*), безлігульнись (*L/l*), безвосковий наліт (*W/w*) можуть бути генетичними маркерами для візуальної ідентифікації ознаки «стерильність–фертильність» та «гібридність» рослин культури, що спрощує процес отримання вихідних батьківських форм у селекції на гетерозис (розділ 4).

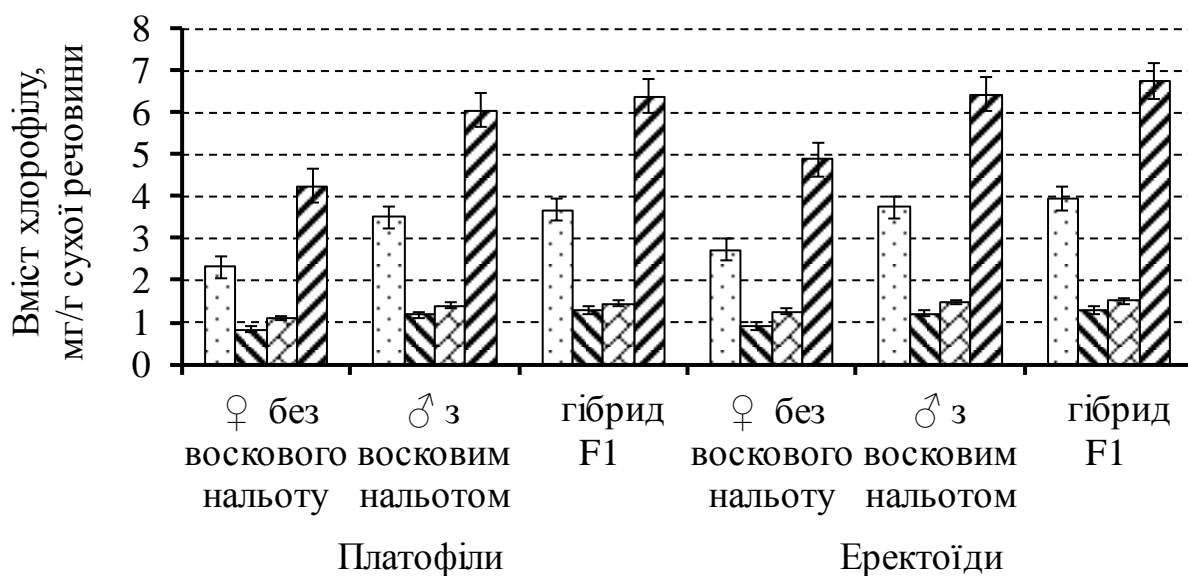


Рис. 3.25 Вміст хлорофілу в органах рослин у вихідному та гібридному матеріалі жита озимого різних морфотипів у фазі наливу зерна.

- – прапорцевий листок; ▣ – колос;
 ▨ – стебло; ▤ – фотосинтезуючі органи.

Еректоїдне розміщення листкової пластинки та безлігульність дає змогу збільшити кількість рослин на гектар і площу фотосинтезуючої поверхні та, відповідно, пилкову продуктивність батьківських компонентів на одиницю площі посіву ділянки гібридизації чи розмноження.

Отже, зміною архітекtonіки рослин, зокрема, орієнтації розміщення в просторі листкової пластинки, можна збільшити площу фотосинтезуючої поверхні рослин жита озимого та площі посіву вцілому. Колір фотосинтезуючих органів впливає на вміст хлорофілу в клітинах зразків і фотосинтетичну активність рослин та, відповідно, на продуктивність культури.

Підтверджено, що ознаки «еректоїдне розміщення листкової пластинки», «лігульність», «безвосковий наліт» контролюються моногенно. Визначено тип успадкування генів *Sp/sp*, *L/l*, *W/w* у поколіннях. Гени *Sp/sp* і *W/w* успадковуються за типом неповного домінування, з формуванням у гетерозигот проміжної ознаки за схемою 1 : 2 : 1, а ген *L/l* – за законом домінування за схемою 3 : 1. Встановлено, що зразки носії рецесивних маркерних ознак генів *Sp/sp*, *L/l* мають вищий вмісту хлорофілу *a* і *b* у фотосинтезуючих органах та, відповідно, продуктивність рослин.

Гібриди за геном W/w фенотипово вирізняються в популяції рослин темно-зеленим кольором з ледь помітним восковим нальотом і мають вищий вміст хлорофілу a і b порівняно з гомозиготними формами ($W W$, $w w$).

Створено колекцію самофертильних донорів генів ознаки еректоїдного розміщенням листкової пластинки (303/15, 289/15), безлігульності (59–1), безвоскового нальоту фотосинтезуючих органів (103/16, 314–22). Показано можливість перенесення рецесивних маркерних ознак у поколіннях за низки беккросних схрещувань та індивідуальних доборів генотипів з визначеними характеристиками.

Висновки за розділом 3

1. Зміна архітектоніки рослин є ефективним інструментом забезпечення формування нових морфобіологічних особливостей рослин та оптимізації структури їх популяції, спрямованих на підвищення продуктивності рослин жита озимого.

2. Підтверджено, що створення нових морфотипів рослин можливе за долучення до гібридизації матеріалів різної генетичної основи. Використання в селекційних схемах зразків еколого-географічно віддалених зон дає змогу створити матеріали з новими ознаками. Зокрема, за використання гібриду *Varasetto* і сорту Карлик 1 отримано зразок 257 з шестирядковим колосом.

3. За гібридизації еколого-географічно віддалених матеріалів створено форми жита озимого зі зміненою структурою колосу. Зміна структури суцвіття дає змогу підвищити продуктивність культури за рахунок формування додаткових рядів квіток та, відповідно, насіння і додаткових колосків на стрижені основного колосу. Створені матеріали з шестирядковим та гіллястим колосом вирізняються високою продуктивністю рослин.

4. Розроблено «Спосіб відбору високопродуктивних форм жита за ознакою «шестирядковий колос»» та «Спосіб відбору високопродуктивних форм жита за геном M/m «гіллястий колос»», використання яких дає змогу за маркерними ознаками шестирядковість та багатокосковість колосу візуально ідентифікувати високопродуктивні форми жита. Це забезпечує візуальний контроль ідентифікації матеріалу на ділянках розмноження при зменшенні затрат праці та дає можливість формування насіння

високопродуктивних зразків культури.

5. Створено та апробовано високопродуктивні короткостеблові форми жита озимого (8–4, 243–1, 246–1). Доведено, що короткостебловість створених зразків контролюється домінантним геном *Hl/hl*. Матеріали доцільно використовувати в селекційних дослідженнях в якості донорів генів короткостебловості, продуктивної кущистості, збільшення довжини колосу, озерненості та щільності колосу.

6. Підтверджено, що ознаки «еректоїдне розміщення листкової пластинки», «лігульність», «безвосковий наліт» контролюються моногенно. Гени *Sp/sp* і *W/w* успадковуються за типом не повного домінування, за формування у гетерозигот проміжної ознаки за схемою 1: 2: 1, а ген *L/l* – за законом домінування та схемою 3: 1. Встановлено, що зразки носії рецесивних маркерних ознак генів *Sp/sp*, *L/l* мають вищий вмісту хлорофілу *a* і *b* у фотосинтезуючих органах та, відповідно, продуктивність рослин, а гібриди за геном *W/w* мають вищий вміст хлорофілу *a* і *b*, порівняно з гомозиготними формами (*W W*, *w w*).

7. Доведено, що інтенсивність кушіння та коефіцієнт клонування рослин істотно залежить від генотипу вихідного матеріалу. Виділено кращі зразки, що можуть слугувати донорами генів продуктивної кущистості. Встановлено, що для прискореного розмноження цінних генотипів жита озимого доцільно проводити клонування розкущених інтактних рослин в оптимальних умовах вирощування впродовж року.

8. Створено генетичну колекцію зразків жита озимого зі зміненою архітектонікою рослин, що доцільно використовувати в селекційному процесі донорами генів ознаки «шестирядковий» колосу, «гіллястий» колос, короткостебловість, безлігульність, еректоїдна орієнтація листкової пластинки, висока кущистість рослин. Показано можливість перенесення рецесивних маркерних ознак еректоїдного розміщенням листкової пластинки, безлігульності, без воскового нальоту фотосинтезуючих органів у поколіннях за низки беккросних схрещувань та індивідуальних доборів генотипів з визначеними характеристиками.

За матеріалами розділу опубліковано дванадцять наукових праць [15–26].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Амелин А. В., Лаханов А. П., Зеленов А. Н. Листовая поверхность растений и её значение в селекции высокоурожайных сортов гороха. *Сельскохозяйственная биология. Серия. Биология растений* 1994. № 1. С. 57–61.
2. Бригс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. Москва: Колос, 1972. 399 с.
3. Гончаренко А. А., Фокина В. М. Интенсификация селекционной работы с озимой рожью. *Сборник научных трудов Всесоюзного НИИ растениеводства*, 1979. С. 15–31.
4. Гончарова Ю. К. Генетические основы гетерозиса. Генетические основы селекции. Уфа: БНИИСХ, 2008. С. 146–156.
5. Гуляев Г. В., Долгодворова Л. И. Реакция ржи на разную степень инбридинга. *Известия ТСХА*. 1991. № 3. С. 81–86.
6. Деревянко В. П. Егоров Д. К. Актуальные вопросы гетерозисной селекции озимой ржи. Харьков, 2008. 152 с.
7. Кобылянский В. Д. Рожь. Генетические основы селекции. Москва: Колос, 1982. 271 с.
8. Кордін О. І., Дворнік-Ласковскі В. Озиме жито – майбутнє за гібридами. *Агроном*. № 3, 2009. С. 116–119.
9. Кумаков В. А. Модель сорта яровой пшеницы для степного Поволжья. Селекция яровой пшеницы. Москва: Колос, 1977. С. 70–75.
10. Кумаков В. А. Физиология яровой пшеницы. Москва: Колос, 1981. 207 с.
11. Кунакбаев С. А., Лещенко Н. И. Некоторые данные о динамике высоты и площади листовой поверхности у короткостебельной ржи типа сорта Чулпан. *Сборник трудов Башкирского НИИСХ. Уфа*. 1977. Вып. 10. С. 9–14.
12. Куперман Ф. М., Моисейчик В. А. Выпревание озимых культур. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 168 с.

13. Назарова Л. И., Полякова Т. М., Жохова Т. П. Роль сортов ржи в системе защиты от наиболее опасных болезней. Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. Киров, 2003. С. 103–104.
14. Нальборчик Э. Роль различных органов фотосинтеза в формировании урожая хлебных злаков. Вопросы селекции и генетики зерновых культур. Москва, 1983. С. 224–230.
15. Рябовол Я. С. Продуктивна кущистість та клонування рослин жита озимого. *Актуальні питання землеробства*. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції Умань, 2018. С. 18–19.
16. Рябовол Я. С. Селекційне моделювання сортозразків, як спосіб підвищення продуктивності зернових культур. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Актуальні питання агротехнологій*. Умань: Уманський НУС, 2019. С. 21–23.
17. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Вплив генотипу на інтенсивність кущення та клонування рослин жита озимого. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*. Умань, 2018. С. 153–154.
18. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Апробація донорних короткостеблових форм жита озимого. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2015. Вип. № 87. С. 61–66.
19. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Зміна архітектоники колосу, як оди із чинників підвищення продуктивності жита озимого. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2016. Вип. № 1. С. 69–71
20. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Оценка доноров короткостебельности ржи озимой для селекционного процесса. Научно-практический журнал *Земледелие и защита растений*. Республика Беларусь, 2017. Вып. № 5 (114). С. 30–32.
21. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Оцінка якості зерна колекційних зразків жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*. Умань, 2016. С. 62–63.

- 22.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Показники якості зерна створених зразків жита озимого. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції *Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*. Умань, 2019. С. 66–67.
- 23.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Проблеми та перспективи розвитку селекції гібридного жита в Україні. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених присвячена 170-й річниці від дня заснування Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. С. 74–75.
- 24.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Продуктивна кущистість та клонування рослин жита озимого. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 1 (77). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11768/10910>.
- 25.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Характеристика багатоколоскових вихідних матеріалів жита озимого. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Інноваційні шляхи розвитку сучасного овочівництва*. Умань, 2015. С. 44–45.
- 26.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Патент на корисну модель № 110527 від 10.10.2016 р. (Україна). Спосіб відбору високопродуктивних форм жита; Заявл. 18.04.2016; Опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19. 4 с.
- 27.Рябчун Н. І. Фотосинтез та врожайність зернових культур. Пропозиція. 2013 Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/fotosintez-ta-vrozhaynist-zernovih-kultur>
- 28.Рябчун Н. І., Єльніков М. І., Звягін А. Ф. Спеціальна селекція та насінництво польових культур: Навчальний посібник Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН України, 2010. С. 138–167.
- 29.Сигида В. П. Досягнення, основні напрямки і завдання селекції окремих польових культур в Україні. Умань: УКВПП, 2009. С. 16–18.

30. Скорик В. В., Скорик В. В., Симоненко Н. В., Скорик О. П. Селекція жита (*Secale cereale* L) на пщвищену фотосинтетичну активість листя. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. Київ, 2009. № 1 (9). С. 58–62.
31. Скорик В. В., Скорик В. В., Симоненко Н. В., Скорик О. П. Генетична характеристика донора домінантної короткостебловості і крупності зерна жита озимого (*Secale cereale*). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. Київ: Фенікс, 2010. Вип. 1(11). С. 5–13.
32. Тимощук Т. М., Чайка О. В., Ничипорук В. В. Сорт як фактор формування стійких агроценозів жита озимого. *Вісник Сумського НАУ*. Суми, 2013. № 3 (25). С. 218–221.
33. Тороп А. А., Чайкин В. В., Тороп Е. А. Создание нового морфотипа озимой ржи. Доклады РАСХН, 2009. № 2. С. 3–5.
34. Тороп Е. А., Морфогенетические закономерности формирования продуктивности озимой ржи (*Secale cereale* L.): дис....д-ра биол. наук. 06.01.05 – селекция и семеноводство. Каменная Степь, 2011. 303 с.
35. Тромпель А. Ф. Ростовые и фотосинтетические характеристики тетра- и диплоидных сортов озимой ржи различной продуктивности: автореф. дисс.... канд. биол. наук. Москва, 1980. 19 с.
36. Трусов, Н. В. Корреляция между ассимиляционной поверхностью растений и продуктивностью колосу у карликовых форм озимой ржи. Селекция, семеноводство и сортовая агротехника сельскохозяйственных культур. Ленинград, 1979. С. 40–42.
37. Урбан Э. П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания. Минск, 2009. 269 с.
38. Фесенко А. Н., Фесенко Н. Н. Влияние локуса *Limited secondary branching* (LSB) на развитие репродуктивной системы и продуктивность систем гречихи. Доклады РАСХН. 2006. № 3. С. 4–6.
39. Фёдоров А. К. Модель сорта озимой пшеницы и ее роль в селекции. *Сельское хозяйство за рубежом*, 1980. № 11. С. 17–20.

40. Чекалін М. М., Тищенко В. М., Баташова М. Є. Селекція та генетика окремих культур: навчальний посібник. Полтава: ФОП Говоров С. В., 2008. 368 с.
41. Becker H. C., Link W. Heterosis and hybrid breeding. Vortr. Pflanzenzuchtung. Mendel Centenary congress. 2000. V. 48. P. 319–347.
42. Borojevic S. Genetski napredak u povecanju prinosa pšenice. Savr. Piljoprivr, 1990. G. 38. № 1–2. S. 25–47.
43. Geiger H. H. Breeding methods in diploid rye. In Eucarpia Tagung Roggen. Tagungsber. der Akad. Landwirtsch. Wiss. der DDR. 1982. № 198. S. 305–332.
44. Nalborchuk E., Nalborchuk T., Wawrzonowskaya B., Models of photosynthetic activities in cereals. Photosynthesis and productivity. Balaban international Science services, Philadelphia, 1981. P. 97–106.
45. Nurnberg-Kruger U. Uber die Aus-wirkung des Plasmas auf Leistungsmerkmale beim Roggen. Zuchter, 1951. V. 21. P. 91–96.
46. Peng S., Laza R. C., Visperas R. M. Grain yield of rice cultivation and lines development in the Phillipines since 1966. *Crop science*, 2000. P. 307–314.
47. Vendelbo N., Sarup P., Orabii J. Analysis of population structure and genetic diversity within hybrid rye elite breeding component lines. Digital breeding. International symposium of the society of plant breeding e. V. (GPZ). Tulln, 2020. P. 66.

РОЗДІЛ 4

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИХІДНИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ ЖИТА ОЗИМОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ МАРКЕРІВ

Застосування внутрішньовидової та віддаленої гібридизації в селекції рослин завжди супроводжується найскладнішими перебудовами геному в результаті чого можуть виникати проблеми, зокрема, передача бажаних генів та небажаних, введення одного цінного гена супроводжується втратою іншого, зчеплення генів ускладнює можливості відокремлення позитивних ознак від шкідливих тощо. Основним завданням селекції є поєднання в одному генотипі якомога більшої кількості генів, що контролюють цінні ознаки і властивості [1, 33].

Для виділення високопродуктивних рекомбінантів аналізується велика кількість матеріалу, однорідність яких досягається багаторазовими відборами кращих генотипів кілька поколінь поспіль. Керування спадковістю та добором за генотипом здійснюються у вузьких межах, а індукція нових комбінацій генів за допомогою фізичних і хімічних мутагенних чинників взагалі є некерованим процесом. Більшість експериментальних мутацій є наслідком складних хромосомних перебудов, що призводять до зниження життєздатності рослин і їхньої генетичної стабільності. Позитивні мутації виникають рідко і, зазвичай, супроводжуються плейотропними ефектами негативних спадкових змін. Розірвати цей зв'язок складно [3, 33].

Вирішити цю проблему можна за допомогою біотехнології, що базується на методах ДНК-технології та культури тканин і органів *in vitro*. ДНК-технології включають методи генноінженерної модифікації рослин і використання молекулярних маркерів.

Технології генної інженерії дають змогу передавати один або кілька генів від одного генотипу до іншого, причому донор і реципієнт не обов'язково мають бути одного виду чи таксону. Це різко збільшує

різноманіття за певними ознаками, прискорює процес отримання рослин з програмованими властивостями, а також забезпечує можливість відстежувати генетичні зміни та їх наслідки.

Досягнення біотехнології відкривають нові можливості вдосконалення технології селекційного процесу різних сільськогосподарських культур. Разом із завданням створення нового вихідного матеріалу постає проблема його ідентифікації. Нині у провідних наукових центрах і компаніях Західної Європи, США й Австралії набули широкого використання в селекції рослин генетичні маркери. Завдяки дослідженням з молекулярної організації і мінливості геному та появою маркерних технологій стало можливим значно підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва, скоротити обсяги селекційного матеріалу і період отримання нових сортів з цільовими генами в гомозиготному стані [37].

Генетичний маркер відповідає гену, алелі якого мають чітко виражені відмінності на рівні фенотипу (для морфологічних маркерів), білкового продукту (для біохімічних маркерів) і ДНК (для молекулярних маркерів). Генетичні маркери можна розділити на дві категорії – класичні маркери і ДНК-маркери (молекулярні маркери) [38]. Класичні маркери включають морфологічні, цитологічні, фізіологічні та біохімічні маркери. Є цілий набір сучасних технологій виявлення поліморфізму на рівні ДНК, серед яких можна виділити аналіз поліморфізму довжин фрагментів рестрикції (ПДФР) і аналіз поліморфізму за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР).

Селекція рослин базується на варіабельності фенотипових ознак, що є необхідною умовою для добору. Традиційно різноманітність у середині популяцій і між популяціями, сортами, лініями визначається за допомогою оцінки морфологічних відмінностей (морфологічних маркерів). Морфологічні ознаки легко візуально визначаються, не потребують для ідентифікації складного обладнання, дають найповніше вимірювання показників фенотипу і прийнятні для безпосереднього використання [36].

Сучасна селекція жита озимого спрямована на створення

високопродуктивних гібридів. Їх отримання вимагає підбору чистолінійних вихідних компонентів гібридизації, а це потребує тривалого періоду та економічних витрат. Одним з перспективних підходів, що дозволяють скоротити трудомісткість селекції, є використання генетичних маркерів основних морфологічних і господарсько цінних культур [3].

У генетиці маркером називають ген відомої локалізації, за яким можна ідентифікувати інші гени. Будь-яка субстанція, що претендує на роль маркера, повинна відповідати певним вимогам, зокрема, мати високий рівень поліморфізму, кодомінантний характер успадкування, оптимальний рівень проявлення в геномі для вирішення конкретних завдань, рівномірне розподілення у геномі по хромосомах, селективно нейтральну поведінку, візуально ідентифікуватися з достатньою визначеністю за фенотиповим проявом у різних генетичних та економічних середовищах тощо [36–38].

Використання генетичних маркерів у гетерозисній селекції на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності спрощує процес створення та ідентифікації вихідних материнських та батьківських компонентів гібридизації – стерильної материнської форми, її фертильного аналогу (закріплювача стерильності) і відновлювача фертильності [34, 35].

Пошук вдалих генетичних маркерів є актуальним завданням гетерозисної селекції жита озимого [33].

Метою нашої роботи було теоретичне обґрунтування та вдосконалення технології селекційного процесу за використання генетичних маркерів для ідентифікації ознаки «стерильність–фертильність» рослин при створенні вихідних форм жита озимого.

Жито – диплоїдна культура ($2n = 14$). Тому більшість морфологічних ознак успадковуються моногенно. Це спрощує процес введення в геном окремих генів і переведення їх у гомозиготний стан [2, 33].

У жита виділено низку генів, що контролюють ознаки, які легко візуально вирізняються у популяції рослин і можуть слугувати вдалими генетичними маркерами (табл. 4.1).

Гени, що контролюють маркерні ознаки жита [33]

Маркерна ознака		Символи генів
Домінантна	Рецесивна	
Антоціановий колір різних частин рослини	Відсутність антоціану	<i>A – a</i> <i>An – an</i> <i>R – r</i>
Антоціановий колір вушок листка	Відсутність кольору	<i>Vil – vil</i>
Восковий наліт на рослині	Відсутність нальоту	<i>W – w</i>
Восковий наліт на колосі	Без нальоту	<i>Eprl – eprl</i>
Опушена листкова піхва	Не опушена піхва	<i>Hs – hs</i>
Опушення під колосом	Відсутність опушення під колосом	<i>Hp – hp</i>
Опушені квіткові луски	Квіткові луски без опушення	<i>V – v</i>
Неламке стебло і колос	Ламке стебло і колос	<i>G – g</i>
Коротке стебло	Високе стебло	<i>Hl – hl</i>
Високе стебло	Низьке стебло з великою кількістю вузлів та галудженням (тип Башкірського карлика)	<i>Br – br</i> <i>Mn – mn</i>
Високе стебло	Карлик	<i>Al – al</i> (<i>Ct1 – ct1</i>), <i>Ct – ct</i> (<i>Ct2 – ct2</i>), <i>D1 – d1</i> , <i>D2 – d2</i> , (<i>Dw2 – dw2</i>)
Зелені вузли	Світлі вузли	<i>Ln – ln</i>
Зімкнутий кущ	Розлогий кущ	<i>P – p</i>
Наявність лігули	Без лігули	<i>L – l</i>
Рівна поверхня листка	Гофрований листок	<i>Rp – rp</i>
Звисла листкова пластинка	Прямостояча листкова пластинка	<i>Sp – sp</i>
Негіллястий колос	Гіллястий колос (<i>mostrosum</i>)	<i>M – m</i> (<i>Mo – mo</i>)
Чорний (бурий) колос	Солом'яно-жовтий колос	<i>N – n</i>
Фіолетовий перикарп зернівки	Відсутність забарвлення перикарпу	<i>Vs – vs</i> (<i>Ps – ps</i>)
Зелений алейроновий прошарок ендосперму	Світлий алейроновий прошарок ендосперму	<i>A – a</i> , <i>B – b</i> , <i>Vil – vil</i> , <i>C – c</i>

Рецесивні ознаки «еректоїдне розміщення листкової пластинки», «безлігульність», «розлогий кущ» рослин, «відсутність воскового нальоту на рослині й колосі», що контролюються, відповідно, генами *Sp/sp*, *L/l*, *P/p*, *W/w* і *Epr1/epr1* та домінантна ознака «коротке стебло», що забезпечує ген *Hl/hl* є ефективними генетичними маркерами, які на ранніх етапах онтогенезу можуть вирізняти необхідні генотипи у середині штучної популяції. Ще до цвітіння можна провести вибраковку рослин і уникнути не бажаного перезаплення [7–11, 24, 31, 32].

За використання зазначених генів нами розроблено низку способів ідентифікації зразків, що доцільно використовувати при створенні чистолінійного матеріалу в селекції на гетерозис. Наприклад, спосіб контролю стерильності рослин на ділянках гібридизації. Він передбачає схрещування двох форм – стерильної, з обраним рецесивним маркерним геном, і закріплювача стерильності, з домінантним маркерним геном, і в потомстві за рецесивною ознакою проведення контролю стерильності рослин. За маркерною ознакою аналізуємо як отримано особину – шляхом запилення стерильної форми закріплювачем стерильності, чи шляхом запилення стерильної форми фертильними (напівфертильними) особинами, що можуть сформуватися серед стерильних рослин у результаті генетичного засмічення стерильної форми [18, 19, 21, 22, 24].

Використання цього способу забезпечує ідентифікацію рослин стерильної материнської форми до цвітіння та дає можливість отримати повністю стерильний матеріал на ділянках гібридизації. Це сприяє отриманню чистого гібридного насіння і підвищення продуктивності промислових гібридів жита озимого [7, 8].

4.1 Способи контролю ознак «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин жита озимого

4.1.1 Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого за геном *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу». У селекції жита озимого використання ознаки «безвосковий наліт» колосу або рослини в цілому є досить вдалим генетичним маркером. Зразки без воскового нальоту мають яскраво-зелене забарвлення, що достатньо ефективно вирізняє їх поміж інших рослин.

За наявності або відсутності воскового нальоту колосу у рослин жита відповідає ген *Epr1/epr1*. Домінантний стан гена забезпечує наявність воскового нальоту, рецесивний – його відсутність. Цю маркерну ознаку можна використовувати для контролю стерильності материнської форми та гібридності рослин культури.

Відомо спосіб контролю стерильності рослин шляхом апробації посівів і польових обстежень на ділянках розмноження стерильних форм та гібридизації [5]. Складна система польових обстежень і контролю за проведенням польових обстежень направлена на ідентифікацію та видалення фертильних рослин серед стерильних форм. У випадку, коли за польових обстежень кількість фертильних і напівфертильних форм рослин виявиться більша допустимої норми, ділянки вибраковують із переліку насінневих. Недоліком цього способу є зниження продуктивності гібридів F_1 за рахунок виявлення фертильних домішок на ділянках гібридизації, що пов'язано зі складністю контролю за стерильністю/фертильністю, у зв'язку з низькою ефективністю польових обстежень і неможливістю контролю генетичного засмічення стерильних форм. Окрім того, за допомогою цього способу лише визначають повну стерильність і проводять (чи не проводять) вибраковку ділянок із переліку насінневих, а якісно впливати на гібридність наступного покоління неможливо.

Найближчий за сукупністю суттєвих ознак до запропонованого є спосіб контролю стерильності рослинних форм сільськогосподарських культур за

використання цитологічного аналізу [16]. Він включає контроль стерильності окремих особин, які проявляються за дві–три доби до цвітіння, що забезпечує підвищення продуктивності промислових гібридів за рахунок використання в гібридизації лише стерильних форм.

Ці спільні суттєві ознаки мають відомий і пропонований спосіб. Проте, за використання відомого способу необхідно додаткові затрати та обмежений інтервал часу перед цвітінням рослин для проведення цитологічної ідентифікації.

В основу способу поставлено завдання підвищення продуктивності промислових гібридів жита озимого за рахунок використання в якості компоненту гібридизації виключно стерильних рослин. Метою винаходу є контроль стерильності за ознаками окремих особин, що виявляються до цвітіння рослин.

Вирішення завдання досягається тим, що використовують два закріплювача стерильності з різними маркерними генами, що контролюють ознаки, які проявляються до цвітіння. Безвосковий наліт колосу є досить ефективним маркером. Стерильну форму зі своїм аналогом-закріплювачем стерильності з рецесивним геном *epr1* розмножують ізольовано. Ізольовано розмножують і другий закріплювач стерильності з домінантним маркерним геном *Epr1*, що контролює восковий наліт колосу.

На останньому етапі розмноження стерильну форму без воскового нальоту колосу запилюють другим закріплювачем стерильності з домінантним маркерним геном і за маркерною ознакою воскового нальоту колосу визначають яким чином отримано особину – шляхом запилення стерильної форми закріплювачем стерильності, чи запилення стерильної форми фертильними (напівфертильними) особинами, що можуть сформуватися серед стерильних рослин у результаті генетичного засмічення стерильних форм.

За маркерними ознаками повинні візуально визначатися особини, що сформувалися в результаті запилення стерильної форми другим

закріплювачем стерильності з домінантним геном *Epr1* (восковий наліт колосу), від особин отриманих у результаті запилення стерильної форми фертильними, або напівфертильними сібсами. Визначення рівня стерильності та за необхідності вибраковку фертильних рослин проводять за маркерною ознакою до цвітіння, а стерильні рослини, що залишають на ділянці, використовують для отримання гібридного насіння. Таким чином, фертильні і напівфертильні рослини з восковим нальотом колосу механічно видаляють з площі до початку цвітіння жита, що забезпечує формування повністю гібридного насіння. Генетичну схему процесу наведено на рисунку 4.1.

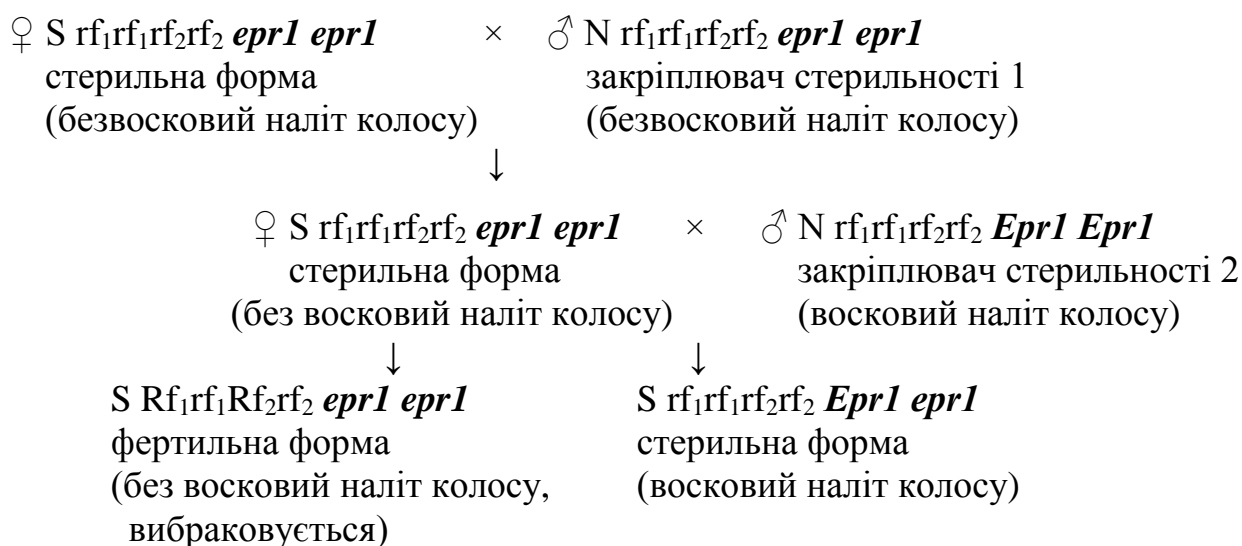


Рис. 4.1 Контроль стерильності материнської форми за використання маркерного гена *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу».

Використання на ділянках гібридизації повністю стерильних форм підвищує продуктивність гібридів за рахунок отримання повністю гібридного насіння.

Отже, зміст винаходу полягає в тому, що для контролю стерильності при схрещуванні беруться дві форми – стерильна, безвоскового нальоту колосу, що схрещується із закріплювачем стерильності безвоскового нальоту колосу. Потім розмножена стерильна форма без воскового нальоту колосу, схрещується із закріплювачем стерильності з домінантним геном *Epr1* з

восковим нальотом колосу і за кольором колосу проводять контроль стерильності рослин. Це забезпечує контроль стерильності матеріалів до цвітіння та дає можливість отримати повністю стерильні рослини на ділянках гібридизації, що дозволяє отримувати чисте гібридне насіння і підвищити продуктивність промислових гібридів.

4.1.2 Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу». Відомий спосіб контролю гібридності рослин за використання електрофорезу [17]. Складна система ідентифікації за допомогою методів білкових маркерів, яка базується на генетичній обумовленості синтезу білків (ферментів), що дозволяє використовувати їх, як специфічні індикатори генотипу, ефективно використовується для визначення гібридності рослин. Недоліком цього способу є досить затратний і тривалий процес проведення електрофорезу у спеціалізованих біохімічних лабораторіях із забезпеченням низки хімічних препаратів для проведення аналізу. Окрім того, за допомогою цього способу неможливо провести ідентифікацію значної кількості рослин, що вирощуються на великих площах.

Найближчий за сукупністю суттєвих ознак до пропонованого способу є спосіб контролю гібридності рослин кукурудзи за забарвленням зернівок [6], який включає контроль гібридності зерна, і забезпечує підвищення продуктивності промислових гібридів за рахунок використання лише гібридних форм.

Ці спільні суттєві ознаки мають відомий і пропонований спосіб, проте за використання відомого способу необхідно проводити введення генів забарвлення зернівки шляхом беккросування.

В основу способу поставлено завдання підвищення продуктивності промислових гібридів жита озимого за використання в якості компонентів гібридизації форм, що відрізняються за маркерними ознаками. Материнська стерильна форма має рецесивний ген *epr1*, що забезпечує безвосковий наліт колосу, а відновлювач фертильності має домінуючий ген *Epr1*, що

контролює восковий наліт колосу. Метою винаходу є контроль гібридності за ознакою «безвосковий наліт колосу».

Вирішення завдання досягається тим, що для гібридизації використовують материнську і батьківську форми, які відрізняються маркерними генами, що контролюють ознаку «безвосковий наліт колосу», яка є досить ефективним маркером. Материнська стерильна форма та закріплювач стерильності повинні мати ген *epr1*, який відповідає за безвосковий наліт колосу рослин, а батьківська форма (відновлювач фертильності) – ген *Epr1*, що забезпечує формування воскового нальоту (рис. 4.2).

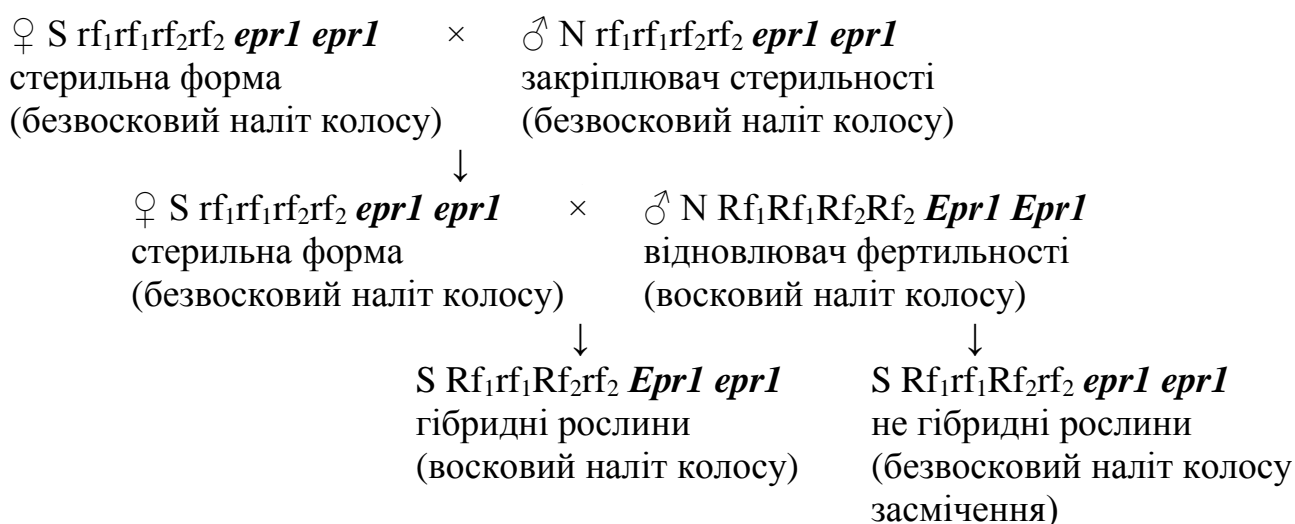


Рис. 4.2 Використання маркерного гена *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу» для визначення гібридності рослин жита озимого.

Стерильну форму зі своїм аналогом-закріплювачем стерильності розмножують ізольовано. Ізольовано розмножують і відновлювач фертильності з домінантним маркерним геном.

На останньому етапі гібридизації стерильну форму з безвосковим нальотом колосу запилюють відновлювачем фертильності з домінантним маркерним геном (наявність воскового нальоту колосу) і за кольором колосу у гібридів першого покоління визначають яким чином отримано особину – запиленням стерильної форми з безвосковим нальотом колосу

відновлювачем фертильності з домінантним геном, що відповідає за восковий наліт колосу, чи запиленням стерильної форми фертильними (напівфертильними) особинами, які можуть виникнути серед стерильних рослин у результаті генетичного та/або механічного засмічення стерильної форми.

Маркерна ознака (восковий наліт колосу рослин) дозволяє візуально вирізнити особини, що сформувалися в результаті запилення стерильної форми без воскового нальоту колосу відновлювачем фертильності з домінантним геном, що відповідає за восковий наліт колосу, від особин отриманих у результаті запилення стерильної форми без воскового нальоту колосу фертильними, або напівфертильними сібсами без воскового нальоту колосу, чи рослинами без воскового нальоту колосу, отриманими від механічного засмічення. Визначення гібридності рослин проводять за маркерною ознакою (восковий наліт колосу рослин).

Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого дозволяє визначати рівень гібридності партії насіння.

Отже, зміст винаходу полягає в тому, що для контролю гібридності партій насіння при схрещуванні беруться дві форми – стерильна, безвоскового нальоту колосу, яку схрещують із закріплювачем стерильності без воскового нальоту колосу, а потім розмножену стерильну форму безвоскового нальоту колосу, схрещується з відновлювачем фертильності з домінантним геном, що контролює восковий наліт колосу і за ознакою кольору колосу проводять контроль гібридності рослин. Це забезпечує контроль гібридності матеріалів до цвітіння рослин і дає можливість визначати рівень гібридності, та дозволяє в свою чергу контролювати рівень гібридності насіння промислових партій і використовувати для сівби насіння з високим рівнем гібридності.

4.1.3 Спосіб контролю стерильності та гібридності рослин жита озимого за геном *L/l* «безлігульність». Лігульність рослин є досить ефективним маркером. Ця ознака проявляється до цвітіння. За наявності або

відсутність цієї ознаки у рослин жита озимого відповідає ген L у домінантному (наявність лігули), або l у рецесивному стані (відсутність лігули). Багаторічні дослідження проведені О. О. Тороп [35] показали, що за сприятливих умов вирощування, продуктивність лігульних рослин над безлігульними складає 20,2 %, а в посушливих – навпаки, безлігульний аналог перевищує за продуктивністю лігульний на 13,7 %.

Для контролю стерильності безлігульну стерильну форму заплівають закріплювачем стерильності із домінантним геном L наявності лігули і за ознакою лігульності проводять контроль стерильності рослин (рис. 4.3).

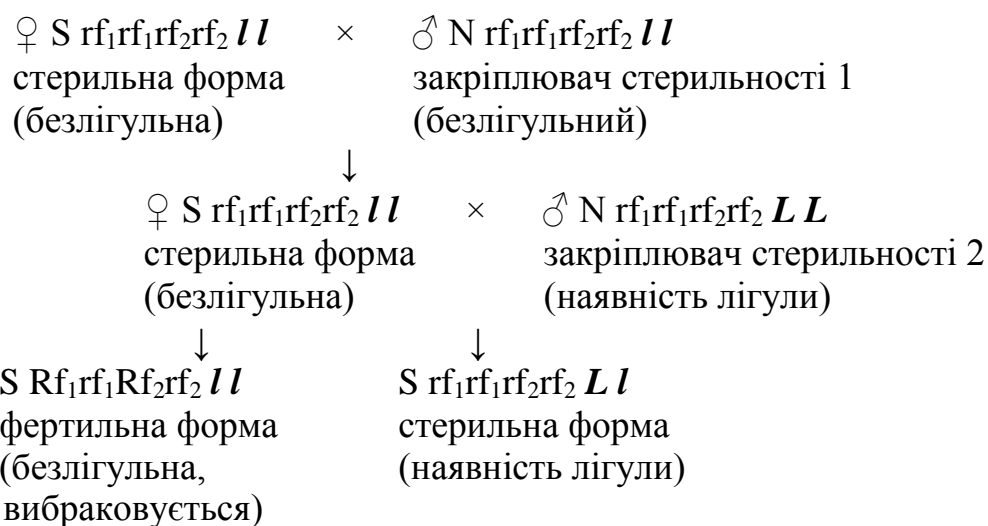


Рис. 4.3 Контроль стерильності материнської форми за використання маркерного гена L/l «безлігульності».

Якщо матиме місце неповна стерильність материнського компонента, то відбудеться часткове розмноження в собі материнської форми. Такі рослини будуть безлігульними, тому їх можна буде легко виділити з поміж стерильних рослин. Звичайно, для розмноження материнської форми гомозиготної за рецесивним геном l необхідно мати гомозиготний закріплювач стерильності з цим геном.

Отже, зміст винаходу полягає в тому, що для контролю стерильності при схрещуванні беруться дві форми – безлігульна стерильна, яку схрещують з безлігульним закріплювачем стерильності, а потім розмножену безлігульну

стерильну форму, схрещують із закріплювачем стерильності з домінантним геном *L* наявності лігули і за лігульністю проводять контроль стерильності рослин.

Для контролю гібридності рослин при схрещуванні береться дві форми – безлігульна стерильна, що схрещується з безлігульним закріплювачем стерильності, а потім розмножена безлігульна стерильна форма, схрещується із відновлювачем фертильності з домінантним геном *L* наявності лігули і за лігульністю проводять контроль гібридності рослин (рис. 4.4).

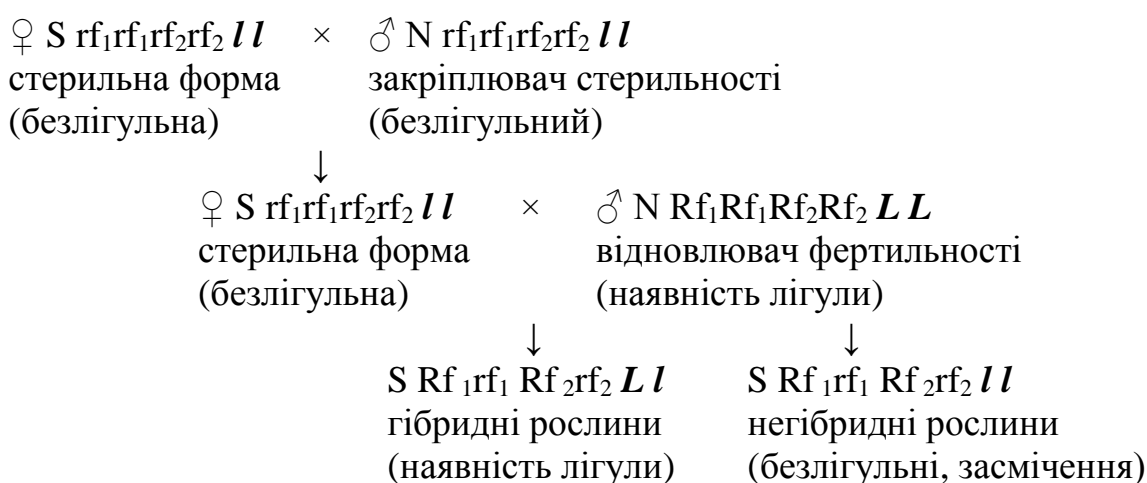


Рис. 4.4 Використання маркерного гена «безлігульність» для визначення гібридності рослин.

Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого дозволяє визначати рівень гібридності партії насіння за маркерною ознакою лігульності.

4.1.4 Спосіб контролю стерильності та гібридності рослин жита озимого за геном *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки. Одним із механізмів підвищення врожайності культури є оптимізація селекційних моделей та агрофітоценозів за рахунок збільшення густоти стеблостою еректоїдних матеріалів. Еректоїдне розміщення листкової пластинки дає можливість збільшити кількість рослин на одиницю площі та, відповідно, врожайності. У селекції жита озимого використання ознаки

«еректоїдність» є досить вдалим генетичним маркером. Зразки з рецесивними алелями генами *Sp/sp* достатньо ефективно вирізняються з-поміж інших рослин [34, 35]. За наявності або відсутності цієї ознаки відповідає ген *Sp* у домінантному (звисла (платофільна) орієнтацію листкової пластинки) або *sp* у рецесивному стані (еректоїдна орієнтація листкової пластинки). Нами доведено, що цей ген може слугувати ідентифікатором ознаки стерильність-фертильність рослин жита озимого.

Спосіб контролю стерильності жита озимого за геном *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки, передбачає запилення стерильної форми закріплювачем стерильності, який відрізняється від попередніх тим, що для контролю стерильності стерильну форму з еректоїдною орієнтацією листкової пластинки запилюють закріплювачем стерильності із домінантним геном *Sp* звислої листкової пластинки і за ознакою еректоїдності проводять контроль стерильності рослин (рис. 4.5).

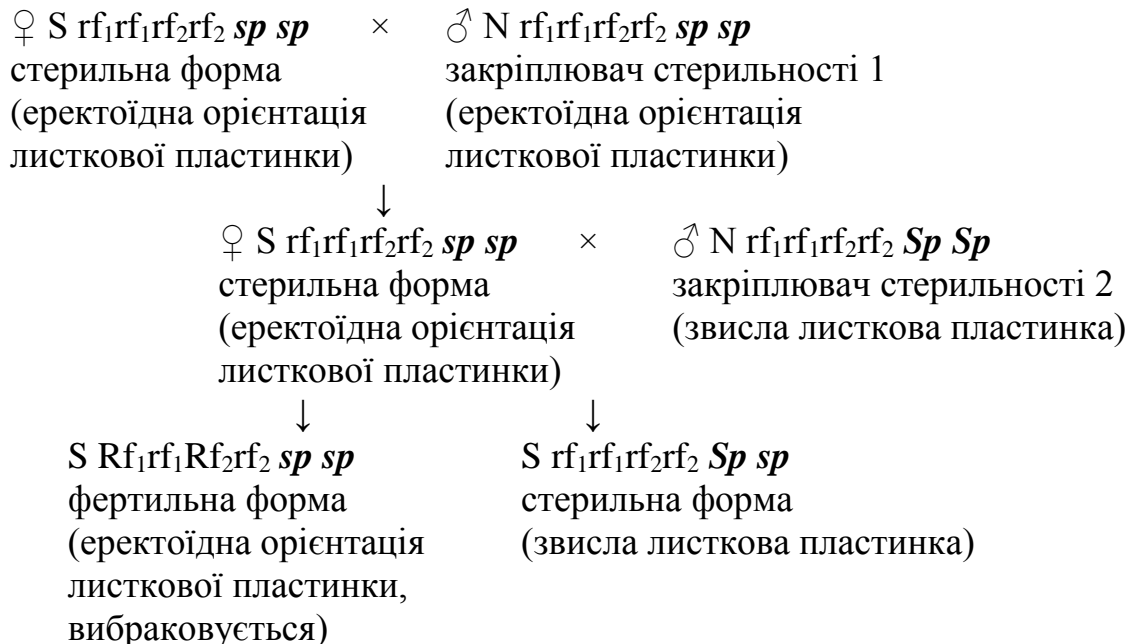


Рис. 4.5 Контроль стерильності материнської форми за використання маркерного гена *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки.

Зміст винаходу полягає в тому, що для контролю стерильності при схрещуванні береться дві форми – еректоїдна стерильна, яка схрещується з закріплювачем стерильності з еректоїдною орієнтацією листкової пластинки, потім розмножена еректоїдна стерильна форма, схрещується із закріплювачем стерильності з доміантним геном *Sp* зі звислою листковою пластинкою і за орієнтацією листка проводять контроль стерильності рослин.

Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки включає також візуальний контроль гібридності рослин, який здійснюється за ознакою еректоїдності, і відрізняється тим, що для контролю гібридності еректоїдну стерильну форму запилюють відновлювачем фертильності зі звислою (платофітною) листковою пластинкою з доміантним геном *Sp* і за ознакою еректоїдності проводять контроль гібридності рослин (рис. 4.6).

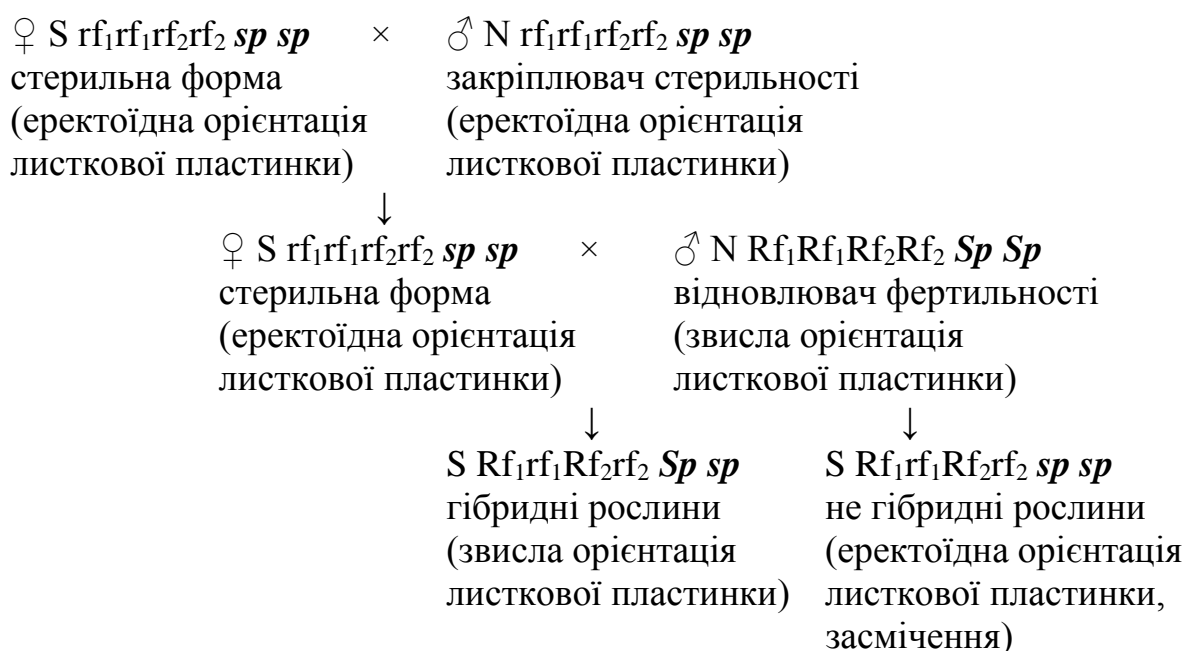


Рис. 4.6 Використання маркерного гена *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки для визначення гібридності рослин.

Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого дозволяє визначати рівень гібридності партії насіння.

Зміст винаходу полягає в тому, що для контролю гібридності партій

насіння за схрещування береться дві форми – еректоїдна стерильна, яка схрещується з еректоїдним закріплювачем стерильності, а потім розмножена стерильна форма з еректоїдною орієнтацією листкової пластинки, схрещується із відновлювачем фертильності із доміантним геном, що контролює звислу (платофітну) орієнтацію листкової пластинки і за еректоїдністю проводять контроль гібридності рослин жита озимого.

4.1.5 Спосіб контролю стерильності та гібридності рослин жита озимого за геном P/p розлогої форми куща. Розлога форма куща рослин жита озимого є вдалою маркерною ознакою. Вона проявляється на ранніх етапах онтогенезу рослини. За форму куща жита відповідає ген P/p . Розлогий кущ формується за наявності гомозиготного стану рецисивного алеля p , а прямостоячий зімкнутий кущ контролюється доміантним геном P . Встановлено, що розлога форма куща вказує на зимостійкість зразка [2, 33]. Окрім того, за розлогого куща збільшується кущистість та кількість продуктивних стебел, а, відповідно, і продуктивність зразка.

Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого за геном P/p контролює форму куща і полягає в тому, що для контролю стерильності при схрещуванні береться дві форми – стерильна, з розлогою формою куща, яка схрещується з закріплювачем стерильності з розлогою формою куща, а потім розмножена стерильна форма зі сформованим розлогим кущем, схрещується із закріплювачем стерильності з доміантним геном P , що відповідає за зімкнутий кущ, і за формою куща проводять контроль стерильності рослин (рис. 4.7).

Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном P/p , що контролює форму куща, включає візуальний контроль гібридності рослин, який здійснюється за ознакою розлогості куща. Для контролю гібридності стерильну форму з розлогою формою куща запилюють відновлювачем фертильності із зімкнутою формою, що контролюється доміантним геном P , і за ознакою розлогості проводять контроль гібридності рослин (рис. 4.8).

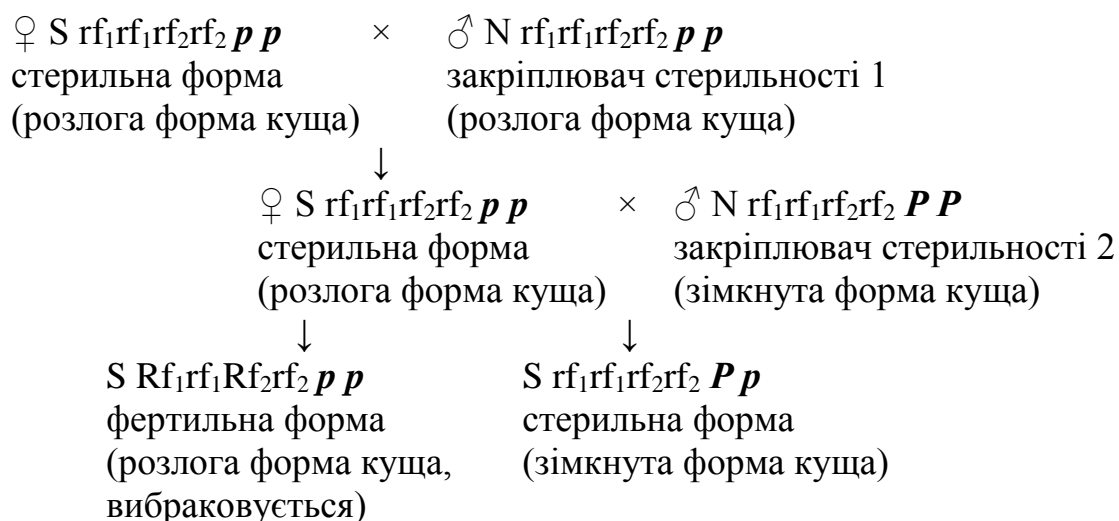


Рис. 4.7 Контроль стерильності материнської форми за використання маркерного гена P/p розлогої форми куща.

Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого дає змогу візуально визначати рівень гібридності партії насіння та отримати високопродуктивний гібридний матеріал жита озимого.

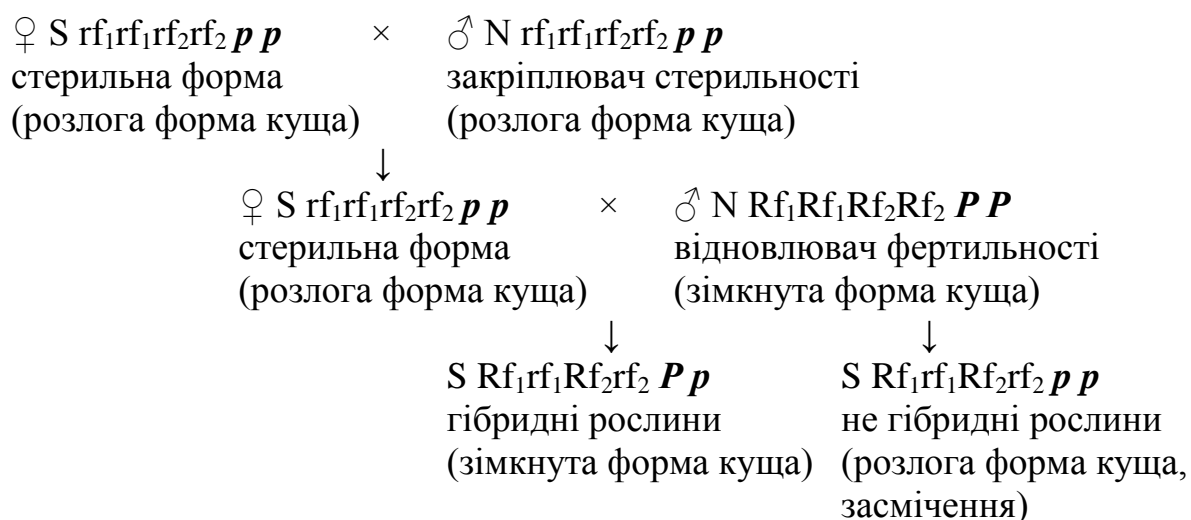


Рис. 4.8 Використання маркерного гена P/p розлогої форми куща для визначення гібридності рослин жита озимого.

Зміст винаходу полягає в тому, що для контролю гібридності партій насіння при схрещуванні береться дві форми – стерильна, з розлогою формою куща, яка схрещується з закріплювачем стерильності з розлогою

формою куща. Розмножена стерильна форма з розлогою формою куща, схрещується із відновлювачем фертильності з доміантним геном, що контролює зімкнуту форму куща, і за ознакою розлогості куща на початкових етапах онтогенезу проводять контроль гібридності рослин.

У процесі досліджень створено колекцію зразків, що можуть використовуватись донорами генів маркерних ознак. За апробації отримані матеріали за врожайністю та основними господарсько-цінних ознаками не поступались, а за окремими істотно перевищували показники контрольного варіанту.

Отже, встановлено, що гени *Sp/sp*, *L/l*, *P/p*, *W/w*, *Epr1/epr1* і *Hl/hl* можуть слугувати ефективними генетичними маркерами для візуальної ідентифікації ознаки «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин жита озимого. Створено колекцію зразків, що можуть використовуватись донорами генів маркерних ознак для отримання та відбору чистолінійних компонентів гібридизації у селекції на гетерозис.

4.2 Реципрокно-функціональне перетворення вихідних форм жита озимого

У світовій селекційній практиці існує економічно вигідний спосіб отримання гібридного насіння у промислових масштабах – це використання цитоплазматичної чоловічої стерильності. ЦЧС – є ефективною формою генетичної кастрації материнських рослин, зокрема, жита озимого. Аналіз морфологічних ознак рослин культури показав відсутність негативних впливів ЦЧС на основні елементи продуктивності та зафіксовано зниження висоти стерильних рослин, що позитивно впливає на стійкість до вилягання. Нині у виробництві вирощують гетерозисні гібриди жита, отримані за гібридизації стерильної форми із батьківським компонентом – відновлювачем фертильності. Створені селекціонерами гібриди, поєднують у собі найкращі ознаки і якості вихідних компонентів і рекомендуються до вирощування в конкретних агрокліматичних зонах чи регіонах [33].

Схема створення гібридів загальновідома. Для гібридизації відбирають материнську стерильну форму та відновлювач фертильності, а для розмноження стерильної форми – закріплювач стерильності (рис. 4.9).

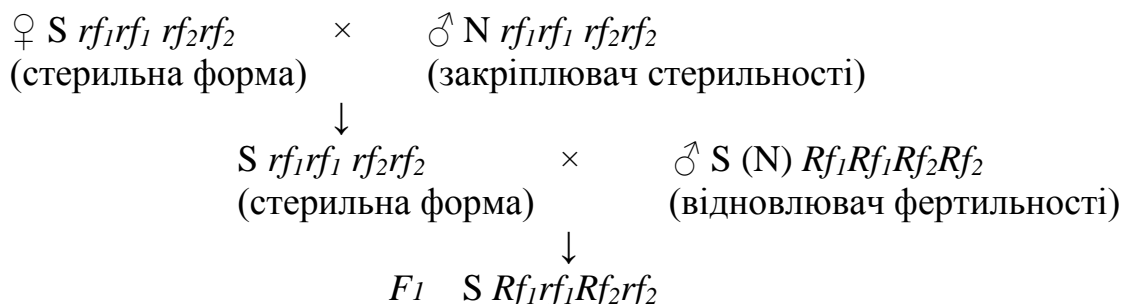


Рис. 4.9 Схема створення гібридів жита озимого на основі ЦЧС.

Для отримання генетичного різноманіття компонентів гібридизації з оновленою генетичною плазмою та створення продуктивних форм з високою комбінаційною здатністю в селекційний процес доцільно долучати матеріали з географічно віддалених зон [20, 23, 33].

У процесі проведених досліджень удосконалено генетичні схеми створення вихідних компонентів для отримання гетерозисних гібридів жита озимого за реципрокно-функціонального перетворення. Ця технологія передбачає отримання якісно оновленої генплазми вихідних форм для підвищення ефективності селекційного процесу, що ґрунтується на системі беккросних схрещувань і відборів за перетворення стерильної материнської форми в аналог відновлювача фертильності, а батьківської – у закріплювач стерильності. У новоствореному матеріалі поєднується висока продуктивність іноземних форм та адаптивна здатність вітчизняних.

Для проведення рецитропно-функціонального перетворення, за вихідний матеріал було обрано вихідні компоненти іноземних гібридів Міфісто та Зюдрайв і стерильну материнську форму, закріплювач стерильності та відновлювач фертильності отримані нами в результаті попередньої селекційної роботи.

Перетворення батьківської форми у аналог-закріплювача стерильності є доволі складним процесом. Закріплювач стерильності може використовуватись після створення його стерильного аналога, для розмноження материнської форми. Для цього необхідно шляхом беккросних схрещувань перетворити батьківську фертильну форму у закріплювач стерильності. Це можна зробити за схрещування закріплювача стерильності (реципієнт) із відновлювачем фертильності (донор) і наступної низки беккросів з контролем наявності алелей закріплення стерильності.

У схемі реципрочно-функціонального перетворення використовується реципієнт – закріплювач стерильності з нормальною плазмою (N) і рецесивними генами ядра $rf_1rf_1rf_2rf_2$ та донор – відновлювач фертильності з нормальною (N) або стерильною (S) плазмою та домінантними генами ядра $Rf_1Rf_1Rf_2Rf_2$. Тобто, материнською формою виступає закріплювач стерильності, а батьківською – відновлювач фертильності. За гібридизації отримуємо гетерозиготний матеріал $N(S) Rf_1rf_1Rf_2rf_2$ – гібрид першого покоління F_1 (рис. 4.10).

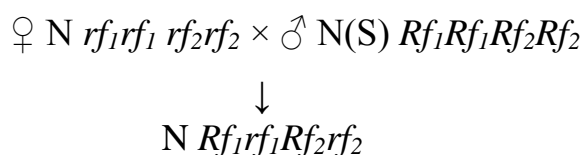


Рис. 4.10 Схеми гібридизації реципієнта і донора фертильності жита озимого.

Для насичення реципієнта генами донора проводимо беккросні схрещування (рис. 4.11).

За першого беккросу формується 25 % домінантних гомозигот і 75 % гетерозигот, з яких третина – дигетерозиготи. Щоб виділити закріплювачі стерильності необхідно провести самозапилення матеріалу, зокрема, дигетерозиготного (рис. 4.12).

$$\text{♀ N } Rf_1rf_1Rf_2rf_2 \times \text{♂ N(S) } Rf_1Rf_1Rf_2Rf_2$$

↓

♀ ♂	♀ Rf_1Rf_2
Rf_1Rf_2	$Rf_1Rf_1Rf_2Rf_2$
Rf_1rf_2	$Rf_1Rf_1Rf_2rf_2$
rf_1Rf_2	$Rf_1rf_1Rf_2Rf_2$
rf_1rf_2	$Rf_1rf_1Rf_2rf_2$

Рис.4.11 Схема отримання матеріалу жита озимого за першого беккросу.

$$\text{♀ N } Rf_1rf_1Rf_2rf_2 \times \text{♂ N } Rf_1rf_1Rf_2rf_2$$

↓

♀ ♂	♀ Rf_1Rf_2	Rf_1rf_2	rf_1Rf_2	rf_1rf_2
Rf_1Rf_2	$Rf_1Rf_1Rf_2Rf_2$	$Rf_1Rf_1Rf_2rf_2$	$Rf_1rf_1Rf_2Rf_2$	$Rf_1rf_1Rf_2rf_2$
Rf_1rf_2	$Rf_1Rf_1Rf_2rf_2$	$Rf_1Rf_1rf_2rf_2$	$Rf_1rf_1Rf_2rf_2$	$Rf_1rf_1rf_2rf_2$
rf_1Rf_2	$Rf_1rf_1Rf_2Rf_2$	$Rf_1rf_1Rf_2rf_2$	$rf_1rf_1Rf_2Rf_2$	$rf_1rf_1Rf_2rf_2$
rf_1rf_2	$Rf_1rf_1Rf_2rf_2$	$Rf_1rf_1rf_2rf_2$	$rf_1rf_1Rf_2rf_2$	$rf_1rf_1rf_2rf_2$

Рис. 4.12 Отримання закріплювачів стерильності за самозапилення рослин жита озимого.

Згідно розщеплення отримуємо 1/16 частину закріплювачів стерильності. За самозапилення формується популяція $F_1BC_1I_1$, з якої необхідно виділити закріплювачі стерильності. Враховуючи таблицю, розроблену К. Мазером [4], можна визначити та відібрати необхідну кількість рослин популяції для наступних схрещувань (табл. 4.2).

Необхідна кількість рослин популяцій від насичуючих схрещувань, що має генотип із бажаною комбінацією генів (Мазер, 1945), шт.

Рівень ймовірності	Частка рослин з бажаною комбінацією генів						
	1/2	1/3	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64
0,95	5	8	11	23	47	95	191
0,99	7	12	16	35	72	146	296

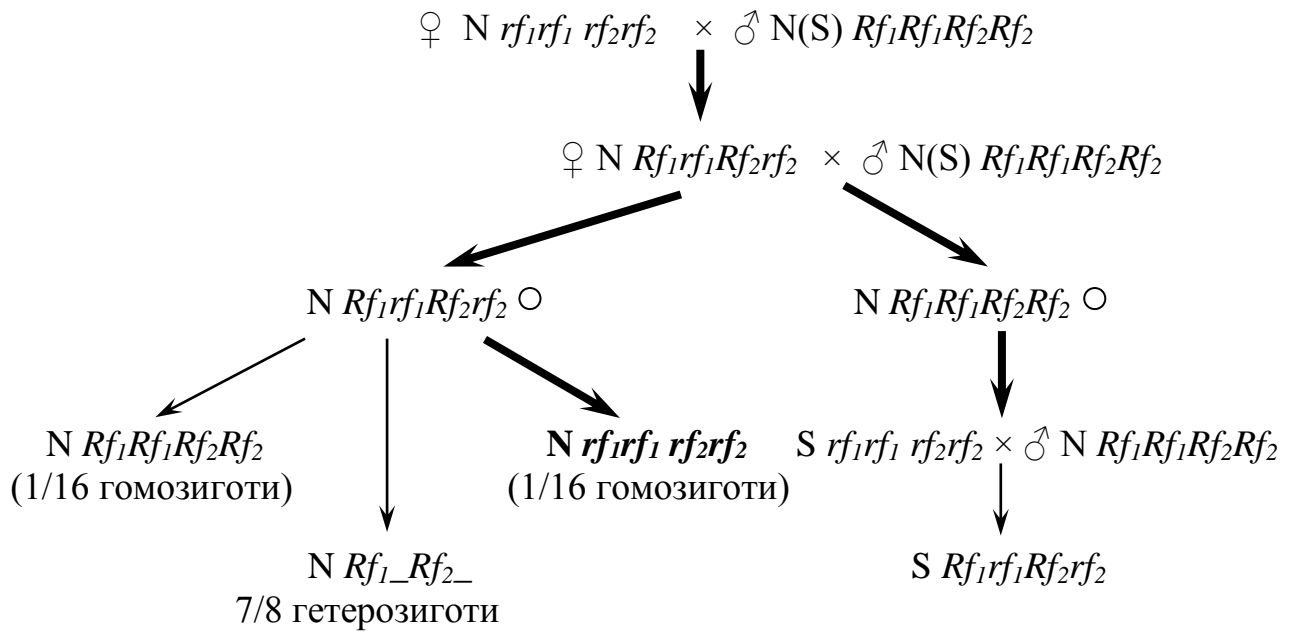
У популяції $F_1BC_1I_1$ 1/16 частка рослин є рецесивними гомозиготами за генами Rf_1/rf_1 , Rf_2/rf_2 , тому необхідно проаналізувати нащадки від 47 рослин за рівня ймовірності 0,95 і 72 – за рівня ймовірності 0,99. Зважаючи на вплив агрокліматичних умов та інших негативних чинників, доцільно збільшити кількість рослин до 10 %. Тому в дослідженнях аналізували, відповідно, 55 і 80 нащадків.

За результатами аналізу встановлено, що 1/8 частка матеріалів є гомозиготами, а 7/8 – гетерозиготами. Щоб виділити закріплювач стерильності з популяції $F_1BC_1I_1$, необхідно відібрані рослини паралельно схрестити зі стерильною материнською формою ($S\ rf_1rf_1rf_2rf_2$).

Наступний етап передбачає ідентифікацію та підрахунок кількості стерильних і фертильних рослин, отриманих за гібридизації зі стерильною формою. Проаналізувавши ознаку «стерильність–фертильність» вирізняємо закріплювач стерильності. Якщо рослини одного з нащадків всі фертильні, то він є відновлювачем фертильності, а якщо стерильні – закріплювач стерильності.

Паралельно зі створенням закріплювача стерильності створюється його стерильний аналог (рис. 4.13).

Виділення закріплювачів стерильності з паралельним проведенням аналізуючих схрещувань потребує чотири роки селекційного процесу та два роки додаткової апробації матеріалу.



Аналізуючі схрещування:

$$1) \text{♀ } S \text{ } r f_1 r f_1 r f_2 r f_2 \times \text{♂ } N \text{ } R f_1 R f_1 R f_2 R f_2$$

$$\begin{array}{c}
 \downarrow \\
 S \text{ } R f_1 r f_1 R f_2 r f_2 \\
 (\text{фертильні})
 \end{array}$$

$$2) \text{♀ } S \text{ } r f_1 r f_1 \text{ } r f_2 r f_2 \times \text{♂ } N \text{ } R f_1 r f_1 R f_2 r f_2$$

$$\begin{array}{cc}
 \downarrow & \downarrow \\
 S \text{ } R f_1 _ R f_2 _ & S \text{ } r f_1 r f_1 r f_2 r f_2 \\
 (\text{фертильні}) & (\text{стерильні})
 \end{array}$$

$$3) \text{♀ } S \text{ } r f_1 r f_1 \text{ } r f_2 r f_2 \times \text{♂ } N \text{ } r f_1 r f_1 \text{ } r f_2 r f_2$$

$$\begin{array}{c}
 \downarrow \\
 S \text{ } r f_1 r f_1 r f_2 r f_2 \\
 (\text{стерильні})
 \end{array}$$

Рис. 4.13 Схема отримання закріплювачів стерильності жита озимого.

Відновлювач фертильності можна створити шляхом п'яти–семи беккросних схрещувань стерильної форми з відновлювачем фертильності.

Основні вимоги до відновлювача фертильності:

- висока відновлювальна здатність (гени Rf_1/rf_1 , Rf_2/rf_2 в гомозиготному доміантному стані за фертильної або стерильної цитоплазми);
- висока пилкова продуктивність;

- комплексна стійкість до хвороб (борошниста роса, бура та стеблова іржа);
- стійкість до вилягання.

Джерелами генів відновлення фертильності можуть бути гібриди та лінії відновлювачі фертильності. Для розширення генетичного різноманіття батьківських ліній перспективним вихідним матеріалом можуть використовуватись сорти-популяції, що мають різну концентрацію генів Rf . Зокрема, за оцінювання колекції сортів на наявність біотипів відновлення фертильності, концентрація генів виріювала від 10,0 до 46,5 % [33].

Зазвичай, стратегія створення нових ліній-відновлювачів полягає в ідентифікації біотипів популяційних зразків з наступною їх селекцією на основі стерильної і нормальної плазми. Перший спосіб – ефективніший, оскільки залежить від стану генів Rf_1/rf_1 , Rf_2/rf_2 і, за гібридизації, будуть формуватися на всіх етапах селекційного процесу стерильні, або фертильні рослини. Стерильна цитоплазма є індикатором стану генів відновлення фертильності [23, 33].

За другого способу необхідно окремі рослини аналізувати за відновлювальною здатністю шляхом схрещування їх із стерильними аналогами, що подовжує період створення ліній. За цієї схеми проводять декілька інцухтів з відбором контрастних форм за біологічними і господарсько-цінними ознаками, що мають 100 % відновлювальну здатність. Відбір відновлювачів фертильності відбувається за проведення схрещувань «стерильна форма × відновлювач фертильності». Після аналізу отриманих нащадків проводять відбір матеріалів, що мають повну відновлювальну здатність та генотип $Zit S(N) Rf_1Rf_1Rf_2Rf_2$.

Створення відновлювачів фертильності за реципрокно-функціонального перетворення є трудомістким і тривалим процесом. Отримати батьківські компоненти можна за повторних беккросних схрещувань стерильної материнської форми та гібридного матеріалу (рис. 4.14). У наших дослідженнях використовували стерильні форми та відновлювачі фертильності іноземної селекції.

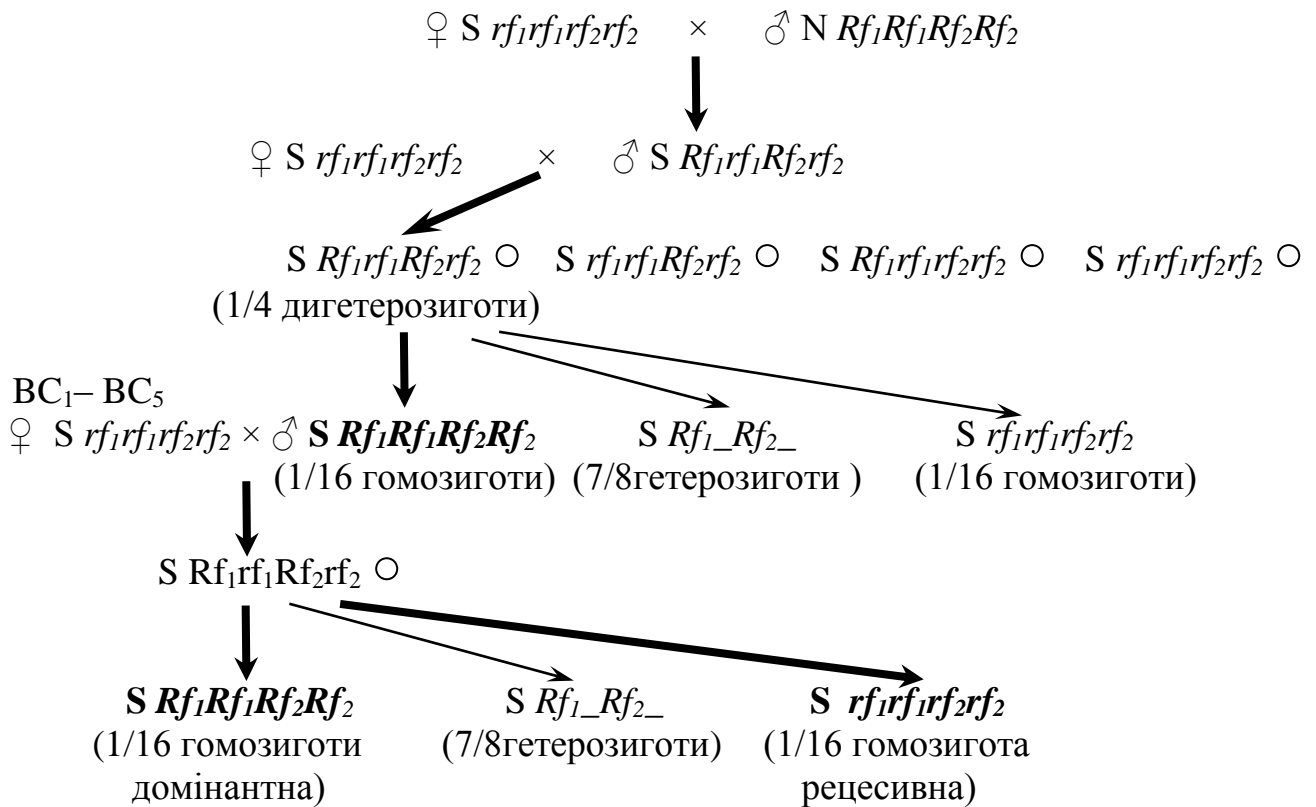


Рис. 4.14 Створення стерильної материнської форми та відновлювача фертильності жита озимого на основі донора стерильної плазми.

На початковому етапі стерильну материнську форму донорного матеріалу схрещували з відновлювачем фертильності. Отриманий селекційний матеріал беккросували на стерильну форму (до п'ятого покоління), переносячи батьківську генплазму материнському компоненту. Під час беккросування відбувається гомозиготація домінантних і рецесивних генів на цитоплазмі материнської форми. За проведеної низки беккросів виділяли стерильну материнську форму (рецесивну гомозиготу $S \text{ rfi rfi rf}_2 \text{ rf}_2$) та відновлювач фертильності (домінантну гомозиготу за генами $S \text{ Rf}_1 \text{ Rf}_1 \text{ Rf}_2 \text{ Rf}_2$).

Створена стерильна форма та відновлювач фертильності поєднували в собі плазму іноземної материнської форми, що вирізняється високою продуктивністю, та вітчизняну батьківську, з адаптивністю до біотичних та абіотичних чинників.

Встановлено, що в розробленій схемі доцільно використовувати генетичні маркери для візуальної ідентифікації ознаки «стерильність–фертильність» рослин при створенні та відборі вихідних компонентів гібридів.

Отже, розроблено та теоретично обґрунтовано схему реципрокно-функціонального перетворення вихідного матеріалу для отримання компонентів гетерозисних гібридів жита озимого. За використання запропонованої схеми із залученням екзоплазми, можна в короткі строки отримати генетичне різноманіття материнських та батьківських компонентів гібридизації і створити високопродуктивні комбінаційно здатні форми культури.

Новостворений матеріал поєднує в собі всі позитивні ознаки як материнської так і батьківської форми.

До реципрокно-функціонального перетворення доцільно залучати зразки географічно віддалених зон, зокрема, високопродуктивні іноземні та високоадаптивні вітчизняні матеріали.

Висновки за розділом 4.

1. Теоретично обґрунтовано, що за ведення гетерозисної селекції жита озимого для ідентифікації вихідних компонентів гібридизації доцільно використовувати генетичні маркери, що дає змогу за маркерними ознаками спростити процес визначення та відбору необхідних батьківських форм.

2. Виділено гени, що можуть використовуватись маркерами для ідентифікації матеріалів на різних етапах онтогенезу рослин.

3. Встановлено, що гени *Sp/sp*, *L/l*, *P/p*, *W/w*, *Epr1/epr1* і *Hl/hl* можуть слугувати ефективними генетичними маркерами для візуальної ідентифікації ознаки «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин жита озимого.

4. Створено колекцію зразків жита озимого, що можуть використовуватись донорами генів маркерних ознак для отримання і відбору чистолінійних компонентів гібридизації.

5. Розроблено та теоретично обґрунтовано схеми реципрокно-функціонального перетворення вихідного матеріалу із залученням у

селекційний процес географічно-віддалених форм, що дає змогу в короткі строки отримати генетичне різноманіття материнських та батьківських компонентів гібридизації і створити високопродуктивні комбінаційно здатні форми для ведення гетерозисної селекції жита озимого.

За матеріалами розділу опубліковано п'ятнадцять наукових праць [7–11, 18–24, 31–33] та Українським інститутом промислової власності видано за співавторства десять патентів на корисну модель [12–15, 25–30].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Єгоров Д. К., Деревянко В. П. Особливості гетерозисної селекції озимого жита. *Селекція і насінництво*: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків, 2004. Вип. 88. С. 40–45.
2. Кобылянский В. Д., Лапиков Н. С., Катерова А. Г., Ерошенко Т. Т. Результаты и перспективы селекции гибридов озимой ржи с использованием ЦМС. Селекция ржи. Материалы симпозиума Еукарпия. Ленинград: ВИР, 1990. С. 28–32.
3. Литвиненко М. А., Топал М. М., Шестопад О. Л., Замбріборщ І. С., Галаєв О. В. Удосконалена технологія селекційного процесу пшениці м'якої озимої з використанням біотехнологічних і молекулярно-генетичних методів. Науково-методичний посібник. Одеса, 2016. 43 С. 16–19.
4. Мазер К., Джинкс Дж. Биометрическая генетика. Москва: Мир, 1985. С. 463.
5. Методические указания по производству гибридных и сортовых семян кукурузы. Москва: Колос, 1976. 168 с.
6. Парий Ф. Н. А. с. 923474 (СССР). Способ получения гибридных семян кукурузы. Опубл. в Б. И. 1982. № 16.
7. Парий Ф. М., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Апробація способів отримання гібридів жита озимого за різних генетичних систем контрольованого розмноження. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2014. Вип. № 85. С. 8–13.

8. Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого. *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 20.
9. Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за використання гена *w/w* «восковий наліт». *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 24.
10. Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Спосіб контролю стерильності жита озимого на ділянках гібридизації. *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 21.
11. Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого на ділянках гібридизації за використання гена *w/w* «восковий наліт». *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 25.
12. Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Скорик В. В. Патент на корисну модель № 91021 від 25.06. 2014 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності жита озимого на ділянках гібридизації; Заявл. 09.09.2013; Опубл. 25.06. 2014, Бюл. № 12. 4 с.
13. Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Скорик В. В. Патент на корисну модель № 91020 від 25.06. 2014 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого; Заявл. 09.09.2013; Опубл. 25.06. 2014, Бюл. № 12. 4 с.
14. Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Патент на корисну модель № 103730 від 25.12. 2015 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності жита озимого за геном *L/l* «безлігульність»; Заявл. 06.07.2015; Опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24. 4 с.
15. Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Патент на корисну модель № 103729 від 25.12. 2015 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *L/l* «безлігульність»; Заявл. 06.07.2015; Опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24. 4 с.

16. Пухальский В. А., Соловьев А. А., Юрцев В. Н. Метод «прижизненных красителей» по В. Н. Юрцеву. *Цитология и цитогенетика растений*. Москва: МСХА, 2004. С. 83–89.
17. Рудишин С. Д. Методичні рекомендації по виділенню і електрофоретичному розділенню легкорозчинних білків і пероксидази рослин. Вінниця: Препринт ВДСГІ, 1995. 11 с.
18. Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Використання маркерних генів при створенні вихідних компонентів гібридів жита озимого. Методичні рекомендації. Умань: Уманський НУС, 2017. 24 с.
19. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Використання генетичних маркерів для ідентифікації матеріалів у селекції жита озимого. Матеріали VII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань, 2018. Умань: Сочинський М. М. С. 218–219.
20. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Гуменюк О. В. Використання інбридингу в селекції жита озимого. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Інноваційні агротехнології*. Умань, 2018. С. 109–110.
21. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Апробація донорних короткостеблових форм жита озимого. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2015. Вип. № 87. С. 61–66.
22. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Дослідження форм жита озимого з геном домінантної короткостебловості *Hl/hl*. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки*. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2014. С. 16–17.
23. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Способи створення та випробування нових гібридів жита озимого. Методичні рекомендації. Умань: Уманський НУС, 2016. 27 с.
24. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Аналіз деяких морфологічних ознак створених зразків жита озимого та використання їх у селекції. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Київ, 2017. С. 234–235.

- 25.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 117602 від 26.06.2017 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки; Заявл. 20.02.2017; Опубл. 26.06.2017, Бюл. № 12. 4 с.
- 26.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 117608 від 26.06.2017 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності жита озимого за геном *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки; Заявл. 20.02.2017; Опубл. 26.06.2017, Бюл. № 12. 4 с.
- 27.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 120738 від 10.11.2017 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *P/p* розлогої форми куща; Заявл. 19.06.2017; Опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21. 4 с.
- 28.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 120739 від 10.11.2017 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого за геном *P/p* розлогої форми куща; Заявл. 19.06.2017; Опубл. 26.06.2017, Бюл. № 21. 4 с.
- 29.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 127222 від 25.07.2018 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого за геном *Epr1/ep1* «безвосковий наліт колосу»; Заявл. 05.02.2018; Опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14. 4 с.
- 30.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 127223 від 25.07.2018 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *Epr1/ep1* «безвосковий наліт колосу»; Заявл. 05.02.2018; Опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14. 4 с.
- 31.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Характеристика зразків жита озимого з рецесивними алелями гена *Sp/sp* «еректоїдне розміщення листка». Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2017. С. 105–106.
- 32.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Характеристика форм жита озимого з рецесивними алелями гена *Ll* «безлігульність». Матеріали Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта*, присвяченої світлій пам'яті Ф. М. Парія. Умань, 2016. С. 303–305.

- 33.Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Генетичні основи створення батьківських компонентів гібридів жита озимого: монографія. Умань: Візаві, 2017. 188 с.
- 34.Тороп А. А., Чайкин В. В., Тороп Е. А. Создание нового морфотипа озимой ржи. Доклады РАСХН, 2009. № 2. С. 3–5.
- 35.Тороп Е. А. Морфогенетические закономерности формирования продуктивности озимой ржи (*Secale cereale* L.). Автор. дис... д-ра биол. наук: 06.01.05 – селекция и семеноводство. Воронежский НИИСХ им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии. Рамонь, 2011. 47 с.
- 36.Усик Л. О. Характеристика відмінних морфологічних ознак пшениці м'якої озимої та їх використання в селекції на Півдні України. Автореф. дис. к-та с.-г. наук. Одеса. 2009. 21 с.
- 37.Ribaut J. M., Vicente M. C, Delannay X. Molecular breeding in developing countries: challenges and perspectives. Current Opinion in Plant Biology. 2010. V.13. P. 1–6.
- 38.Xu Y. Molecular plant breeding. CAB International, UK. 2010. P. 734.

РОЗДІЛ 5

ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ У СЕЛЕКЦІЇ ЖИТА ОЗИМОГО

5.1 Самонесумісність жита озимого та способи її подолання

Одним зі шляхів підвищення врожайності та основних господарсько-цінних ознак культури є використання у селекції гетерозису. Для отримання гетерозисного ефекту за гібридизації необхідно мати високопродуктивні компоненти схрещування, в якості яких може використовуватись різноманітний селекційний матеріал. У зв'язку з цим загострюються проблеми широкого використання генетичних ресурсів культури, інвентаризація генетичної мінливості за найважливішими ознаками і адаптивним потенціалом. У жита озимого інвентаризація генетичної різноманітності ускладнена через еволюційно і селекційно закріплену властивість самостерильності, що практично виключає можливість вивчення матеріалу на рівні гомозиготних ліній [10, 31, 49].

Досвід практичної селекції показує, що значним резервом підвищення гетерозису є використання саме гомозиготних ліній. Найбільша цінність самозапилених ліній полягає в здатності їх постійно забезпечувати гетерозисний ефект за гібридизації. Для промислового отримання гетерозисних гібридів використовуються лінії, що мають цінні біологічні та господарсько-цінні ознаки. Такі лінії створюються в процесі послідовного контрольованого інбридингу, що супроводжується відборами. Інбридинг є аналізатором складної перехреснозапиленої популяції і дає можливість селекціонеру виділити з неї в гомозиготному стані генотипи з цінними властивостями. Від інтенсивності інбридингу залежить рівень гомозиготності інбредних рослин [10, 49].

Інбридинг супроводжується двома важливими генетичними явищами: очищення генотипу від рецесивних леталей і переведення в гомозиготний стан більшості генів, що дозволяє на рівні фенотипу звільняти генотип від

рецесивних напівлеталей та відбирати генотипи з більшістю позитивних алелей.

Переведення генів у гомозиготний стан має такі наслідки:

- прояв інбредної депресії;
- диференціація вихідної популяції на константні лінії за підвищенні однорідності потомства самоzapліднених рослин з кожним наступним поколінням інбридингу;
- вищеплення ознак, обумовлених рецесивними алелями генів і, у зв'язку з цим, формування нових спадкових типів.

У перехреснозапильних культур, зокрема, жита озимого, в процесі еволюції виробилася генетично детермінована система самонесумісності. Головна функція самонесумісності – це попередження самоzapилення (інбридингу) і сприяння перезапиленню між генетично неспорідненими особинами одного виду (ауткросингу), що забезпечує підтримання гетерозиготності рослин [49].

Відомо спорофітний та гаметофітний типи несумісності [11, 49]. У жита гаметофітна несумісність. Вона зумовлюється незалежною дією в пилку та в стовпчику диплоїдів двох алелей несумісності (S-алелей) без взаємодії домінування між ними як в стовпчику, так і в пилковому зерні (чоловічому гаметофіті). Гаметофітна несумісність контролюється низкою множинних алелей S_1 , S_2 , S_3 тощо. Кількість алелей серії різних видів з гаметофітною системою несумісності різна. Поєднання S-алелей, що знаходяться в диплоїдних клітинах стовпчика з S-алелем пилкового зерна зумовлює сумісність або несумісність під час запилення. Якщо пилкове зерно має S-алель, що присутня в стовпчику, ріст пилкової трубки пригнічується. Отже, сумісність буде забезпечуватись гетерозиготним станом різних алелей пилкової трубки та стовпчика.

Жито озиме є самонесумісною культурою, проте самонесумісність у сортів-популяцій жита не є абсолютною. Самофертильність рослин жита незначна і складає в середньому 0–6 % [85].

Генетик А. Лунквіст встановив [49, 86], що самонесумісність рослин контролюється комплементарно генами S і Z , які взаємодіють з серією багатьох алелей за кожним геном. Самофертильність є результатом мутації S або Z , або обох алелей. У такому випадку пилкові зерна, що несуть самофертильні Sf -алелі, мають можливість проростати у приймочку своїх квіток і здійснювати запилення. Встановлено домінування самофертильності над самостерильністю, що дозволяє отримувати за гібридизації самофертильні форми.

Це визначило необхідність проведення досліджень щодо характеру розмноження жита озимого, зокрема, і поліморфізму за ознакою «стерильність–фертильність», виділення самофертильних форм, генетичного вивчення і створення на їх основі донорів самофертильності. Впровадження цих ознак у селекційний матеріал створює основу якісно нового підходу до створення вихідного матеріалу для селекції жита озимого – шляхом інбридингу можна провести ретельне індивідуальне оцінювання за потомствами з отриманням великої кількості ліній з визначеними маркерними ознаками [49]. Диференціація жита озимого до рівня генотипів дає можливість виділення донорів самофертильності та стійкості до комплексу біотичних та абіотичних чинників. Вивчення успадкування толерантності на лінійному рівні (важко контрольованих на рівні сімей і популяцій) допоможе в розробці новітніх концепцій для створення нових форм [18, 31, 49].

Нині сформовано концепцію поглядів на якісно новий підхід до створення вихідного матеріалу в селекції гібридного жита. Він базується на методі інбридингу, в якому заздалегідь блокується механізм дії генів самонесумісності генами самофертильності. Таким чином самонесумісність повністю заміщується генами самофертильності. Останнє положення стимулювало дослідження з пошуку і виділення у сортових популяціях джерел самофертильності. Самофертильні лінії є незамінними в експериментальній генетиці з аналізу генетичної структури сортових

популяції жита і вивченні генетики селекційно корисних кількісних ознак (продуктивності рослини і елементів структури врожаю). У літературі є всього декілька повідомлень, де за гібридизації з'ясовувалася генетична природа самофертильності. Вчені [73, 74] неодноразово повідомляли про результати спадковості самофертильності в схрещуваннях з самостерильними лініями. У більшості комбінацій (у 27 з 33) гібриди F_1 мали самофертильність вище 20 %, в 24 комбінаціях самофертильність гібридів F_1 була вищою – 35 %, в трьох випадках – вона перевищувала 60 %.

Виділені з популяції джерела корисних господарських ознак необхідно зберігати і підтримувати в життєздатному стані. Для цього доцільно використовувати лінійну селекцію та біотехнологію [13, 14, 69]. Використання біотехнологічних методів прискорить процес створення та збереження цінних вихідних матеріалів для ведення гетерозисної селекції [12, 13].

Створення банку ліній на основі донорів самофертильності дасть змогу збереження в чистоті вихідного матеріалу з господарсько-цінними властивостями [63, 67]. У гібридній селекції доцільно використовувати різні методи біотехнології, зокрема, мікроклональне розмноження, культуру ізольованих зародків і гаплоїдних клітин, соматичний ембріодогенез, клітинну селекцію тощо.

5.2 Використання ембріокультури для збереження нежиттєздатних зародків жита озимого

У результаті проведених нами досліджень встановлено, що за самозапилення ізольовані рослини більшості зразків жита утворюють незначну кількість насіння (4–8 шт. на колос) [49]. Насіння, що утворилось під час самозапилення, було деформоване, неправильної форми та відрізнялось за кольором і розміром від типового. Аналіз отриманого насіння показав низьку його схожість та енергію проростання.

Щоб зберегти сформовані матеріали та отримати рослинний матеріал за самозапилення доцільно використовувати культуру ізольованих зародків [45, 56, 57].

Культура зародків – це стерильне вирощування на живильному середовищі зрілих або незрілих зиготних зародків. Це ефективний спосіб збереження нежиттєздатного зародкового матеріалу, отриманого в результаті самозапилення, гібридизації або з мутантних насінин. В окремих випадках спостерігається відсутність або дегенерація ендосперму, несумісність тканин, що оточують зародковий мішок тощо. Це призводить до загибелі зародка [51, 55, 59].

Культивування *in vitro* зародків передбачає вирощування їх на спеціально підібраних середовищах в асептичних умовах, попередньо ізольованих з дозрілого (нормально сформованого) насіння, з недозрілого насіння (на ранніх стадіях розвитку). У першому випадку зародки повністю диференційовані, у другому – знаходяться на різних фазах розвитку. Практичне значення культури ізольованих зародків з дозрілого насіння полягає в прискореному отриманні рослин з насіння, що погано або зовсім не проростає, а також у виведенні зародка зі стану спокою, що починається ще під час дозрівання насінин на рослині. Стан спокою зародка може бути коротким, але іноді для його подолання необхідно застосовувати спеціальні прийоми впливу на насіння – стратифікація (дія знижених температур), скарифікація (пошкодження твердої шкірки насінини з метою підвищення здатності до набухання і прискорення проростання) [13, 55, 59, 69].

Метод культури незрілих зародків найчастіше використовується тоді, коли неможливо ефективно одержати визначену генетичну комбінацію бажаних ознак традиційними методами. Культивування незрілих зародків використовують при отриманні зародків, які, зазвичай, є нежиттєздатними, потерпають від генетичної несумісності і абортуються на ранніх етапах розвитку, якщо не будуть збережені завдяки дорощуванню в штучних умовах *in vitro*. Здебільшого бар'єр несумісності під час розвитку зародка виникає на

середніх і пізніх стадіях ембріогенезу. Тому через 3–10 діб після запилення молодий зародок необхідно вилучити та ввести в ізолювану культуру [60].

Відомо, що період ембріонального розвитку організму характеризується високою активністю процесів клітинного поділу і диференціації. На самих ранніх етапах ембріогенезу відбуваються активні поділи зиготи без диференціації. На послідуєчих – розпочинається диференціація. Клітини набувають здатності виконувати певну функцію, формується складний організм. Це неминує супроводжується виникненням складної системи регуляторних механізмів, виникненням корелятивних зв'язків між ними. В основі складного процесу диференціації, морфогенезу, виникнення корелятивних зв'язків лежить зміна і регуляція активності генів на початкових етапах. Окрім того, процеси ембріогенезу в нативних умовах зазнають впливу материнського організму. Цю залежність зародка від материнської рослини можна усунути відтворенням ембріогенезу в контрольованих умовах. Враховуючи це, метод вирощування ізолюваних зародків ранніх етапів формування є єдиним, що дозволяє експериментально дослідити часову, послідовну реалізацію генетичної інформації, дію генів на початкових фазах індивідуального розвитку організму [14, 15].

Вирощування зародків *in vitro* в стерильних умовах на штучних живильних середовищах дає змогу застосовувати різні речовини для подолання спокою і стимулювання росту біоматеріалу [53].

В опублікованій літературі не знайдено повної інформації про культуру ізолюваних зародків рослин жита озимого. Не вивченим залишається й питання щодо складу живильного середовища, його модифікацій та умов культивування експлантів, залежності віку виділених незрілих зародків і частки отриманих з них рослин, впливу ембріокультури на морфогенетичні характеристики створених зразків тощо.

Метою наших досліджень було вирішення проблеми збереження генетичного потенціалу вихідних зразків, отриманих при самозапиленні, за розробки методів культури ізолюваних зародків жита озимого.

5.2.1 Культура незрілих зародків. Для отримання генетичного матеріалу з бажаними маркерними ознаками при самозапиленні зразків жита озимого було використано метод культури незрілих зародків, що дає можливість за умов ізолюваної культури індукувати розвиток біоматеріалу із зиготних зародків на різних етапах їх розвитку.

Донором експлантів слугували зразки, що формували незначну кількість насіння (1–8 шт. насінин на рослину) за самозапилення: сорти Хлібне і Сіріус; лінії 133–1 і 214–6; гібриди фірми KVS Barasetto і Palazzo.

Для самозапилення колос рослини ізолювали та фіксували період цвітіння. На 3–12 добу квітування колосся зрізали та експонували за низької позитивної температури в темнових умовах впродовж двох діб.

Перед введенням в культуру *in vitro* біоматеріал стерилізували 0,1 %-вим розчином сулеми за експозиції 20 хвилин та п'ятиразово промивали стерильною дистильованою водою [49].

Незрілі насінневі зародки разом з тканинами насінневого зачатку виділяли та висаджували на модифіковане живильне середовище (рис. 5.1).

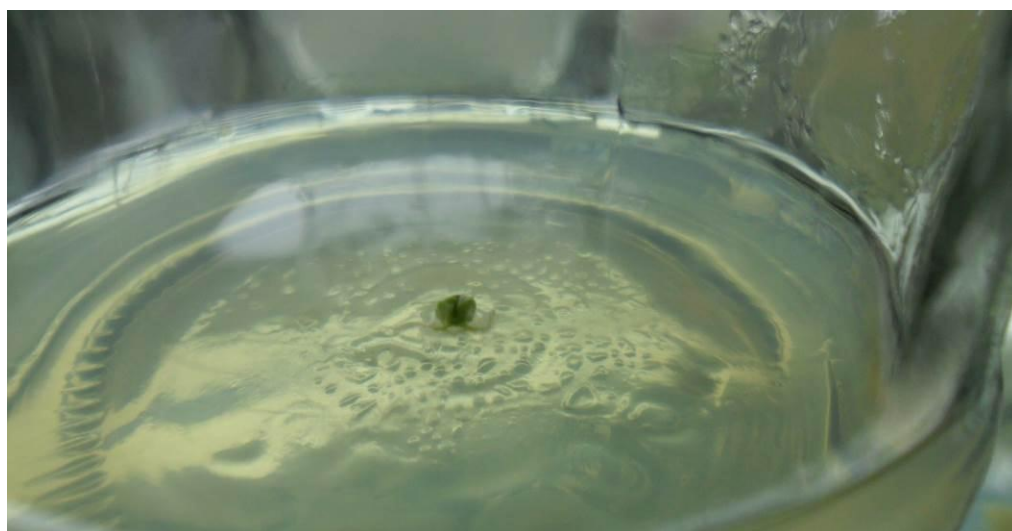
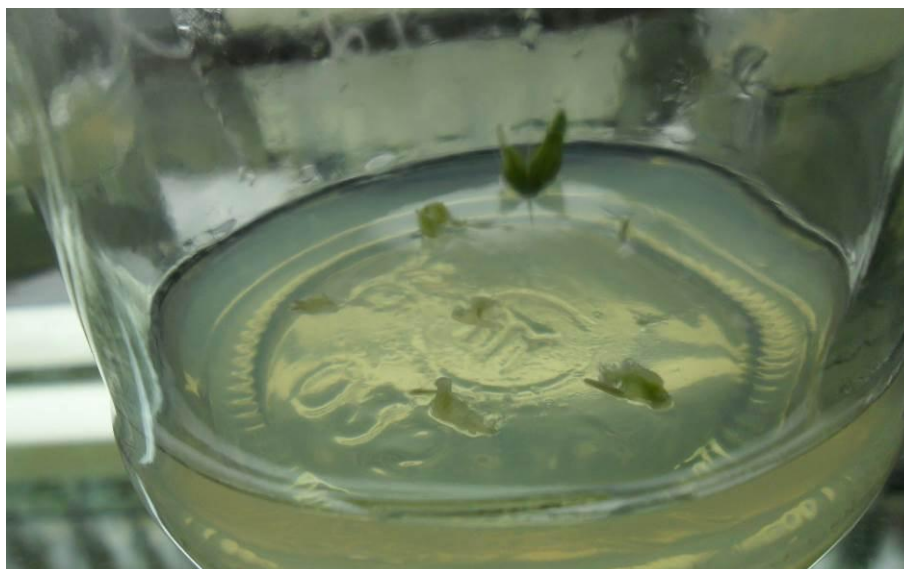


Рис. 5.1 Висаджений на живильне середовище незрілий зародок жита озимого.

Культивували експланти за температури 23–25 °С, 16-годинному фотоперіоді з інтенсивністю освітлення 3 клк і вологістю 75 %.

За культивування незрілих зародків на живильному середовищі незначна кількість експлантів формувала повноцінні рослини (рис. 5.2).



**Рис. 5.2 Формування рослин-регенерантів з незрілих зародків
жита озимого.**

У результаті проведених досліджень встановлено, що на процес регенерації рослини з незрілих зародків в умовах ізольованої культури істотно впливає склад живильного середовища, вік експланту (період вичленування зародку після процесу примусового самозапилення) та генотип вихідного матеріалу.

Висаджені в ізольовану культуру незрілі зародки проходили кілька фаз розвитку: латентну, експоненціальну, уповільнення росту, стаціонарну. Незначна кількість експлантів після початкової фази розвитку переходила до експоненціальної. Початок лаг-фази фіксували на 7–10 добу культивування зародків, коли спостерігали інтенсивний поділ клітин та істотне збільшення маси рослинного матеріалу. Інтенсивність наростання біомаси залежала від тривалості періоду формування зародку в умовах материнського організму (табл. 5.1).

**Вплив віку незрілих зародків на вихід макроструктур
жита озимого в ізолюваній культурі**

Вік незрілих зародків, діб*	Кількість введених експлантів, шт.	Сформовані макроструктури, %		
		Проростки		Калюс
		Всього	Повноцінні	
3	205	1,9±0,8	1,4±0,7	15,2±2,1
6	194	12,7±1,3	9,5±0,8	4,1±0,8
9	195	26,3±1,1	21,6±1,0	0,0±0,0
12	208	24,3±0,9	18,8±1,1	0,0±0,0
<i>НІР₀₁</i>		<i>1,2</i>	<i>0,9</i>	<i>1,0</i>

Примітка. *Кількість діб після самозапилення

Морфологічними спостереженнями встановлено, що зародки на ранніх етапах розвитку формували незначну кількість проростків. Триденні ембріони на живильному середовищі індукували лише 1,9 % проростків, з яких повноцінними були лише 1,4 %. Проте вони мали здатність формувати калюсну масу. Понад 15,0 % висаджених експлантів індукували розвиток калюсу з різними морфологічними особливостями. Очевидно, що недиференційовані тканини незрілих зародків під дією живильного середовища здатні до активної проліферації.

Основним в індукції калюсоутворення є взаємодія «генотип–середовище», істотним моментом в якій є наявність генетичної компетентності в реакції клітин рослини на ушкодження та екзогенні регулятори росту. Ця взаємодія ґрунтується на тому, що поранення (травма) під час вичленування експланта, складові живильного середовища (регулятори росту, вуглеводи), умови ізолювання і тип експланта впливають на експресію генів, що відповідають за калюсоутворення.

Калюсна тканина, отримана з незрілих зародків, відрізнялась за консистенцією та кольором формувань. За фенологією її можна було розділити на два типи: 1 – розпушена або середньої щільності світлого

кольору (біло-прозора, світло-зелена, жовтувата) (рис. 5.3); 2 – пухка, швидко наростаюча, світло-жовтого кольору, обводнена. Сформований калюс не мав виражених меристематичних осередків, що ідентифікує його як неморфогенний.

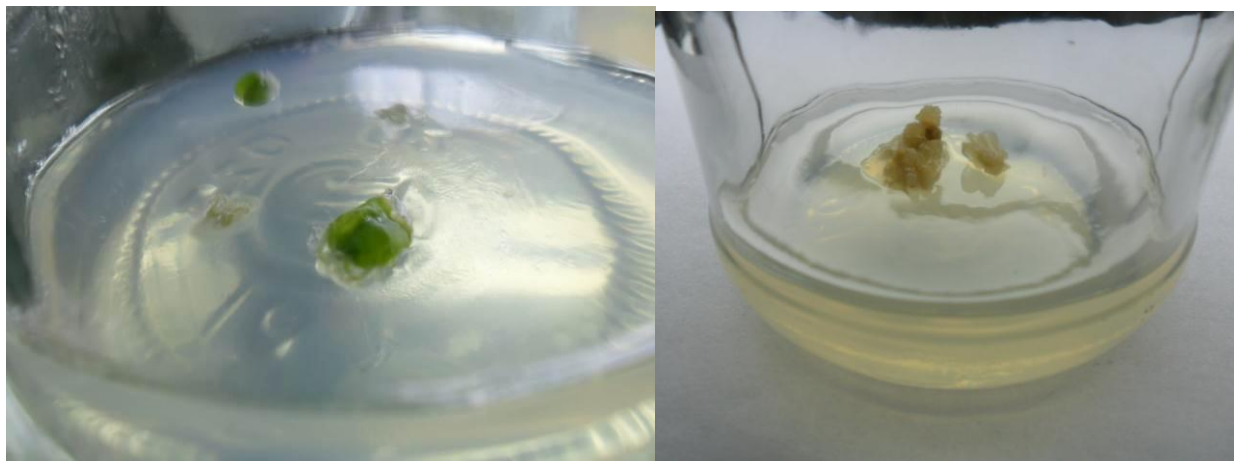


Рис. 5.3 Формування калюсної тканини з незрілих зародків жита озимого.

Найбільшу схильність до розвитку та формування повноцінних проростків в умовах ізолюваної культури мали зародки виділені на дев'яту добу після запилення. Проростки формувало 26,3 % експлантів. Очевидно це пов'язано з тим, що в цей період проходить диференціація тканин і активне формування апікальних меристем і провідних систем зародка. Комплекс компонентів живильного середовища стимулює поділ клітин експланту, збільшуючи кількість сформованих проростків в умовах *in vitro*.

Культивування 12-добових зародків знижувало рівень формування проростків (рис. 5.4). Очевидно, що тканини насінневого зачатку, що оточують зародок інгібують його розвиток. Це призводить до зниження кількості отриманих регенерантів.

У процесі розвитку на живильному середовищі незрілі зародки збільшувались в об'ємі та утворювали проростки. За диференціації тканин отримані проростки формували чітко виражену апікальну меристему пагона та первинні корені, з'являлась пігментація органів. Виживання проростків сягало 82,0 %.



1

2

Рис. 5.4 Розвиток на живильному середовищі дев'ятидобових (1) і дванадцятидобових (2) незрілих зародків жита озимого.

Необхідно зауважити і те, що не всі отримані рослини були повноцінними (рис. 5.5).



Рис. 5.5 Різні типи розвитку незрілих зародків жита в культурі *in vitro*: 1 – диференційований проросток; 2 – калюс; 3 –аномальний розвиток пагона.

Частина матеріалів (4,7 %) мала морфофізіологічні відхилення, зокрема, потовщений пагін, альбінізм, відсутність ризогенної активності, гофрована поверхня листка, геотропізм структури, пожовтіння та втрата пігментації, формування калюсної біомаси на поверхні сформованих органів тощо. Ці відхилення ми пов'язуємо з реакцією генотипу на фізико-хімічні умови

виращування первинного експланту, зокрема, модифікацією живильного середовища.

Вихід проростків за культивування незрілих зародків істотно залежав від генотипу рослини-донора експланту (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Вихід макроструктур за культивування дев'ятидобових незрілих зародків різних генотипів жита озимого в культурі *in vitro*

Селекційний матеріал	Кількість висаджених незрілих зародків, шт.	Отримано структур, %		
		Всього	Проростки	Калюс
Сорти				
Хлібне	218	12,7±0,5	11,1±0,7	1,6±0,3
Сіріус	225	16,0±1,5	13,2±1,7	2,8±1,3
Гібриди фірми KWS				
Palazzo	218	25,5±1,0	24,7±1,6	0,8±0,5
Varasetto	210	30,1±0,7	29,1±0,6	1,0±0,7
Лінії				
3359/10–257	212	43,2±0,9	42,3±1,4	0,9±0,3
3377/10–67	230	40,5±1,2	39,5±2,1	0,0±0,0
3142/10–92	180	39,1±0,9	38,6±1,3	0,0±0,0
214–6	194	37,3±1,4	37,3±1,4	0,0±0,0
133–1	175	30,2±0,3	29,3±0,3	0,9±0,2
337–7	208	27,4±1,0	26,5±1,7	0,9±0,4
338–3	194	27,0±0,8	26,3±1,2	0,7±0,4
341–6	180	25,1±0,8	24,1±0,8	1,0±0,4
85–6	192	23,9±1,5	23,9±1,5	0,0±0,0
88–1	176	23,1±0,7	23,1±0,7	0,0±0,0
103–5	202	23,5±1,8	23,0±1,8	0,5±0,2
109–5	186	24,0±0,6	22,7±0,6	1,3±0,7
115–16	197	24,2±1,2	21,7±1,5	2,5±0,8
117–16	185	18,1±1,1	16,3±1,8	1,8±0,5
Середнє за генотипами	195,2	27,2±0,9	26,3±1,5	0,9±0,3
<i>HIP₀₁</i>		<i>1,4</i>	<i>1,3</i>	<i>0,1</i>

Найбільшу кількість матеріалів отримано з дев'ятиденних зародків ліній 3359/10–257 ($42,3 \pm 1,4$ %), 3377/10–67 ($39,5 \pm 2,1$ %), а найменшу – за культивування незрілих зародків сортів Хлібне ($13,1 \pm 0,7$ %) і Сіріус ($13,2 \pm 1,7$).

На життєздатність незрілих зародків в умовах ізолюваної культури впливав спосіб запилення. У дослідженнях використовували вільне самозапилення колосу під ізолятором і примусове, за якого проводили періодичне струшування пилку в період цвітіння квіток.

За вільного запилення частка формування регенерантів була істотно нижчою аніж за примусового. Ця тенденція спостерігалась на різних етапах розвитку незрілого зародку (рис. 5.6).

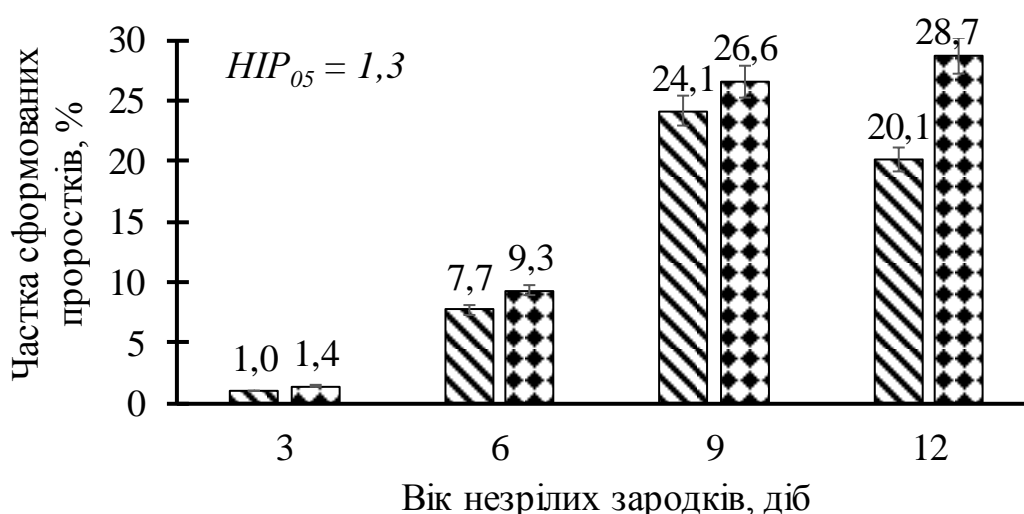


Рис. 5.6 Вплив способу запилення жита озимого на вихід проростків з незрілих зародків в ізолюваній культурі.

▨ – вільне запилення під ізолятором; ▣ – примусове запилення.

Кількість сформованих проростків за вільного опилення варіювала в межах 1,0–24,1 %, а за примусового – 1,4–28,7 %. Очевидно, що за примусового запилення підвищувалась частка формування зигот і збільшувалась кількість життєздатних зародків.

Отже, встановлено, що самонесумісність жита озимого можна подолати за використання культури незрілих зародків. Вихід проростків за

використання ембріокультури залежить від віку зародка та генотипу вихідного матеріалу. За культивування в ізольованій культурі дев'ятидобових зародків вихід проростків у середньому за генотипами складав 26,3 %.

5.2.2 Культура зрілих зародків. Для ведення селекції жита озимого на гетерозис необхідно мати чистолінійний матеріал. Його отримують у результаті самозапилення.

Як вже зазначалось, за самозапилення рослинного матеріалу жита озимого на колосі утворюється незначна кількість насіння. Отримані насінини дрібні, деформовані і мають низьку життєздатність. За висіву цього насіння на ділянки формується незначна кількість рослин. У середньому за генотипами частка пророслого насіння склала 42,3 % (табл. 5.3). На його проростання впливають погодні умови вирощування культури. За проростання насіння у лабораторних умовах частка виходу пророслого насіння збільшувалась до 54,8 %.

Таблиця 5.3

Вплив умов вирощування на схожість щуплого насіння отриманого за самозапилення рослин жита озимого*

Умови проростання насіння	Схожість насіння	
	%	± до контролю, %
Польові (<i>контроль</i>)	42,3±2,4	–
Лабораторні (у термостаті)	54,8±1,8	+ 29,5
Культура <i>in vitro</i>	70,8±1,2	+ 67,4
<i>НІР₀₅</i>	2,8	–

Примітка. *У середньому за генотипами

Для підвищення виходу лінійного матеріалу доцільно використовувати біотехнологічні методи, зокрема, культуру зрілих зародків. За використання ізольованої культури понад 70,0 % насіння формувало проростки, що склало 67,4 % до контролю. Стимуляцію проростання та формування проростків з

неповноцінного насіння забезпечують умови вирощування, зокрема, модифіковане живильне середовище, що замінює зародку ендосперм.

Для індукції проростання щуплого насіння до модифікованого ростового живильного середовища додавали підвищені концентрації сахарози (50,0 г/л), гідролізатора казеїну (0,5 г/л) та гіберелінової кислоти (1,0 мг/л). Сформовані в ізолюваній культурі проростки вирізнялись високою інтенсивністю наростання біомаси порівняно з рослинами отриманими в польових умовах вирощування.

З метою розмноження ліній рослинний матеріал переносили на ростове живильне середовище для клонування та вкорінення.

Отже, у процесі досліджень встановлено, що для проростання щуплого насіння, отриманого за самозапилення рослин жита озимого, ефективно використовувати ізолювану культуру. Застосування культури зрілих зародків забезпечує отримання проростків з насіння на рівні 70,0 %.

5.2.3 Вплив умов культивування на життєздатність зародків. Для індукції розвитку біоматеріалу в ізолюваній культурі необхідно створити оптимальні умови культивування. Управління процесами росту і розвитку рослин полягає у підтриманні інтенсивних процесів метаболізму впродовж усього життєвого циклу клітин.

«Закон мінімуму» відіграє у біотехнологічному процесі життєдіяльності ключову роль. Саме той елемент живлення, якого рослина отримує найменше від норми, обмежує генетичну експресію. Разом з тим, відповідне поєднання компонентів живлення забезпечує послідовну і відповідну реакцію на них рослин під час росту і розвитку. Використання регуляторів росту в поєднанні з живильними речовинами та іншими ключовими чинниками дозволяє рослині вибирати і використовувати необхідний компонент.

Генетичний потенціал матеріалу визначається внутрішньою структурою ДНК рослини й залежить від технологій селекції та/або біотехнології. Генетична експресія – це фізіологічний прояв генетичного

потенціалу рослини. Вона визначається тиском зовнішніх чинників. Комбінація генетичного потенціалу та генетичної експресії сприяє росту та розвитку рослин, покращенню якісних і кількісних характеристик біоматеріалу.

Встановлено, що в середньому культури реалізують біля 30 % генетичного потенціалу. Непередбачувані та мінливі зовнішні стресові чинники знижують генетичну експресію і, як наслідок, обмежують ріст, розвиток та продуктивність культури. Стрес, викликаний несприятливими умовами, перешкоджає максимальній генетичній експресії, призводить до дисбалансу ендогенних гормонів росту (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів) і стресових гормонів (етилену й абсцизової кислоти) у результаті чого порушуються програми розвитку та поділу клітин і, як наслідок, некроз біоматеріалу. Розробка програми управління процесами росту і живлення рослин за модифікації живильного середовища екзогенними регуляторами росту стимулює процес генетичної експресії для подолання стресу клітин експланту в умовах ізольованої культури [12, 13, 45].

Одним з основних чинників за культивування тканин *in vitro* є склад живильного середовища. Вибір базового середовища та його модифікація істотно впливає на проходження фізіологічних процесів у клітинах експланту. Особливого підбору живильного субстрату потребують незрілі зародки, що знаходяться на стадії раннього ембріогенезу. Ці дослідження допомагають вирішити питання первинних процесів формування біологічних структур, клітинного поділу та диференціації, морфогенезу та органогенезу тканин. Особливо важливим є процес відтворення *in vitro* ембріогенезу, починаючи з перших поділів заплідненої яйцеклітини до формування зрілого повноцінного зародка та проростка. Індукцію розвитку можна досягти за створення оптимальних умов вирощування, що прирівнювалися б до нативних. Першочерговим питанням залишається пошук шляхів ініціації клітин незрілого зародку до диференційованого поділу [15].

Вченими доведено, що в процесі поетапного розвитку незрілого зародку

на живильному середовищі змінюються потреби біоматеріалу в елементах живлення. Як вже зазначалось, на ранніх етапах ембріогенезу проходить активний поділ зиготи без диференціації. На пізніших етапах – починається диференціація тканин. Клітини набувають властивостей виконувати відповідну функцію. У результаті тривалої диференціації формується значна кількість різних за структурою і функціями клітин і утворюється складний організм. Цей процес супроводжується виникненням складної системи регуляторних механізмів клітин і формуванням кореляційних зв'язків між ними. В основі складного процесу клітинної диференціації, формоутворення, морфогенезу, виникнення кореляційних зв'язків лежать зміни та регуляція активності генів, репресія і дирепресія різних ділянок послідовностей ДНК. Клітинна диференціація на ранніх етапах базується на основі змін і регуляції активності генів, транскрипції і трансляції, що стимулюються фізіологічними процесами клітин. Поділ клітин і диференціація стимулюються ендogenousними регулятори.

За культивування ізольованих незрілих зародків у культурі *in vitro* необхідно ввести до живильного субстрату екзогенні стимулятори, що забезпечить активний поділ тканин експланту та диференціацію клітин і формування проростку.

У процесі розвитку рослинного матеріалу живильне середовищу потребує модифікації щодо біологічно активних речовин, регуляторів росту, вітамінів, амінокислот тощо. За культивування зародків важливим компонентом середовища є джерело вуглеводного живлення та його концентрація. Воно має вирішальне значення за вирощування біооб'єкту [59].

Необхідність ізольованої тканини в поживних речовинах змінюється і залежно від фази розвитку зародка, що вводиться в культуру *in vitro*. На ранніх етапах, коли є зигота чи ранній проембріо і ядерний ендосперм експлант потребує оптимальнішого підбору середовища аніж на пізніх стадіях, коли ембріон диференційований і добре розвинений ендосперм, що може використовуватись за розвитку зародка [34].

Незважаючи на те, що склад живильних середовищ змінюється залежно від умов вирощування рослини-донора експланта, очевидно, що чим молодший зародок, тим вищі вимоги до складу живильних середовищ. Наприклад, якщо відносно зрілі зародки можна вирощувати на середовищах тільки з додаванням солей і сахарози, то для нормального розвитку зародків, ізольованих на ранніх стадіях, необхідно комплекс вітамінів, амінокислот, регуляторів росту, а також складні комплексні доповнення у вигляді екстракту дріжджів, гідролізату казеїну, кокосового молока тощо. Рекомендується також додавання манітолу й інших компонентів, що забезпечують оптимальний осмотичний тиск, необхідний для інтенсивного розвитку ембріона [15].

У дослідженнях базовим субстратом для культивування зародків використовували розроблене нами середовище для активації розвитку меристем жита озимого [51]. До складу живильного субстрату вводили макро- та мікроелементи за прописом середовища Мурасіге–Скуга і регулятори росту – 1,0 мг/л 6-бензиламінопурину, 0,5 мг/л індолілоцтової кислоти та 0,1 мг/л гібереліну.

За використання цього середовища 26,3 % експлантів (дев'ятидобові зародки) формувало проростки. Тобто індукцію розвитку тканин і стимуляцію їх росту викликає спільне внесення до живильного середовища регуляторів росту ауксинової та цитокінінової природи.

Для підвищення виходу проростків з незрілих зародків живильне середовище доповнювали підвищеними концентраціями регуляторів росту та оптимізували вуглеводне живлення експлантів (табл. 5.4, рис. 5.7).

На вихід макроструктур істотно впливав базовий склад живильного середовища. Найінтенсивніший розвиток незрілих зародків отримано на середовищі Мурасіге–Скуга. Істотно нижчу частку проростків регенеровано на середовищі Ніча, що очевидно пов'язано зі значно нижчою концентрацією макросолей в субстраті. На модифікованому середовищі Гамбурга частка отриманих проростків коливалася в межах 2,0–4,8 %.

**Вплив модифікованого живильного середовища на розвиток
макроструктур з незрілих зародків жита озимого ***

Шифр середовища	Сформовані структури				Стационар-ний стан експланта, %	Некроз експланта, %
	Проростки		Калюс			
	%	I**	%	I		
MS-1 ₃	26,3±0,7	++	0,0±0,0	–	73,7±1,3	0,0±0,0
MS-2 ₃	29,7±0,5	+++	0,0±0,0	–	70,3±0,5	0,0±0,0
MS-3 ₃	30,3±0,8	++	1,6±0,5	+	66,2±0,7	1,9±0,4
MS-4 ₃	28,2±0,6	++	0,0±0,0	–	71,8±0,8	0,0±0,0
MS-5 ₃	35,3±0,7	+++	0,0±0,0	–	64,7±0,5	0,0±0,0
MS-6 ₃	31,7±0,8	++	2,0±0,8	+	61,3±0,8	5,0±0,2
MS-7 ₃	12,4±0,7	++	5,4±0,7	+	61,9±0,4	20,3±0,4
MS-8 ₃	17,3±0,8	++	10,1±0,5	+	48,6±0,9	24,0±0,8
MS-9 ₃	8,0±1,4	+	16,7±0,4	+	48,3±1,0	27,0±0,2
H-10 ₃	16,4±0,5	+	0,0±0,0	–	80,2±0,6	3,4±0,8
H-11 ₃	19,7±1,3	++	0,0±0,0	–	78,8±1,3	1,5±0,7
H-12 ₃	17,2±1,4	+	2,8±0,7	+	75,4±1,1	4,6±0,7
B ₅ -13 ₃	2,0±0,0	+	0,0±0,0	–	96,7±0,6	1,3±0,3
B ₅ -14 ₃	4,8±0,6	+	0,0±0,0	–	94,2±0,4	1,0±0,5
B ₅ -15 ₃	4,0±0,5	+	0,8±0,3	–	93,2±0,4	2,8±0,7
<i>HIP</i> ₀₁	2,3		1,5		1,7	0,9

Примітка. *Дані подано в середньому за повторностями, в кожній з яких висаджували 50 експлантів.

**I – інтенсивність утворення структур (пагонів, калюсу):

«+» – низька; «+ +» – середня; «+ + +» – висока.

Найвищий вихід проростків з незрілих зародків жита озимого зафіксовано на модифікованому середовищі до складу якого входили макро- і мікроелементи за прописом середовища Мурасіге–Скуга, 1,5 мг/л 6–бензиламінопурину, 0,5 мг/л індолілоцтової кислоти, 0,5 мг/л гібереліну, 1,0 мг/л глютаміну, 2,0 мг/л гліцину, 0,3 мг/л серину, 100 мг/л мезоінозиту,

50,0 г/л сахарози. Частка регенерантів сягала 35,3 %, що істотно перевищувало показники суміжних варіантів.

Підвищення концентрації цитокініну та використання кінетину призводило до зменшення кількості рослин і формування калюсної тканини. На середовищах MS-7₃-MS-9₃ у 5,4–16,7 % експлантів спостерігали калюсогенез.

Підвищення концентрації сахарози до 60,0 г/л стимулювало процес формування проростків до 39,4 %, а збільшення її в субстраті до 70,0 г/л – його інгібувало.

Попередня обробка експланту перед введенням в ізолювану культуру низькою позитивною температурою підвищила відсотковий вихід макроструктур. Вплив температурного режиму 3–5 °С на колос упродовж 24–36 годин забезпечив отримання до 42,8 % рослин (рис. 5.7).

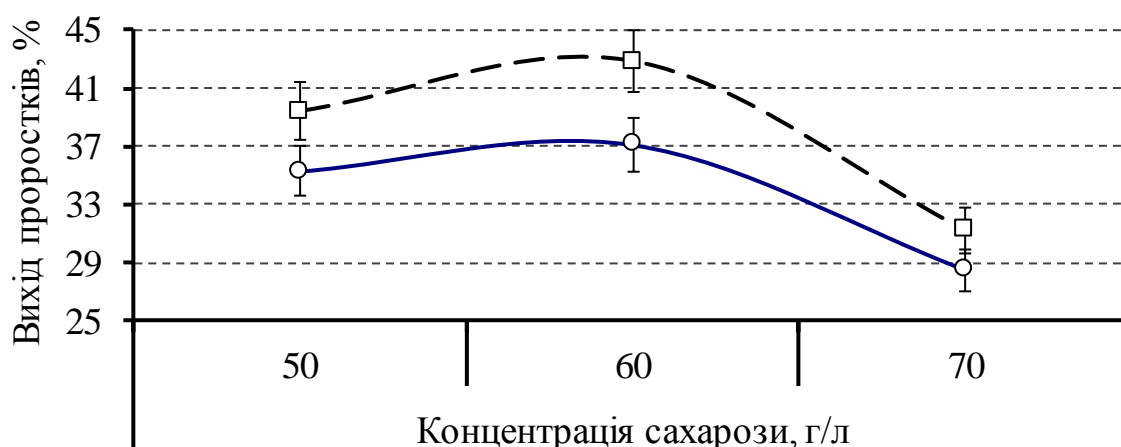


Рис. 5.7 Вплив концентрації вуглеводу та холодової обробки експланту на вихід проростків з незрілих зародків жита озимого виділених на дев'яту добу після запилення:

- без холодової обробки експланту;
- з холодовою попередньою обробкою експланту (3–5 °С).

Отриманий матеріал жита озимого вирізнявся інтенсивним наростанням біомаси, формуванням адвентивних пагонів та інтенсивним забарвленням листової пластинки. У базальній частині рослин спостерігали ризогенез за утворення початкових коренів.

У процесі досліджень також встановлено, що незрілі зародки виділені на 3–6 добу для розвитку потребують вищої концентрації регуляторів росту (2,0 мг/л), аніж зародки виділені на 9–12 добу. Проте на визначеному модифікованому живильному середовищі кількість розвинених проростків при цьому не перевищувала 14,0 %.

Отже, встановлено, що самонесумісність жита озимого частково можна подолати за використання біотехнологічних методів, зокрема, культури незрілих зародків. Вихід проростків за ембріокультури залежить від віку зародка, генотипу вихідного матеріалу та складу живильного середовища. Доведено, що найвищий відсоток проростків у культурі *in vitro* можна отримати за культивування дев'ятидобових незрілих зародків.

Розроблено склад модифікованого живильного середовища до якого входять макро- й мікроелементи за прописом середовища Мурасіге–Скуга, 1,5 мг/л 6–бензиламінопурина, 0,5 мг/л індолілоцтової кислоти, 0,5 мг/л гібереліну, 1,0 мг/л глютаміну, 2,0 мг/л гліцину, 0,3 мг/л серину, 100 мг/л мезоінозиту, 60,0 г/л сахарози, що забезпечує вихід проростків у середньому за генотипами на рівні 42,8 %.

Підтверджено, що попередня передобробка експланту за введенням в ізолювану культуру низькою позитивною температурою (3–5 °С) впродовж 24–36 год підвищує вихід макроструктур з незрілих зародків жита.

Для проростання не виповненого, щуплого насіння, отриманого при самозапиленні рослин жита озимого, доцільно використовувати культуру зрілих зародків, що забезпечує отримання проростків на рівні 70,0 %.

5.3 Регуляторна модифікація живильного середовища для ризогенезу рослин жита озимого в культурі *in vitro*

Основним біотехнологічним методом для розмноження та збереження генетично ідентичного матеріалу рослин є мікроклональне розмноження. Його застосування дає можливість створити активну колекцію цінних біоматеріалів, що особливо важливо для ведення селекції

перехреснозапильних культур [9, 15].

Важливим етапом мікроклонування є вкорінення клонованих зразків у культурі *in vitro* [46, 47].

Розвиток кореневої системи у рослин знаходиться під генетичним контролем. Нині питання генетики морфогенезу кореневої системи у рослин вивчено недостатньо. Проблема генетичного контролю морфогенезу кореневої системи у рослин тісно пов'язана з роботою ендогенної інтегральної регуляторної фітогормональної системи [48, 88].

Нині молекулярно-генетичні механізми, що регулюють утворення бічних коренів, у рослин практично не вивчено. З'ясування цих механізмів має важливе значення в підвищенні чутливості рослин на елементи живлення і їх адаптації до стресів мінерального живлення.

Фітогормони вважаються одними з важливих ендогенних чинників, від яких залежить ріст рослин [83]. Це сполуки, за допомогою яких здійснюється взаємодія клітин, тканин і органів, що в незначній кількості необхідні для запуску і регуляції фізіологічних і морфогенетичних програм. У роботах М. Г. Холодного, О. Н. Кулаєвої, В. І. Кефелі, В. В. Польового, Г. С. Муромцева, Агністікової, М. Х. Чайлахян та інших вчених [17, 19, 29, 35, 77, 78] висвітлено фізіологічне значення фітогормонів в онтогенезі рослини, їх взаємодію у реалізації загальної генетичної програми росту й розвитку рослин і складових її підпрограм.

Необхідність участі фітогормонів у регуляції розвитку кореневої системи впродовж усього онтогенезу не викликає сумнівів. Разом з тим в рослинному організмі клітини рідко знаходяться під регулюючою взаємодією тільки одного гормону. У більшості випадків регуляція їх життєдіяльності здійснюється складним комплексом гормональних речовин, що знаходяться в певному співвідношенні [3].

Для функціонування рослини необхідна складна взаємодія між окремими гормонами, що визначається не тільки зовнішніми, а й внутрішніми умовами, зокрема, концентрацією та співвідношенням ендогенних регуляторів [36].

Пізнання механізму дії регуляторів росту, який вивчено вкрай недостатньо, полягає в дослідженні їх рецепторів і процесів, що призводять до прояву специфічного гормонального ефекту [16, 37, 80]. Аналіз механізмів рецепції і трансдукції гормональних сигналів є важливим і актуальним напрямком вивчення гормональної регуляції вищих організмів, зокрема, рослин [22].

Доведено, що активність ендогенних регуляторів росту тісно пов'язана з функцією генетичного апарату рослинної клітини, з одного боку, і з процесами диференціювання та наростання самих клітин – з іншого [8, 17, 20]. Показано, що можливість утворення кожного з фітогормонів регулюється експресією визначених генів [19, 21, 80].

У гормональній регуляції розвитку кореневої системи у рослин відводять трьом класам фітогормонів – ауксином, цитокінінам та етилену.

Ауксини стимулюють ріст клітин, визначають апікальне домінування, індукують коренеутворення і потовщення коренів, стимулюють калюсогенез, контролюють цвітіння, ріст і дозрівання плодів, зав'язей тощо [94, 95]. Саме ауксини індольної природи (індоліл-3-оцтова кислота та її похідні) беруть участь у регуляції коренеутворення [23], рості коренів у довжину і стимуляції їх галуження [32].

Цитокініни впливають на проростання насіння, диференціювання хлоропластів, індукцію стеблового морфогенезу, участь у регуляції транспорту метаболітів у рослин, регуляцію функціональної активності надземних органів рослини і затримку старіння тощо [20, 21, 89, 90]. Вони утворюються переважно в апексі кореня [38]. Вважають, що цитокініни і ауксини створюють властивий саме рослинам регуляторний контур, що визначає швидкість біполярного проліфераційного росту і загальну архітектоніку пагона та кореневої системи [35, 82]. Окремі вчені вказують, що цитокініни пригнічують ріст коренів [5].

Висунуто припущення, що цитокініни впливають на розвиток уже сформованих примордіїв у бічні корені, але не впливають на закладення нових примордіїв [32]. Проте підвищення вмісту в коренях ауксинів та цитокінінів спостерігали і перед активацією росту вже сформованих зачатків

і перед закладкою нових [5]. Тобто, значення цитокінінів у процесі формування бічних коренів до кінця ще не з'ясовано. Залишається не до кінця вивченим і питання впливу цитокінінів на управління ростовими та формотворчими процесами генетичного контролю розвитку кореневої системи.

Формування та галуження коренів в ізольованій культурі є важливим процесом, що обумовлює продуктивність рослин. Аналіз ендогенно-екзогенного контролю регуляторної системи вирощування матеріалів дасть можливість управління системами галуження коренів і отримання необхідної кількості матеріалів для адаптації та перенесення їх в ґрунтові умови вирощування [61, 62, 65].

В культурі *in vitro* з метою формування коренів, рослини переносять на живильне середовище для ризогенезу, зазвичай, змінюючи основний склад живильного середовища зменшенням у два–чотири рази концентрацію макро- та мікроелементів, або замінюючи його середовищем Уайта, зменшуючи кількість сахарози до 0,5–1,0 % і повністю виключаючи цитокініни та доповнюючи субстрат підвищеними концентраціями ауксинів [14, 34, 41].

Під впливом ауксинів (ІОК, НОК, ІМК) стимулюється поділ клітин паренхіми, що призводить до диференціації корневих зачатків у базальній частині тканини експланту [4, 6, 93]. Проте, на процес ризогенезу впливають не лише ауксини. У класичній роботі Ф. Скуга та К. О. Міллера [93] відзначається, що наявність або відсутність регенерації залежить від вмісту та співвідношення ауксинів до цитокінінів у рослині. Стверджується [6], що відношення ендогенних ауксинів до цитокінінів відіграє важливу роль не тільки за дедиференціації та закладання меристематичних зон, але і при їх детермінації (розвинуться вони у стеблові бруньки чи корені). Для багатьох ізольованих рослинних тканин оптимальним для коренеутворення є співвідношення ауксинів до цитокінінів як 4: 1 або 5: 1 [6, 15, 43, 79].

Аналізуючи дані літературних джерел, можна передбачити, що певне співвідношення «ауксин: цитокінін», що сприяє процесу ризогенезу, мають і

культуральні рослини жита озимого *in vitro*. Зміна цього співвідношення в той чи інший бік може викликати недиференційований поділ клітин і зумовлювати калюсоутворення.

Метою досліджень був підбір живильного середовища для стимуляції індукції ризогенезу та укорінення рослин цінних зразків жита озимого в культурі *in vitro* за розмноження самонесумісних форм культури.

Укорінювали клонований матеріал різних зразків жита озимого: сорти Хлібне, Сіріус, Карлик 1, Карлик 2; гібриди Первісток F_1 , ПР 1; створені зразки 3377/10 67, 3471/10 81, 133/14, 289/15, 302/15. В основу живильного субстрату входили макро- та мікроелементи за прописом середовища Мурасіге–Скуга. Модифікували середовища підвищеними концентраціями ауксинів і вітамінами за прописом Уайта. Вміст рістактивуючої речовини залежно від варіанту змінювався в межах 0,5–2,0 мг/л. Для інтенсифікації ризогенезу живильне середовище доповнювали 0,5–1,5 мг/л гіберелінової кислоти.

На вкорінення висаджували рослинний матеріал початковою висотою 1,5–2,5 см. Кількість сформованих коренів та інтенсивність їх наростання визначали на 15-ту добу культивування.

Рослинний матеріал вирощували за 16-годинного фотоперіоду з інтенсивністю освітлення 3–4 клк, температурному режимі 22–24 °С і відносній вологості 75 %.

Щоб підвищити активність ризогенезу, додатково в живильне середовище для останнього розмноження додавали вищі концентрації гіберелінової кислоти і виключали цитокініни. Це дозволило ще на ростовому середовищі отримати видовження міжвузлів і формування ризоїдів у базальній частині рослини. Проте повне виключення цитокініну уповільнило ріст листового апарату рослин. Тому, для підвищення інтенсивності наростання біомаси, до живильного середовища додавали 0,3 мг/л 6-бензиламінопурину.

Під час досліджень встановлено, що для вкорінення клонованого рослинного матеріалу жита озимого доцільно використовувати розроблене

модифіковане середовище Мурасіге–Скуга з додаванням до його складу 0,3 мг/л 6-бензиламінопурину та 1,0 мг/л індолілоцтової кислоти [50].

За використання цього субстрату в середньому за повторностями 96,3 % рослин формувало розгалужену кореневу систему.

Формування коренів та інтенсивність ризогенезу залежали від генотипу клонованих рослин (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Вплив генотипу на ризогенез клонованих рослин жита озимого в ізолюваній культурі*

Селекційний матеріал	Кількість укорінених рослин, %	Формування калюсу в базальній частині клону, %	Кількість сформованих початкових коренів, шт.	Інтенсивність наростання кореневої системи, мм (15-та доба культивування)
Сорт				
Хлібне	97,3±1,0	0,0±0,0	4,8±0,5	18,8±1,0
Сіріус	96,7±0,6	0,0±0,0	4,3±0,2	18,2±0,7
Карлик 1	98,7±1,2	0,0±0,0	5,1±0,6	23,2±1,4
Карлик 2	98,0±0,9	0,0±0,0	4,7±0,8	20,2±1,2
<i>У середньому</i>	<i>97,7±0,9</i>	<i>0,0±0,0</i>	<i>4,7±0,5</i>	<i>20,1±1,1</i>
Гібрид				
Первісток F_1 ,	98,2±0,7	0,0±0,0	6,4±0,2	25,8±1,0
ПР 1	98,8±0,6	0,7±0,1	6,0±0,9	27,2±1,4
<i>У середньому</i>	<i>98,5±0,7</i>	<i>0,4±0,1</i>	<i>6,2±0,6</i>	<i>26,5±1,2</i>
Лінія				
3377/10 67	94,6±2,0	0,5±0,2	3,0±0,7	18,4±0,5
3471/10 81	91,7±1,1	0,4±0,1	3,5±0,4	17,2±0,7
133/14	95,6±2,2	0,0±0,0	3,8±0,6	20,3±1,5
289/15	90,5±1,7	0,0±0,0	4,6±0,9	17,0±1,3
302/15	91,8±1,3	0,0±0,0	4,0±0,7	16,8±0,9
<i>У середньому</i>	<i>92,8±1,7</i>	<i>0,2±0,1</i>	<i>3,8±0,7</i>	<i>17,9±1,0</i>
<i>У середньому за генотипами</i>	<i>96,3±1,1</i>	<i>0,2±0,1</i>	<i>4,9±0,6</i>	<i>21,5±1,1</i>

Примітка. *У кожній повторності на укорінення висаджували 50 рослин.

Найбільшу частку укорінених рослин отримано у гібридів ($98,5 \pm 0,7 \%$), дещо нижчу – в сортів ($97,7 \pm 0,9 \%$). Найменшу частку укоріненого матеріалу отримано у створених ліній ($92,8 \pm 1,7 \%$). Необхідно також зазначити, що у гібридів в ізолюваній культурі формувалась найбільша кількість первинних коренів ($6,2 \pm 0,6$ шт.) з інтенсивністю наростання в середньому за повторностями $26,5 \pm 1,2$ мм на 15-ту добу вкорінення (рис. 5.8).

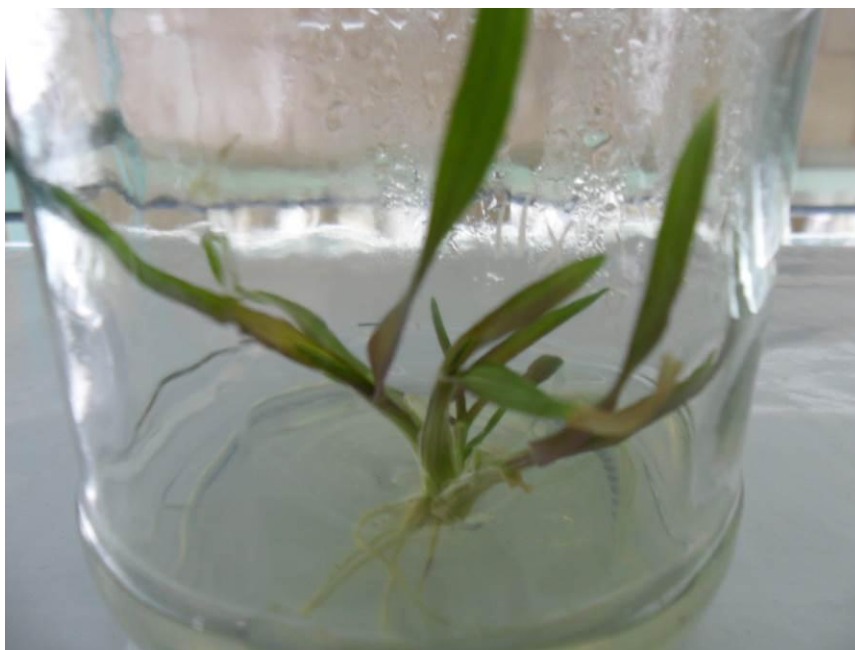


Рис. 5.8 Ризогенез рослин жита озимого (сорт Сісіус).

Для інтенсифікації ризогенезу клонованих рослин жита озимого живильне середовище доповнювали підвищеними концентраціями гібереліної кислоти.

Вченими встановлено [81], що існує тісний взаємозв'язок між гіберелінами і ауксинами за їх впливом на розтягування клітинної стінки, осмотичний тиск клітинного соку, що покращує пластичність клітинної мембрани, стимулюється біосинтез компонентів клітинної стінки. Використовуючи екзогенні гібереліни й ауксини у певних концентраціях та співвідношеннях у культуральних умовах вирощування, можна підвищити інтенсивність укорінення рослин і галуження кореневої системи.

Введення до живильного середовища гіберелінової кислоти у

концентрації 0,5 мг/л інтенсифікувало коренеформування та галуження коренів рослинного матеріалу жита озимого (рис. 5.9). Це сприяло швидкому наростанню кореневої системи всіх зразків, довжина яких на 15-ту добу сягала $26,7 \pm 0,4$ – $44,2 \pm 0,7$ мм.

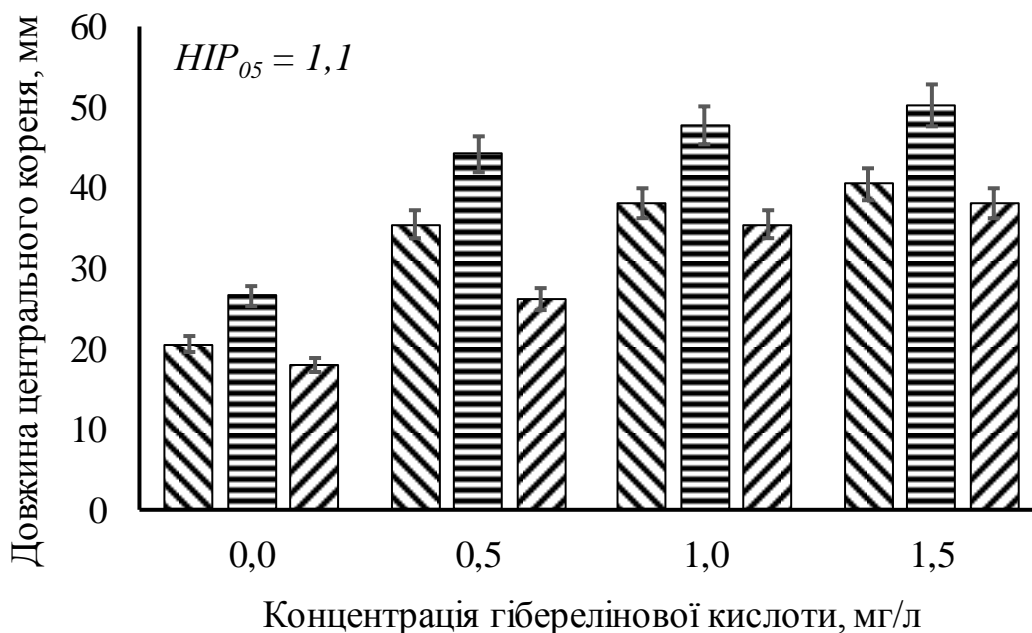


Рис. 5.9 Вплив гіберелінової кислоти на ріст коренів жита озимого в ізолюваній культурі:

▨ – сорти; ▤ – гібриди; ▧ – лінії.

Підвищення вмісту гіберелінової кислоти до 1,0–1,5 мг/л забезпечило подовження коренів, проте спостерігалось витягування листків і міжвузлів та зниження інтенсивності куціння клонованих рослин.

Отже, розроблено середовище для індукції розвитку кореневої системи рослин жита озимого в культурі *in vitro*. Доведено, що концентрація 1,0 мг/л індолілоцтової кислоти, 0,5 мг/л гіберелінової кислоти та 0,3 мг/л 6-бензиламінопурину у модифікованому живильному середовищі Мурасіге-Скуга з вітамінами за Уайтом є оптимальною для формування та інтенсивного наростання коренів біоматеріалу за мікроклонального розмноження рослин культури. Встановлено, що ризогенез клонованого матеріалу є генетично обумовленим чинником.

5.4 Стимуляція ризогенезу рослин жита озимого за використання аерогідропонних технологій

Підвищення ефективності рослинництва в багатьох аспектах пов'язане з впровадженням нових технологій, яке включають отримання, випробування і розмноження вихідних форм, що дозволяють прискорити вихід насіннєвого матеріалу з високими агробіологічними показниками [76, 84, 87, 92]. Пізнання морфогенетичних процесів рослин і управління ними є одним з основних напрямків у сільськогосподарській біотехнології, що активно розвивається та обговорюється [28, 87]. Ці дослідження тісно пов'язано із застосуванням агробіотехнологічних систем, що дають можливість вибірково моделювати ростові процеси в замкнутому просторі, в оптимальних умовах і лімітуванні окремих чинників навколишнього середовища [1, 64, 71, 72].

Аерогідропонна система, як високотехнологічний спосіб безсубстратного культивування рослин на спеціально підібраних поживних середовищах, є вдалим інструментом у дослідженнях інтактних рослин, спрямованих на встановлення значення тих чи інших ендогенних і екзогенних чинників у процесі їх життєдіяльності за високого рівня регулювання умов культивування [24–26].

Аерогідропонні технології можна ефективно застосовувати для проведення комплексних досліджень у фізіології рослин, генетиці та селекції, рослинництва, мікробіології, агрохімії, екології тощо. При цьому, істотно скорочуються терміни селекції низки сільськогосподарських культур. У результаті це дає змогу перевести селекційний і насінницький процеси на вищий рівень, сприяє забезпеченню у найкоротші строки потребу сільськогосподарського виробництва у високоякісних сортах і гібридах та елітним посадковим матеріалом [54].

Ця технологія ефективно використовується для адаптації, оздоровлених методом апікальних меристем пробіркових рослин, для розмноження і вкорінення, а також подальшого дорощування вихідних матеріалів.

Культивування в аерогідропонних установках дозволяє поступово переводити біооб'єкт з умов *in vitro* до вирощування в умовах *ex vitro*, підвищуючи частку адаптованих рослин до польових умов вирощування.

Процес адаптації складний, і його успіх залежить від низки чинників. У першу чергу, це якість рослин, зокрема, наявність або відсутність розвиненої кореневої системи, розмір і фізіологічний вік рослин (довжина стебла, кількість листків тощо). Велике значення має і середовище, в яке переноситься рослина. Зазвичай, за перенесення в ґрунт виникають проблеми, пов'язані з наявністю у великих кількостях патогенних мікробів та неоднорідністю ґрунтового складу.

Метою наших досліджень була розробка способу інтенсифікації розвитку кореневої системи і адаптаційного процесу клонованих рослин жита озимого за використанням аерогідропонної технології.

Вихідним матеріалом слугували вкорінені *in vitro* рослини жита озимого, отримані за культури зародків. Клони мали 2–4 початкових кореня. Пробіркові рослини фіксувалися в посадкових стрічках аерогідропонної установки, що забезпечувала подавання в кореневу зону живильного розчину (рис. 5.10).

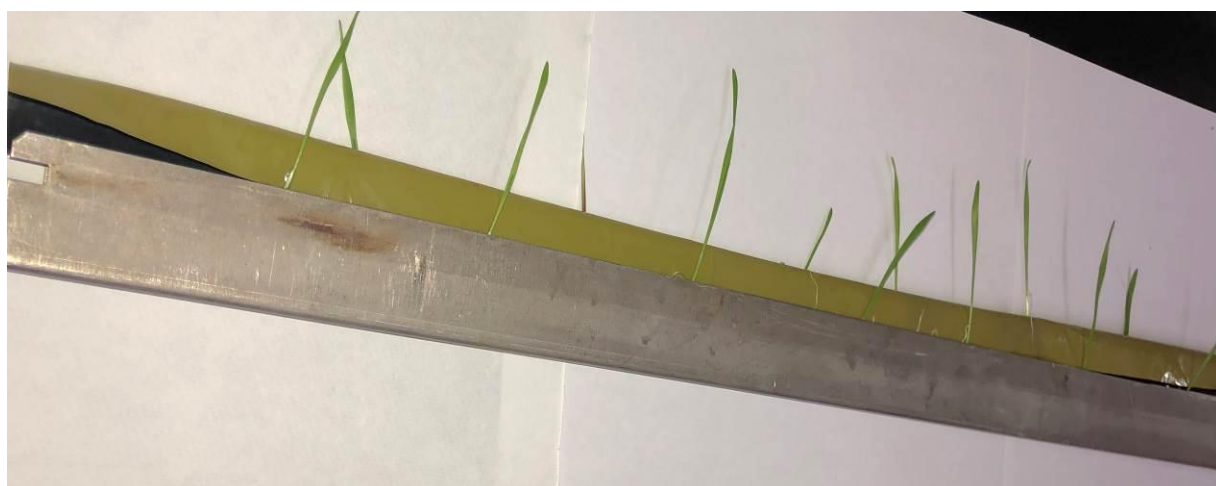


Рис. 5 10 Фіксування рослин жита озимого у посадкових стрічках аерогідропонної установки.

Над посадковою поверхнею було змонтовано лампи, що дають змогу в динаміці росту рослин підтримувати оптимальний рівень освітленості.

Система оснащена блоком автоматичного управління технологічним процесом подачі живильного розчину, режимами аерації кореневої системи, тривалістю і циклічністю світлового періоду, підтримки необхідної температури та вологості в культивацийному приміщенні (рис. 5.11).



Рис. 5.11 Блок управління аерогідропонною установкою.

Вирощування рослин у закритих приміщеннях і штучних умовах має безліч переваг, однак вимагає створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Параметри культивацийних приміщення повинні сприяти максимальній реалізації природного, генетичного потенціалу рослин.

Вирощування рослин поза ґрунтом у спеціальному живильному розчині дозволяє моделювати живильне середовище. При цьому, коренева система рослин розвивається в рідині або у вологому повітрі. Живлення рослини отримують з розчину. Аерогідропоніка дозволяє регулювати умови вирощування рослин – створювати режим живлення для кореневої системи, що повністю забезпечує потреби рослин у поживних елементах, концентрацію вуглекислого газу в повітрі, найсприятливішу для фотосинтезу, а також регулювати температуру і вологість повітря, інтенсивність і тривалість освітлення. Створення оптимальних умов для

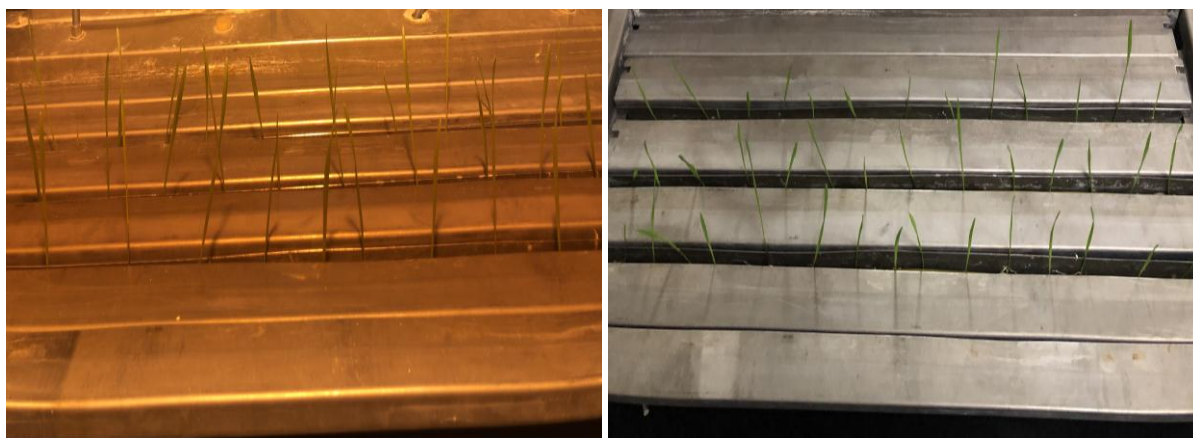
росту та розвитку рослин забезпечує отримання в короткі терміни програмованої кількості адаптованого вихідного матеріалу з розгалуженою потужною кореневою системою. Укорінення й адаптація рослин методом аерогідропоніки менш трудомістка аніж в ґрунтовій культурі, а живильний розчин і поживні речовини витрачаються економніше.

У наших дослідженнях першу половину вегетації в умовах аерогідропоніки рослини жита вирощували за 16-годинного фотоперіоду з інтенсивністю освітлення 3–3,5 клк, температурному режимі 20–22 °С та відносній вологості 75 % (рис. 5.12). Саме такі умови підтримували в культуральних кімнатах *in vitro* за укорінення клонів. У другу половину вегетації з метою адаптації матеріалів до польових умов вирощування температуру в умовах аерогідропоніки поступово знижували до 14–16 °С.

Живильний розчин вміщав половинну концентрацію макро- й мікроелементів за прописом Мурасіге–Скуга (MS), а також регулятори росту, що сприяють формуванню коренів – індолілоцтова кислота, гетероауксин.

У процесі дослідження виділено чотири основних періоди розвитку кореневої системи:

- адаптація рослин до змодельованих умов вирощування;
- інтенсивний ризогенезу за формування корневих волосків;
- формування коренів другого порядку;
- інтенсивне формування мички коренів.



1

2

Рис. 5.12 Світлова (1) і темнова (2) фази вирощування рослинного матеріалу в умовах аерогідропонної установки.

Під час досліджень проведено порівняльний аналіз інтенсивності формування коренів за використання ізольованої культури *in vitro* і аерогідропонної установки (рис. 5.13, 5.14).



Рис. 5.13 Укорінення рослинного матеріалу жита озимого в культурі *in vitro*.

**1****2**

Рис. 5.14 Укорінення рослинного матеріалу жита озимого за використання аерогідропонної установки:

1 – початкова фаза ризогенезу; 2 – інтенсивне галуження коренів.

Період адаптації рослин до нових змодельованих умов вирощування проходить за три–чотири доби і характеризується стаціонарною фазою розвитку. Досліджувані матеріали не нарощують біомасу. Це період стресу, що створюється за перенесення рослин з оптимальних стерильних умов *in vitro* в аерогідропонні умови вирощування.

Після адаптації рослин до нових умов розпочинається інтенсивний ризогенез. У зоні кореня з'являються свіжі розгалужені кореневі волоски, спостерігається формування зачатків двох–трьох листків. Цей період триває зазвичай п'ять–сім діб.

Наступні етапи характеризуються розгалуженням кореневої системи. Первинні корені ініціюють утворення корінців другого порядку. Починає формуватися мичкуватий корінь характерний для однодольних рослин, зокрема, жита озимого. У цей період проходить активний розвиток листів і кореневої системи. Він триває 10–12 діб.

Аналізуючи ріст і розвиток рослин жита у змодельованих умовах культури *in vitro* і аерогідропонної установки необхідно зазначити, що не залежно від варіанту, майже 98 % матеріалів формували розгалужену кореневу систему (табл. 5.6). Відмінність між варіантами була в межах статистичної похибки.

Таблиця 5.6

Укорінення клонованих рослин жита озимого

Умови укорінення	Кількість укорінених рослин, %	Формування калюса в базальній частині клону, %	Кількість сформованих первинних корінців у рослин, шт.	Інтенсивність наростання кореневої системи, мм (15-та доба культивування)
Культура <i>in vitro</i>	98,2±1,2	0,1±0,0	5,1±0,4	23,2±1,4
Аерогідропонна установка	97,4±1,4	0,0±0,0	7,4±0,8	38,5±0,7
<i>НІР</i> ₀₁	1,1	–	1,3	1,8

Кількість сформованих коренів та інтенсивність їх наростання істотно відрізнялися залежно від умов культивування. За вирощування в умовах аерогідропонної установки рослини утворювали більшу кількість корінців ($7,4 \pm 0,8$ шт.), аніж клони в ізолюваній культурі ($5,1 \pm 0,4$ шт.). Інтенсивніше проходив і їх розвиток (на 65,9 %).

Необхідно зазначити, що укорінення рослинного матеріалу в ізолюваній культурі є генетично обумовленим чинником. Аналіз ризогенезу рослин різної генетичної основи показав істотну різницю між варіантами дослідження (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

**Вплив генотипу на укорінення клонованих рослин жита озимого
за використання аерогідропоніки**

Селекційний матеріал	Зразок	Кількість укорінених рослин, %	Кількість сформованих первинних корінців у рослин, шт.	Інтенсивність наростання кореневої системи, мм (15-та доба культивування)
Стерильна форма	133–4	$81,3 \pm 1,8$	$6,8 \pm 0,6$	$43,1 \pm 1,4$
	231–8	$84,2 \pm 2,1$	$7,3 \pm 0,8$	$52,3 \pm 0,9$
	<i>x</i>	$82,8 \pm 2,0$	$7,1 \pm 0,7$	$47,7 \pm 1,2$
Відновлювач фертильності	31–7/15	$75,3 \pm 1,4$	$3,2 \pm 0,8$	$30,7 \pm 1,1$
	103–1	$72,1 \pm 1,2$	$3,0 \pm 1,1$	$28,3 \pm 1,5$
	<i>x</i>	$73,7 \pm 1,3$	$3,1 \pm 0,9$	$29,5 \pm 1,3$
Закріплювач стерильності	59–1	$89,9 \pm 1,6$	$5,3 \pm 0,4$	$28,1 \pm 1,2$
	4–3/18	$96,8 \pm 1,2$	$7,3 \pm 0,3$	$38,1 \pm 1,5$
	214/15	$98,4 \pm 1,8$	$8,1 \pm 1,2$	$43,1 \pm 0,8$
	<i>x</i>	$95,0 \pm 1,5$	$6,9 \pm 0,6$	$36,4 \pm 1,2$
<i>HIP</i> ₀₁	–	1,5	1,2	1,7

Найвищий відсоток укорінених рослин за використання аерогідропонної установки зафіксовано в закріплювачів стерильності (95,0 %), а найнижчий – у відновлювачів фертильності (73,2 %). На 82,8 % укорінювалися зразки

стерильних форм за найвищої інтенсивності наростання ($47,7 \pm 1,2$) та галуження ($7,1 \pm 0,7$) кореневої системи. Істотну різницю між зразками спостерігали і в межах окремої селекційної форми компоненту гібридизації.

Для інтенсифікації ризогенезу до живильного розчину додавали 6-бензиламінопурин і гіберелінову кислоту. Концентрації регуляторів росту було обрано відповідно розробленого живильного середовища для ризогенезу рослин жита озимого в культурі *in vitro*.

Доповнення живильного розчину цитокініном і гібереліновою кислотою істотно збільшило частку укорінених рослин (рис. 5.15). Встановлено, що доповнення розчину 0,3 мг/л 6-БАП і 1,0 мг/л гібереліну інтенсифікує процес ризогенезу. Достовірно вищий його відсоток спостерігали у стерильних форм (86,7 %) і відновлювачів фертильності (82,2 %).

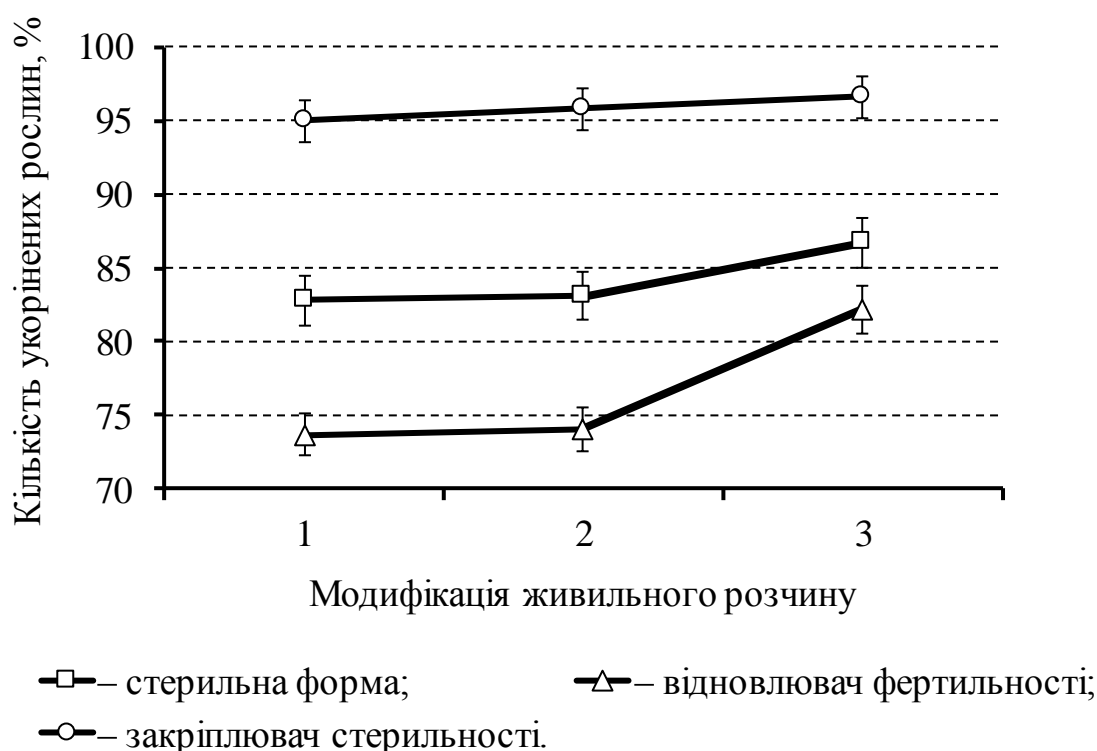


Рис. 5.15 Вплив модифікації живильного розчину на ризогенез рослин жита озимого в умовах аерогідропоніки:

1 – $\frac{1}{2}$ MS + 1,0 мг/л ІОК + 0,5 мг/л гетероауксин; 2 – $\frac{1}{2}$ MS + 1,0 мг/л ІОК + 0,5 мг/л гетероауксин + 0,3 мг/л 6-БАП; 3 – $\frac{1}{2}$ MS + 1,0 мг/л ІОК + 0,5 мг/л гетероауксин + 0,3 мг/л 6-БАП + 1,0 мг/л гіберелінова кислота.

Необхідно зауважити й те, що вкорінені та адаптовані рослини за використання аерогідропонної технології можна пересаджувати безпосередньо в польові умови вирощування. Укорінений матеріал в ізольованій культурі необхідно адаптувати до умов *ex vitro* за використання адаптаційних кімнат або проміжної адаптації у фітотронах, а це додаткові кошти і час. За використання аерогідропонної технології інтенсифікується процес отримання вихідного селекційного матеріалу для гетерозисної селекції, зокрема, жита озимого.

Отже, встановлено, що для укорінення і адаптації клонованих рослин жита озимого ефективно використовувати аерогідропонні технології. Розроблено склад живильного розчину для вкорінення, що включає $\frac{1}{2}$ MS, 1,0 мг/л ІОК, 0,5 мг/л гетероауксину, 0,3 мг/л 6-БАП, 1,0 мг/л гіберелінової кислоти. Виділено основні періоди розвитку коренів за використання аерогідропоніки. Визначено умови для формування акліматизованих рослин з розгалуженою кореневою системою, що забезпечило отримання в короткі терміни програмовану кількість вихідного матеріалу культури.

5.5 Адаптація клонованого рослинного матеріалу жита озимого до умов *ex vitro*

Останнім та найвідповідальнішим етапом мікроклонального розмноження є адаптація рослин до ґрунтових нестерильних польових умов вирощування. Адаптаційний процес значно залежить від приживання, росту і галузнення кореневої системи рослин на проміжному субстраті у фітотроні [4, 34, 79].

Корінь є найчутливішим органом до умов зовнішнього середовища, що суттєво реагує на відмінності ґрунтових і погодних умов. Всі прийоми догляду та обробки повинні узгоджуватися з особливостями морфології і фізіології корневих систем рослин, враховувати особливості їх розвитку в динаміці відповідних умов зовнішнього середовища [70].

Підземні органи впливають на ріст і розвиток всієї рослини, особливо з точки зору стійкості до посухи, високих і низьких температур, що впливають на комплексний розвиток і дозрівання генеративних органів. У коренях відбувається низка синтетичних реакцій, які призводять до утворення сполук, життєво необхідних для фізіологічних процесів, що протікають у листках та інших органах рослини. Важливе значення має утворення ауксинів, гіберелінів, цитокінінів, вітамінів та інших речовин, що через взаємодію надземних і підземних частин рослини впливають на метаболізм, ріст і прискорення або гальмування цих процесів [52].

У процесі життєдіяльності корені виділяють у навколишнє середовище різні речовини, що відрізняються за хімічною природою і біологічним значенням. У складі кореневих виділень виявлено низку речовин – різні аміно- та органічні кислоти, цукри, ферменти, амідни, нуклеїнові кислоти, фенольні сполуки тощо [30].

Виділення коренів сприяють розчиненню в ґрунті важкорозчинних речовин і перетворюють їх у доступну для рослин форму, а також допомагають розвитку мікроорганізмів, діяльність яких має важливе значення у живленні рослин [30].

В умовах закритого ґрунту дорощування мікроклонів можна проводити на ґрунтових сумішах, замінниках ґрунту або живильних субстратах. В якості штучного середовища для вирощування рослин використовують гранітний щебінь, гравій, керамзит, пісок, перліт, цеоліт тощо. Штучне середовище повинно мати низький рівень поглинання, безперервно постачати до корнів воду з розчиненими в ній поживними елементами та бути твердою опорою для підтримання рослин у вертикальному положенні. Для дихання кореневої системи середовище, за повного насичення водою, повинно містити достатню кількість кисню [75, 76].

Метою нашої роботи був підбір умов адаптації та укорінення рослин жита в культурі *ex vitro*, оскільки повної інформації щодо поставленої проблеми в опублікованій науковій літературі не знайдено.

У наших дослідженнях використовували проміжну адаптацію рослин жита озимого за використання тепличного комплексу. Експериментальними формами слугували клоновані *in vitro* матеріали створених ліній. За проведення досліджень температурний режим у тепличних боксах підтримували на рівні 18–20 °С впродовж 10–15 діб. Підвищення температури призводило до втрати тургору, скручення листків, відмирання верхівок та загибелі матеріалу, а за зниження температури – фіксували уповільнення росту та розвитку рослин. Клонований укорінений матеріал з оптимальних ізолюваних культуральних умов висаджували у касети з чарунками 5 × 5 з відповідним субстратом (рис. 5.16).

За пересаджування на субстрат для адаптації, найкращим визначено період коли коренева система інтенсивно розгалужена, а листковий апарат здатний фотосинтезувати та забезпечувати автотрофність рослин. Зовні клони повинні бути добре розвиненими; листки та стебло зеленого кольору із сизим нальотом; корені не довгі, проте добре розгалужені.



Рис. 5.16 Проміжна адаптація рослинного матеріалу жита озимого.

Відомо, що для швидкої адаптації рослин у тепличному комплексі важливе значення має підбір ростового субстрату. У досліді використовували варіанти субстратів: торф:пісок, ґрунт:перліт, ґрунт:перліт:пісок. На перших етапах субстрат зрошували живильним середовищем, до складу якого вводили регулятори росту, що викликали ризогенні ефекти у рослинного матеріалу жита в ізолюваній культурі (1,0 мг/л ІОК, 0,5 мг/л гіберелінової кислоти).

Встановлено, що найкращим варіантом для проміжної адаптації рослин є субстрат до складу якого входить ґрунт:перліт:пісок (табл. 5.8). На цьому субстраті було отримано 93,1 % адаптованих рослин. Істотно нижчий відсоток адаптації отримано на субстраті ґрунт:перліт (82,5 %). На субстраті торф:пісок загинуло до 27,2 % рослин.

Формування максимальної кількості листків спостерігали на варіанті субстрату ґрунт:перліт:пісок. Під час перенесення в теплицю рослини у середньому мали три листки, а перед висадкою в польові умови – п'ять–шість листків. На цьому субстраті спостерігали інтенсивний розвиток листових пластинок. Площа листків рослин, що вирощувались на субстраті ґрунт:перліт була в 1,5 рази меншою. Найнижчу інтенсивність розвитку та наростання біомаси рослин зафіксовано у варіанті з субстратом торф:пісок.

Таблиця 5.8

Підбір субстрату для проміжної адаптації рослин жита озимого за перенесення матеріалу в культуру *ex vitro*

Склад субстрату	Кількість адаптованих рослин, %	Інтенсивність розвитку рослин*	Кількість некротичних рослин, %
Ґрунт, перліт, пісок (1 : 1 : 1)	93,1±1,5	+++	6,9±1,0
Ґрунт, перліт (1 : 1)	82,5±1,8	+	17,5±1,2
Торф, пісок (1 : 1)	72,8±2,9	++	27,2±2,5

Примітка. *Інтенсивність розвитку: «+++» – висока; «++» – середня; «+» – низька.

Також доведено, що одним із провідних чинників, що визначає приживання рослин в умовах теплиці є відносна вологість повітря. В процесі адаптації встановлено, що за створення 100 % вологості в перші три доби після пересаджування клонів у ґрунтові умови, виживання їх було практично стовідсотковим. Висаджування мікроклонів, проведене без накриття рослин плівкою, за вологості повітря 50–55 % призводило до загибелі 20–22 % матеріалу. Рослини, що залишились вегетуючими, були слабкими, мали дрібні видовжені листки та вкорочені міжвузля, що негативно вплинуло на подальший їх розвиток у польових ґрунтових умовах.

Після адаптації, рослини пересаджували у відкритий ґрунт на дослідні ділянки (рис. 5.17).



Рис. 5.17 Вкорінені адаптовані рослини жита озимого.

Селекційний матеріал отриманий за використання мікроклонального розмноження у польових умовах характеризувався вирівняністю та морфологічною однотиповістю в межах кожної лінії. Разом з тим, між лініями спостерігались відмінності, як за морфологічними ознаками стебла та листків, так і за розвитком рослини в цілому. Рослинні матеріали, клоновані в ізолюваній культурі, фенологічно не відрізнялись від рослин отриманих в польових умовах. Вони інтенсивно розвивались, формуючи вегетативні та генеративні органи без аномалій.

Запропонована технологія адаптації значно підвищує результативність мікроклонування за рахунок підвищення життєздатності та збільшення коефіцієнта розмноження всіх введених у культуру генотипів жита озимого.

Отже, встановлено умови для адаптації та розвитку кореневої системи рослин жита озимого в культурі *ex vitro*. Визначено субстрат (грунт:перліт:пісок) для акліматизаційних процесів за перенесення клонованих рослин з ізолюваної культури в польові умови вирощування, що забезпечує адаптацію 93,1 % матеріалів.

5.6 Визначення умов для формування активної колекції селекційного матеріалу жита озимого

Основними питаннями в селекції рослин є пошук, відбір і збереження джерел продуктивного вихідного матеріалу [68]. Для збереження вихідних форм доцільно використовувати біотехнологічні методи.

Залежно від програмованого терміну збереження генофонду рослин можна створити активну або базову колекції *in vitro*. Обидва типи банків генів вирішують проблему тривалого зберігання біоматеріалу шляхом уповільнення росту рослин (активна колекція) або криозбереження (базова (пасивна) колекція) [27, 39].

Для зберігання рослинного матеріалу впродовж 5–10 років доцільно створювати активну колекцію зразків і не обов'язково формувати базову колекцію. Достатньо перевести рослинний матеріал у стан уповільненого росту, створивши банк активної колекції генетичного матеріалу, що може, за необхідності, терміново використовуватись у селекційній роботі. Для цього необхідно підібрати відповідний режим вирощування, що обмежить можливість проходження інтенсивних процесів метаболізму в рослинному організмі та, за можливості, зведе ріст і розвиток біосистем до мінімуму [2, 33, 40].

Створення генетичного банку вихідних форм і використання активної колекції рослинних матеріалів сприяє оптимізації селекційного процесу, особливо це стосується перехреснозапильних культур, зокрема жита озимого,

оскільки для отримання ліній за примусового самозапилення зав'язується незначна кількість насіння. Використання культуральної колекції сприятиме не тільки збереженню вихідних форм, але й у визначений селекційний період дозволить отримати запрограмовану кількість цінного матеріалу [63].

Найпростішим чинником уповільнення росту є зниження температури культивування клонованих зразків. Ефективним методом переходу рослин у стан глибокого або вимушеного спокою є зміна живильного середовища, зокрема, співвідношення між екзогенними регуляторами росту. Застосовують і способи, що поєднують зміну температурного режиму за використання гормональних або осмотичних інгібіторів [7].

У літературі не знайдено достатньої кількості інформації щодо умов створення та зберігання активної колекції біологічного виду *Secale cereale* L.

Актуальність питання з вивчення умов створення активної колекції рослинних матеріалів жита озимого не викликає сумнівів, оскільки цінні генотипи культурального матеріалу можуть слугувати джерелом генів якісних господарсько цінних ознак у відповідних селекційних схемах упродовж тривалого періоду (до 10 років). Жито – перехреснозапильна рослина і збереження генетично-ідентичного матеріалу є важливим питанням у технологічній схемі отримання та використання вихідних матеріалів у селекційному процесі за створення високопродуктивних гетерозисних гібридів [66].

Оптимальними умовами вирощування жита озимого є температурний режим у межах 20–24 °С, 16-годинний фотоперіод за інтенсивності освітлення 3–5 кЛк і вологості 75 %. Саме таких умов потребують рослини помірних широт, до яких відноситься культура.

За результатами наших досліджень встановлено, що за такого режиму вирощування на ростових живильних середовищах з однієї апікальної меристеми на 50–60 добу залежно від генотипу можна отримати до 20 адвентивних бруньок. Отже, використовуючи клонування можна забезпечити селекційний процес матеріалом генетично ідентичним рослині-донору експланта [45].

Збільшуючи термін культивування без зміни живильного середовища спостерігали пожовтіння та некроз нижніх листочків рослин, що призводило до втрат цінного генетичного матеріалу. Тому за оптимального режиму культивування періодично необхідно оновлювати живильний субстрат. Цей процес потребує відповідних затрат. При цьому, за роботи з перехреснозапильними культурами постає питання збереження селекційного матеріалу в культурі *in vitro* та використання цінних генотипів впродовж тривалого періоду.

Метою роботи було визначення умов формування генетичного банку цінних матеріалів жита озимого за зміни температурного режиму та моделювання живильного середовища для тривалого депонування клонованих рослин і використання активної колекції вихідних форм у селекційному процесі.

Для депонування клонів використовували живильне середовище, до складу якого входили макро- й мікроелементи за прописом середовища Мурасіге-Скуга. Модифікували живильний субстрат цитокінінами і вуглеводами (патент № 126908). Клони зберігали в культуральних приміщеннях при визначеному за варіантами дослідження температурному режимі (6–12 °C) та низькій інтенсивності освітлення (2 кЛк).

Сформувані активну колекцію та подовжити термін її депонування можна за рахунок уповільнення процесів метаболізму в організмі рослини, створенням умов для припинення інтенсивного росту та розвитку біооб'єктів.

Для переведення рослин жита озимого у стан відносного спокою використовували чинник температурного обмеження (низькі позитивні температури).

Варіанти дослідження відрізнялись температурою в культуральних приміщеннях, де впродовж 12 місяців зберігали біоматеріал. У процесі досліджень визначали середньомісячний приріст рослин, період активного росту протягом терміну зберігання, інтенсивність закладання адвентивних бруньок і фіксували відсоток вегетуючих рослин.

У результаті проведених досліджень визначено оптимальні фізичні умови створення та зберігання активної колекції жита озимого (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

Вививання рослин жита озимого залежно від впливу температури і тривалості депонування активної колекції, %*

Режим, t °C	Середній приріст, см	Кількість сформованих бруньок, шт.	Період активного росту, діб	Період депонування (місяців)				
				4	6	8	10	12
12	1,2±0,4	4-7	40-60	98,6±0,4	81,4±1,5	74,6±0,4	65,2±1,0	54,5±2,4
10	0,7±0,3	3-5	20-30	99,5±0,2	92,8±0,6	81,3±1,1	76,4±1,2	62,0±1,8
8	0,5±0,2	1-2	10-14	100±0,0	95,6±0,6	86,4±0,8	78,0±0,8	77,0±1,2
6	0,4±0,1	1-2	10-12	100±0,0	96,3±0,4	88,2±0,5	79,5±1,3	78,2±0,9
<i>HP₀₁</i>	<i>0,1</i>	-	-	<i>0,4</i>	<i>1,1</i>	<i>0,9</i>	<i>1,3</i>	<i>1,2</i>

Примітка. *В середньому за генотипами

Найбільшу частку вегетуючих рослин отримано у варіанті досліду, де рослинний матеріал депонували за температури 6 °С. Такий температурний режим забезпечив середньомісячний приріст рослин жита озимого на рівні 0,4 см. Незалежно від генотипу, період інтенсивного росту фіксували впродовж перших 10–12 діб, що попередило закладання адвентивних бруньок (1–2 шт.).

Через 12 місяців безпересадкового депонування збереглося 78,2 % рослин жита озимого. Після десяти місяців зберігання спостерігали істотне зниження життєздатності клонів. Тому, використовуючи температуру зберігання активної колекції на рівні 6 °С, рекомендується оновлювати ростове живильне середовище через 12 місяців депонування.

З активної колекції за рік депонування в середньому за генотипами було вибраковано 21,8 % рослин (за причиною інфікування – 5,8 %; некроз рослин – 15,3 %; альбінізм – 0,7 %). Ця закономірність спостерігалась за культивування різних генотипів жита.

Встановлено, що сортова належність за депонування істотно не впливає на життєздатність матеріалу (рис. 5.18).

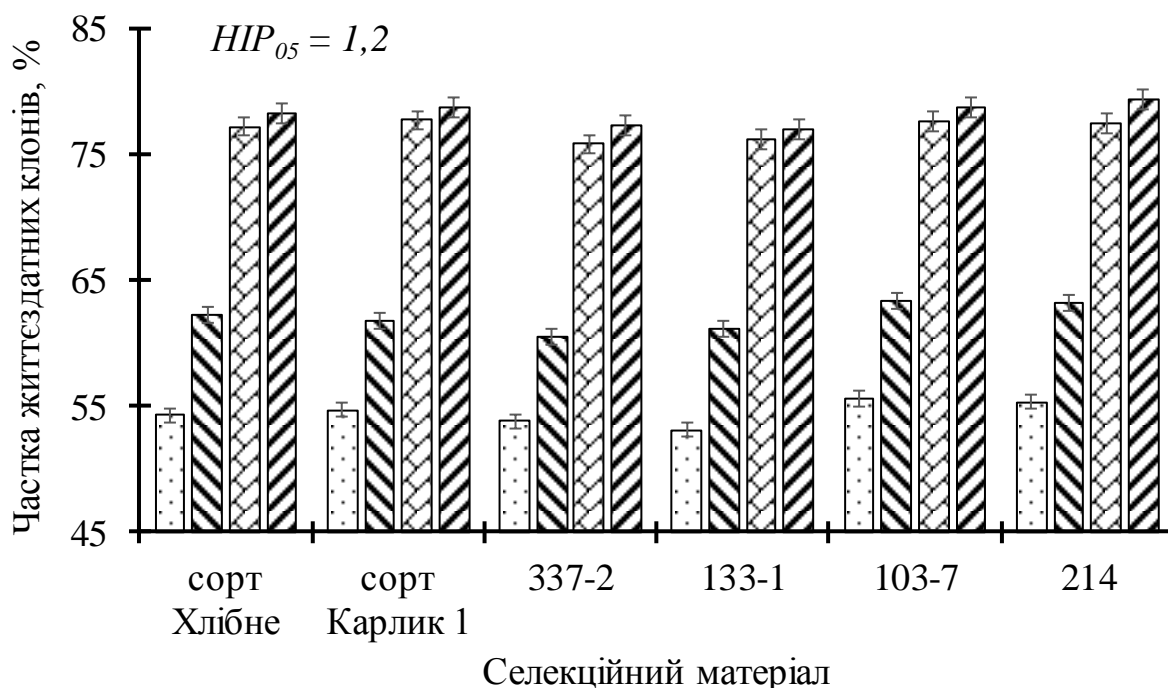


Рис. 5.18 Вплив генотипу та температурного режиму на стан активної колекції жита озимого (12-й місяць депонування).

□ – 12°C; ▨ – 10°C; ▩ – 8°C; ▮ – 6°C.

Необхідно зазначити і те, що після року депонування між генотипами в межах виду спостерігали незначну різницю в реакції рослинних організмів на низьку температуру зберігання у варіантах дослідів 6 і 8 °С. Ця температура за тривалого впливу забезпечувала проходження яровизації колекційних зразків жита озимого.

Інфікування рослинного матеріалу, зазвичай, відмічали у перші 20–30 діб культивування на живильному середовищі.

За введення до середовища підвищених концентрацій регуляторів росту, агар-агару та сахарози подовжується період зберігання селекційного матеріалу без зміни субстрату в культурі *in vitro* [66].

Для подовження терміну депонування зразків у культурі *in vitro* моделювали живильне середовище. Зміна складу макросолей у субстраті, зокрема, підвищення вмісту азоту, викликало активний ріст мікроклонів перших п'ять місяців, після чого за короткого періоду стаціонарної фази (10–14 діб) фіксували різке зниження життєздатності рослин. Різке зниження ростових процесів призводив до некрозу нижніх листків і пожовтіння апікальної частини верхніх. Кількість життєздатного матеріалу на 12-й місяць депонування в середньому за генотипами склала 57,3 %.

Використання щільнішого живильного середовища за збільшення концентрації агар-агару до 12,0 г/л сприяло уповільненню інтенсивності росту та розвитку біоматеріалу (рис. 5.19)

Упродовж культивування приріст біомаси клонів у середньому не перевищував 0,5 см за місяць. Виживання рослин після 12 місяців депонування залежно від генотипу склало 77,8–81,3 %. Підвищення концентрації агару в середовищі інгібувало процеси життєдіяльності матеріалів. За концентрації 16 г/л кількість життєздатних рослин зменшилась до 59,5 %.

За введення в живильне середовище підвищеної концентрації регуляторів росту, зокрема 6-БАП (2,0–2,2 мг/л) і сахарози 40,0 г/л та поступове зниження температурного режиму до 10 °С подовжувало

тривалість зберігання клонованих рослин без зміни субстрату та збільшувало термін зберігання селекційного матеріалу в ізольованій культурі.

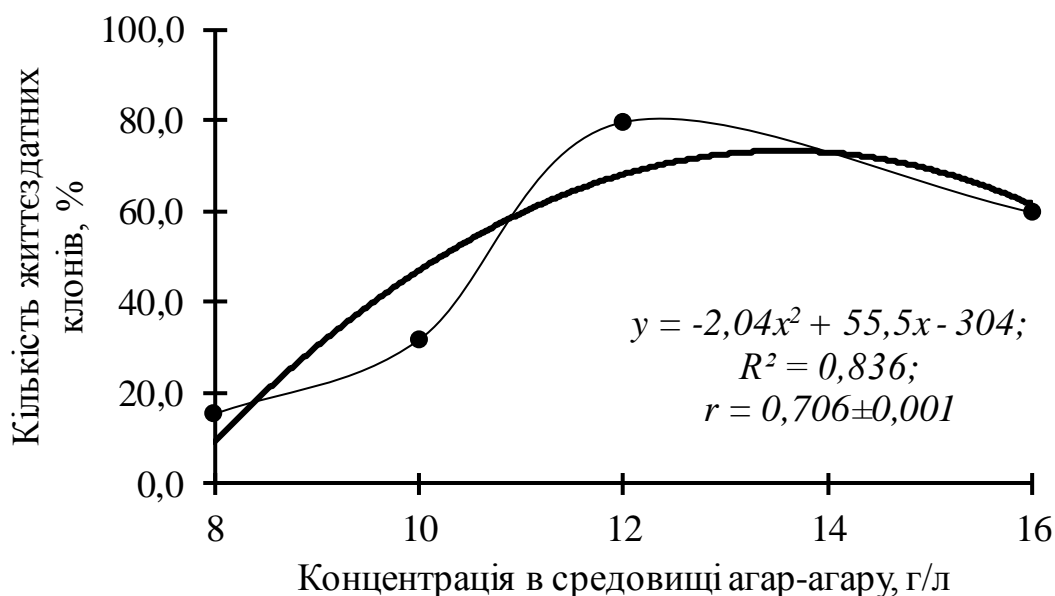


Рис. 5.19 Вплив концентрації агар-агару на життєздатність клонів жита озимого за депонування *in vitro* (12-й місяць).

У процесі зберігання рослинного матеріалу проводився періодичний цитологічний аналіз окремих генотипів, що підтвердив генетичну стабільність рослин активної колекції на рівні 98,5 %.

Після перенесення зразків з культурального банку в оптимальні умови вирощування (температурний режим 20–22 °С, 16-годинний фотоперіод з інтенсивністю освітлення 3–4 клк, відносна вологість 75 %), спостерігалось інтенсивне наростання біоматеріалу, особливо у весняний період, за рахунок прискорення процесів метаболізму в клітинах. За місяць розвитку на ростових середовищах рослини закладали до восьми адвентивних пагонів, а за перенесення на ризогенний субстрат формували корені.

Отже, визначено умови створення активної колекції рослин жита озимого за використання температурного обмеження та модифікації живильного середовища агар-агаром. Розроблено послідовну технологічну схему переведення рослинного матеріалу в стан відносного анабіозу.

Доведено, що оптимальною температурою для зберігання зразків є 6 °С. Виживання рослин за вказаного температурного режиму після 12 місяців депонування фіксували у середньому за генотипами на рівні 78,2 %.

За модифікації живильного середовища агар-агаром в концентрації 12,0 г/л збільшується частка життєздатних клонів до 81,3 %, а за введення в субстрат підвищеної концентрації регуляторів росту, зокрема 6-БАП (2,0 мг/л) і сахарози 40,0 г/л та поступове зниження температурного режиму до 10 °С подовжує період депонування клонованих рослин без зміни субстрату та термін зберігання селекційного матеріалу в ізольованій культур.

Використання біотехнологічних методів для збереження і розмноження цінного матеріалу інтенсифікує селекційний процес отримання вихідних зразків жита озимого.

Висновок до розділу 5

1. Розроблено нові технології селекційного процесу за використання біотехнологічної ланки для отримання вихідного матеріалу жита озимого, що дає можливість інтенсифікувати роботу зі створення сортів і гібридів культури.

2. Встановлено, що самонесумісність жита озимого частково можна подолати за використання біотехнологічних методів, зокрема, культури незрілих дев'ятидобових зародків. Вихід проростків за ембріокультури залежить від віку зародка, генотипу вихідного матеріалу та складу живильного середовища. Розроблено склад модифікованого живильного середовища до якого входять макро- і мікроелементи за прописом середовища Мурасіге–Скуга, 1,5 мг/л 6-бензиламінопурину, 0,5 мг/л індолілоцтової кислоти, 0,5 мг/л гібереліну, 1,0 мг/л глютаміну, 2,0 мг/л гліцину, 0,3 мг/л серину, 100 мг/л мезоінозиту, 60,0 г/л сахарози, що забезпечує вихід проростків у середньому за генотипами на рівні 42,8 %.

3. Розроблено живильний субстрат для ризогенезу зразків жита озимого і доведено, що концентрація 1,0 мг/л індолілоцтової кислоти, 0,5 мг/л гіберелінової кислоти та 0,3 мг/л 6-бензиламінопурину у

модифікованому живильному середовищі Мурасіге–Скуга з вітамінами за прописом Уайта є оптимальною для формування та інтенсивного наростання коренів біоматеріалу за розмноження рослин.

4. Вперше до селекційного процесу отримання вихідних матеріалів жита озимого залучено аерогідропонні технології. Встановлено, що використання аерогідропоніки під час розмноження вихідних матеріалів є ефективним способом укорінення і адаптації клонованих рослин. Розроблено склад живильного розчину для аерогідропонної системи, що включає $\frac{1}{2}$ MS, 1,0 мг/л ІОК, 0,5 мг/л гетероауксину, 0,3 мг/л 6-БАП, 1,0 мг/л гіберелінової кислоти.

5. Визначено субстрат (грунт:перліт:пісок) для акліматизаційних процесів за перенесення клонованих рослин з ізолюваної культури в польові умови вирощування, що забезпечує адаптацію 93,1 % матеріалів та отримання в короткі терміни програмовану кількості вихідного матеріалу жита озимого.

6. Розроблено послідовну технологічну схему переведення рослинного матеріалу в стан відносного анабіозу та створення активної колекції вихідних зразків жита озимого. Доведено, що за температури зберігання 6 °С після 12 місяців депонування на модифікованому агар-агаром (12,0 г/л) і сахарозою (40 г/л) живильному середовищі, виживання рослин сягає 81,3 %.

За матеріалами розділу опубліковано двадцять одна наукова праця та отримано один патент на корисну модель [44–48, 50–67].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 5

1. Аксенова Н. П., Константинова Т. Н., Ложникова В. Н. и др. Влияние длины дня и фитогормонов на клубеобразование у картофеля в культуре *in vitro*. Физиология растений, 2009. № 56. С. 500–508.
2. Биотехнология растений: культура клеток. Пер. с англ. В. И. Негрука; под ред. Р. Г. Бутенко. Москва: Агропромиздат, 1989. 284 с.

3. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. Москва: Наука, 1964. 200 с.
4. Бутенко Р. Г. Культура клеток растений и биотехнология. Москва: Наука, 1986. 236 с.
5. Высоцкая Л. Б., Черкозьянова А. В., Веселов С. Ю. Роль ауксинов и цитокининов в формировании боковых корней у растений пшеницы с частично удаленными первичными корнями. *Физиология растений*. 2007. Т. 54. № 1. С. 455–460.
6. Гамбург К. З., Леонова Л. А., Рекославская Н. И. Метаболизм ауксин и рост культур растительных тканей. Культура клеток растений. Київ: Наукова думка, 1978. С. 47–52.
7. Гончаренко С. М., Сердюк О. М. Довготривале культивування рослин стевії в умовах *in vitro*. *Цукрові буряки*. 2006. Вип. 49, № 1. С. 18–19.
8. Демкив О. Т. Рост растений и дифференцировка. Москва: Наука, 1981. 206 с.
9. Ежова Г. А., Лебедева О. В., Огаркова О. А. *Arabidopsis thaliana* – модельный объект генетики растений. Москва: МАКС Пресс, 2003. 220 с.
10. Єгоров Д. К., Циганко В. А., Стефан О. О., Олійник О. О. Формування ценозу рослин жита озимого на ділянках гібридизації та його вплив на рівень прояву ознак продуктивності. *Селекція і насінництво*, збірник наукових праць. Харків, 2012. С. 30–37.
11. Здрилько А. Ф., Деревянко В. П. Самофертильность у диплоидной ржи. Селекция и семеноводство. 1988. № 4. С. 15–18.
12. Игнатова С. А. Биотехнологические основы получения гаплоидов, отдалённых гибридов и соматических регенерантов зерновых и бобовых культур в различных системах *in vitro*. Дисс...д-ра с.-х. наук, 03.00.20 – биотехнология. Одесса, 2004. 429 с.
13. Игнатова С. А., Коваленко П. В., Линчевский А. А., Овсяк Т. Н. Генотипические особенности получения растений-регенерантов ячменя в культуре. Материалы Международной конференции *Агробиотехнология растений и животных*. Киев: Наукова думка. 1997. С. 96–97.

14. Калинин Ф. Л., Кушнир Г. П., Сарнацкая В. В. Технология микроклонального размножения растений. Киев: Наукова думка, 1992. 232 с.
15. Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Київ: Наукова думка, 1980. 487 с.
16. Каменчук О. П., Курчий Б. А. Взаимозаменяемость различных абиотических и биотических стимулов в индукции экспрессии транскрипционных факторов. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2012. Т. 10. № 1. С. 116–125.
17. Кефели В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. Москва: Наука, 1974. 253 с.
18. Корнеева М. О., Мазур З. О. Оцінка закріплювачів стерильності озимого жита методом полікрос-тесту. *Цукрові Буряки*, 2007. № 6 (60). С. 8–9.
19. Кулаева О. Н. Цитокинины, их структура и функции. Москва: Наука, 1973. 263 с.
20. Кулаева О. Н. Этилен в жизни растений. *Соросовский образовательный журнал*, 1998. № 11. С. 78–84.
21. Кулаева О. Н., Кузнецов В. В. Новейшие достижения и перспективы в области изучения цитокининов. *Физиология растений*. 2002. Т. 49. № 3. С. 626–640.
22. Ломин С. Н. Лиганд-связывающие свойства и субклеточная локализация цитокининовых рецепторов. Автореф. дисс... к-та биол. наук. 03.00.12 – Физиология и биохимия растений. 2008. 21 с.
23. Макарова Р. В., Судейная С. В., Коф Э. М. Рост и устойчивость растений. Новосибирск: Наука, 1988. 230 с.
24. Мартиросян Ю. Ц., Кособрюхов А. А., Диловарова Т. А. Аэропонные технологии в растениеводстве. Проблемы агробиотехнологии. Москва, 2012. С. 227–239.
25. Мартиросян Ю. Ц., Кособрюхов А. А., Креславский В. Д. и др. Фотосинтез и продуктивность растений картофеля выращиваемых в

- условиях аэропоники при дополнительном облучении светодиодами. *Сельскохозяйственная биология*, 2008. № 3. С. 102–105.
26. Мартиросян Ю. Ц., Кособрюхов А. А., Мелик-Саркисов О. С. и др. Разработка и создание системы аэропоники (с элементами светооблучающих диодов) для культивирования растений. Материалы IV Московского Международного конгресса *Биотехнология: состояние и перспективы развития*, 2007. С. 296.
27. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В. А. Біотехнологія рослин. Киев: Вища освіта, 2003. 280 с.
28. Мокроносов А.Т. Клубнеобразование и донорно-акцепторные связи у картофеля. Регуляция роста и развития картофеля. Под ред. М. Х. Чайлахяна, А. Т. Мокроносова. Москва: Наука, 1990. 124 с.
29. Муромцев Г. С., Агнестикова В. Н. Гиббереллины. Москва: Наука, 1984. 208 с.
30. Мусиенко Н. Н. Корневое питание растений. Київ: Вища школа, 1989. 203 с.
31. Парій Ф. М., Рябовол Я. С. Проблеми та перспективи розвитку гетерозисної селекції жита озимого. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Умань, 2012. Вип. № 80. С. 90–96.
32. Площинская М. Е., Иванов В. Б., Салмин С. А., Быстрова Е. И. Анализ возможных механизмов регуляции ветвления корня. *Журнал общей биологии*. 2002. Т. 63. № 2. С. 68–74.
33. Подвигина О. А. Сохранение селекционного материала в условиях *in vitro*. Энциклопедия рода Beta: биология, генетика и селекция свеклы; под ред. С. И. Малецкого. Новосибирск, 2010. С. 446–454.
34. Подвигина О. А., Знаменская В. В., Фролова В. В. Индукция ризогенеза у сахарной свеклы в культуре *in vitro*. Материалы VI Международной конференции *Регуляторы роста и развития растений в биотехнологии*. Москва: Издательство МСХА, 2001. С. 160.
35. Полевой В. В. Фитогормоны. Ленинград: ЛГУ, 1982. 249 с.

36. Полевой В. В., Саламатова Т. С. Физиология роста и развития растения. Ленинград, 1991. 239 с.
37. Прокопцева О. С. Структурные и функциональные свойства цитокинин-связывающих белков растений *Arabidopsis thaliana* L., *Hordeum vulgare* L., *Oryza sativa* L.: автореферат дисс... к-та биол. наук. 03.02.01 – ботаника. Москва, 2008. 20 с.
38. Романов Г. А. Модель гормонально-организуемого пролиферативного роста: аналогии с ростом растений. Онтогенез. 1992. Т. 23. №2. С. 228–236.
39. Рудишин С. Д. Основы біотехнології рослин. Вінниця, 1998. 224 с.
40. Рябовол Л. О. Визначення оптимального температурного режиму та вуглеводного живлення при створенні в культурі *in vitro* банку рослинного матеріалу видів *Cichorium intybus* L. та *Beta vulgaris* L. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Сучасні проблеми виробництва і використання рослинного білка: глобальні зміни та ризики*. Вінниця, 2008. С. 24–25.
41. Рябовол Л. О. Клональне мікророзноження рослин. Методичні рекомендації для проведення лабораторно-практичних занять з «Біотехнології рослин». Умань: УДАА, 2016. 16 с.
42. Рябовол Л. О., Парій Ф. М., Рябовол Я. С. Патент на корисну модель № 24324 від 25.06. 2007 р. (Україна). Спосіб отримання генеративних пагонів цикорію коренеплідного в культурі *in vitro*; Заявлено 21.02.2007; Опубліковано 25.06. 2007, Бюл. № 9. 2 с.
43. Рябовол Л. О., Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Любченко А. І. Укорінення рослин жита озимого в культурі *in vitro*. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Умань, 2011. Вип. № 76. С. 75–80.
44. Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Використання біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур на кафедрі генетики, селекції рослин та біотехнології. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Генетика і селекція: досягнення та проблеми*, присвяченої 170-річчю Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. С. 6–7.

- 45.Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Вплив складу живильного середовища на клонування рослин жита озимого в культурі *in vitro*. Матеріали Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції *Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки*. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ. 2014. С. 17–18.
- 46.Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Парій Ф. М. Клонування рослин жита озимого в культурі *in vitro*. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Генетика і селекція: досягнення та проблеми*, присвяченої 170-річчю Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. С. 106–108.
- 47.Рябовол Л. О., Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Любченко А. І. Укорінення рослин жита озимого в культурі *in vitro*. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2011. Вип. № 76. С. 75–80.
- 48.Рябовол Я. С. Індукція ризогенезу та укорінення рослин жита озимого в культурі *in vitro*. Методичні рекомендації виробництву. Умань: Уманський НУС, 2019. 16 с.
- 49.Рябовол Я. С. Створення батьківських компонентів жита для гетерозисної селекції: дис. ... канд. с.-г. наук. 06.01.05 – селекція і насінництво. Чабани, 2014. 189 с.
- 50.Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Генетичні основи створення батьківських компонентів гібридів жита озимого: монографія. Умань: Візаві, 2017. 188 с.
- 51.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Використання мікроклонального розмноження рослин при створенні вихідних матеріалів жита озимого. Методичні рекомендації. Умань: Уманський НУС, 2018. 32 с.
- 52.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Адаптація клонованого матеріалу жита озимого за перенесення в польові умови вирощування. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції*. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 52–54.

- 53.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Визначення температурного режиму для формування активної колекції вихідного селекційного матеріалу жита озимого. *Збірник наукових праць. Агробіологія*. Біла Церква, 2017. Вип. № 1 (131). С. 68–73.
- 54.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Використання аерогідропонних технологій для укорінення рослин жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції*. Кам'янець-Подільський, 2015. С. 70–71.
- 55.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Використання культури зрілих зародків для розмноження цінних зразків жита озимого. Матеріали VI науково-практичної конференції з міжнародною участю *Біотехнологія: звершення та надії*. Київ, 2017. С. 81–82.
- 56.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Вплив регуляторів росту на клонування рослин жита озимого. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Іноваційні технології виробництва рослинницької продукції*. Умань, 2016. С. 82–83.
- 57.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Індукція формування калюсної тканини жита озимого в ізольованій культурі. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур*. Київ, 2016. С. 118.
- 58.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Індукція формування та пасажування калюсу жита озимого в культурі *in vitro*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Овочівництво України: історія, традиції, перспективи, присвяченої 95-річниці створення кафедри овочівництва*. Умань: Візаві, 2016. С. 67–69.
- 59.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Отримання чистолінійного матеріалу жита озимого за використання культури незрілих зародків. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю від дня народження професора Наумова Г. Ф. та 80-річчю заснування кафедри генетики, селекції та насінництва. Харків, 2017. С. 286–288.

- 60.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 126908 від 10.07.2018 р. (Україна). Спосіб індукування розвитку меристем та розмноження рослин жита озимого; Заявл. 05.02.2018; Опубл. 10.07.2018, Бюл. № 13. 6 с.
- 61.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Підбір живильного середовища для укорінення рослин жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Тернопіль, 2014. С. 71–72.
- 62.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Регуляторна модифікація живильного середовища для ризогенезу рослин жита озимого в культурі *in vitro*. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2017. Вип. № 2. С. 64–66.
- 63.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Створення банку вихідного матеріалу жита озимого за використання біотехнологічних методів. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2015. С. 102–103.
- 64.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Стимуляція ризогенезу растений ржи озимой с использованием аэрогидропонных технологий. *Земледелие и защита растений*. Білорусь. 2015. № 6 (103). С. 18–19.
- 65.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Умови ризогенезу рослин жита озимого в ізольованій культурі. Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань: Сочинський М. М. 2019. С. 219–221.
- 66.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Умови формування активної колекції вихідних матеріалів жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи*. м. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 158–159.
- 67.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Условия формирования банка исходных материалов ржи озимой. Матеріали XIX Міжнародної наукової конференції з елементами наукової школи молодих вчених *Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России*, присвяченої 75-річчю від дня

- народження доктора біологічних наук, Заслуженого діяча науки РФ, академіка Російської екологічної академії, професора Гайірбега Магомедовича Абдурахманова. Махачкала, 2017. С. 263–265.
- 68.Рябчун В.К., Богуславський Р.М. Проблеми та перспективи збереження генофонду рослин в Україні. Харків, 2002. 38 с.
- 69.Сатарова Т. Н., Струнин Д. Е., Галушак П. Н. Реакция незрелых зародышей кукурузы в культуре *in vitro* на длительное воздействие холода. *Вісник Дніпропетровського університету*. Біологія. Екологія. 2007. Вип. 15. № 3/1. С. 150–155.
- 70.Тарановская М. Г. Методы изучения корневых систем. Москва: Сельхозиздат, 1957. 215 с.
- 71.Тихимиров А. А., Шарунич В. П. Методы оценки фотобиологической эффективности источников облучения для интенсивной светокультуры огурца и томата. Красноярск: ИБП СО РАН, 1991. С. 31.
- 72.Тихомиров А. А., Лисовский Г. М., Сидько Ф. Я. Спектральный состав света и продуктивность растений. Новосибирск: Наука, 1991. С. 45–52.
- 73.Федоров В. С., Смирнов В. Г. Генетика ржи (*Secale cereale* L.). К генетике антоциановой окраски. *Генетика*. 1967. Т. 3. С. 94–102.
- 74.Федоров В. С. Генетика ржи (*Secale cereale* L.). Исследования по генетике. ЛГУ, 1961. Вып. 1. С. 116–121.
- 75.Хаблак С. Г. Генетичний контроль розвитку кореневої системи у *Arabidopsis Thaliana* (L.) HEYNH. Дис... д-ра біол. наук. 03.01.15 – генетика. Київ. 2019. 363 с.
- 76.Хаблак С. Г., Абдуллаева Я. А. Модификационная изменчивость развития корневой системы у *Arabidopsis thaliana*. Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2011. Вып. 4 (23). С. 51–57.
- 77.Холодный Н. Г. Фитогормоны: очерки по физиологии гормональных явлений в растительном организме. Киев: АН УССР, 1939. 263 с.
- 78.Чайлахян М. Х. Регуляция цветения высших растений. Москва: Наука, 1988. 559 с.

79. Шевелуха В. С., Калашникова Е. А., Воронин Е. С. и др. Сельскохозяйственная биотехнология. Москва: Высшая школа, 2003. 469 с.
80. Шпаков А. О. Хемосигнальные системы растений. Цитология. 2009. Т. 51. № 9. С. 721–733.
81. Barfield G. D., Robinson S. I., Shields R. O. Plant regeneration from protoplasts of long term haploid suspension culture of *N. plunibagimfo*. *Plant Cell Rep.* 1985. V. 4. P. 104–107.
82. Corbesier L., Prinsen E., Jackmard A. et al. Cytokinin Levels in Leaves, Leaf Exudate and Shoot Apical Meristem of *Arabidopsis thaliana* during Floral Transition. *Journal Exp. Bot.* 2003. V. 54. № 3. P. 2511–2517.
83. Evans M. L. Function of Hormones at the Cellular Level of Organization. *Encycl. Plant Physiol.* 1984. Vol. 10, № 3. P. 23–79.
84. Ewing E.E. The Role of Hormones in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tuberization // E.E. Ewing / Plant Hormones, Physiology, Biochemistry and Molecular Biology (Ed. – Davies P.G. Dordrecht), Kluwer, 1995. – С. 698–724.
85. Geiger H. H., Wilde P., Erfurt M., Pakas J. Heterosis of factorial inter-pool-single cross among elite winter rye inbred lines. *Proceedings of the Eucarpia Rye Meeting. Radzikow, 2001.* P. 19–22.
86. Hardzei S., Urban E. Prospects and problem of hybrid rye breeding in Belarus. *Proceedings of the Eucarpia Rye, Meeting. Radzikow. 2001.* P. 81–84.
87. Hofius D., Bornke F. Photosynthesis, Carbohydrate Metabolism and Source-Sink Relations. *Potato Biology and Biotechnology.* Ed. Vreugdenhil D. Amsterdam: Elsevier. 2007. С. 57–60.
88. Leopold A. C., Nooden L. D. Hormonal regulatory system in plants. *Horm. Regul. Develop.* 1984. V. 2. № 1. P. 4–22.
89. Mahonen A. P., Bishopp A., Higuchi M. et al. Cytokinin signaling and its inhibitor AHP6 regulate cell fate during vascular development. *Science.* 2006. V. 311. № 2. P. 94–98.
90. Mok D. W., Mok M. C. Cytokinin metabolism and action. *Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Molecular Biology.* 2002. V. 52. № 4. P. 89–118.

91. Murashige T., Skoog F. A revised media for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. *Physiology Plant*. 1962. № 15. P. 473–497.
92. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plant*. – 1962. – N 15. – P. 473–497.
93. Rodrigues-Falcon M., Bou J., Prat S. Seasonal Control of Tuberization in Potato: Conserved Elements with the Flowering Response. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2006. C. 151–180.
94. Skoog F., Miller C. O. Chemical regulation of growth and organ formation in plants tissues cultures *in vitro*. 11-th. Symp. Soc. Exp. Biol. 1957. V. 11. P. 118–131.
95. Teale W. D., Paponov I. A., Palme K. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. *Nat. Rev. Mol. Cell. Biol.* 2006. V. 7. № 1. P. 847–859.
96. Woodward A. W. Bartel B. Auxin: regulation, action, and interaction. *Ann. Botany*. 2005. V. 95. № 2. P. 707–735.

РОЗДІЛ 6

РОЗШИРЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНО ВІДДАЛЕНИХ ФОРМ

Одним з основних джерел збільшення виробництва зерна пшениці озимої є створення та впровадження нових сортів [41]. Встановлено, що питома частка сорту в збільшенні валового збору зерна в різних країнах світу складає від 30 до 70 % [25].

Аналітична селекція, яка ґрунтується на доборі з природних популяцій або місцевих сортів-популяцій форм, що виникли внаслідок спонтанної гібридизації або мутагенезу й відселектовані природним добором, втратила практичне значення. Робота селекціонера з природною популяцією полягає не в створенні нових генотипів, а у виділенні існуючих, які відшліфовувалися природним добором упродовж десятків, а то і сотень років. За інтенсивної селекції селекціонер повинен мати популяції, що займають незначні площі, але багаті за генетичним різноманіттям особин, що утворюють ці популяції [64]. Досягти цього можна лише за штучної гібридизації, що дає змогу створювати потомство з новими комбінаціями генів, ознаками і властивостями [17, 39, 53, 68].

Експериментальна гібридизація набула широкого застосування і стала класичним методом створення вихідного матеріалу в селекції рослин лише в ХХ столітті після перевідкриття законів Г. Менделя. Проте гібридизацію в селекції І. В. Мічурін, Т. Найт, Л. Бербанк, Л. Вільморен, В. Саундерс та інші вчені використовували ще в ХІХ столітті [23, 25, 69]. Австрійський селекціонер Е. Чермак вперше застосував гібридизацію в селекційній практиці.

Теоретичною основою гібридизації є закони Г. Менделя про успадкування якісних ознак у поколінні та хромосомна теорія спадковості Т. Моргана [23].

Гібридизація – це не просте підсумовування ознак і властивостей організму. Формотворення за гібридизації ґрунтується на перекомбінації генів, оскільки батьківські організми передають потомству не ознаки й властивості, а гени, що контролюють розвиток ознаки [50–52]. Теоретично формотворчий процес за внутрішньовидової гібридизації, основою якого є незалежне комбінування генів, вважають безмежним. Проте різні типи взаємодії генів, явище щепленого успадкування, генетичні та фізіологічні кореляції значно обмежують потенційну можливість перекомбінування ознак. Ознаки та властивості можуть залежати від адитивної дії кількох генів, у результаті чого з'являються новоутворення. Основними типами взаємодії генів є комплементарна взаємодія, епістаз, плейотропія, полімерія [69].

Створення нових високоврожайних сортів пшениці м'якої озимої, які включатимуть у свою генетичну структуру все цінне, що має в генофонді вид, є одним з основних і перспективних напрямів селекції. Генетична база сортів у виробництві, набула значної спорідненості, що підвищує ризик їх генетичної вразливості [32, 35]. Щоб цього не сталося, необхідно залучати нові генетичні джерела селекційних ознак від зразків віддалених еколого-географічних зон, оскільки вони можуть бути носіями невичерпних генофондів, що вводяться в геном, підвищуючи стійкість сортів до несприятливих абіотичних і біотичних чинників [32].

6.1 Сумісність матеріалів за гібридизації генетично віддалених форм

Вдалиий підбір батьківських компонентів для схрещування визначає успіх гібридизації. У процесі формування гібридів спадковість батьків є основою створення нових форм. Роль батьківських пар для отримання гібридної рослини полягає в тому, що вони несуть у собі певні можливості отримання нової форми рослин, яка поєднує ознаки обох батьків.

Складність добору батьківських форм за схрещування полягає в тому, що кожна ознака чи властивість батьківських організмів не передається

безпосередньо їхньому потомству. У гібридному організмі по-різному поєднуються ознаки і властивості батьківських форм. Вони можуть перекомбінуватися в кожному поколінні заново [47, 48, 53].

Поставивши завдання створення гібридів з визначеними ознаками і властивостями, для схрещування добирають вихідні пари, в яких ці ознаки виражені максимально. Якщо ставиться завдання створити сорт високоврожайний і стійкий до хвороб, то з усієї різноманітності вихідного матеріалу відбирають одного батька з максимальною продуктивністю, а другого – найстійкішого до хвороб, розраховуючи на те, що в гібридному потомстві можуть поєднатися ці властивості [5, 13, 40, 43, 44].

Для успішного добору пар необхідно аналізувати всі господарсько-цінні ознаки й біологічні властивості визначених для схрещування компонентів, їх історію, а також умови, за яких найкраще проявляються ознаки і властивості, що цікавлять селекціонера. Тільки після цього можна зупинити свій вибір на певній батьківській парі.

За добору пар для схрещування існують певні принципи, якими слід керуватися (еколого-географічний принцип, елементи продуктивності, тривалість вегетації, стійкість до хвороб тощо).

Метою наших досліджень було розширення генетичного різноманіття та аналіз гетерозисного ефекту за низкою господарсько-цінних ознак зразків пшениці м'якої озимої, створених за гібридизації сортів різних еколого-географічних зон.

За материнську форму використовували сорти іноземної селекції Bankir, Cubus, СН Kombine, Patras, Matrix, Mulan, за батьківську – сорти вітчизняної та іноземної селекції Зорепад, Пилипівка, Астет, Щедрість одеська, Традиція одеська, Світанок Миронівський, Віген, Фабіус, Константа.

Перераховані вище іноземні сорти в колекційних розсадниках вирізнялись високою врожайністю (9,0–11,0 т/га). Натомість переважна більшість вітчизняних сортів характеризувались ранньостиглістю.

Гібридизацію проводили за використання ручної кастрації з наступним переопиленням материнської форми батьківською [46, 51]. У результаті досліджень було створено 30 гібридних комбінацій. За гібридизації в комбінаціях схрещування кастровано та переопилено 3432 квітки, з яких 1458 зав'язали насіння, що у середньому склало 42,5 % від загальної кількості кастрованого матеріалу (табл. 6.1).

Найвищий рівень перехресної сумісності (72,5 %) зафіксовано у гібридної комбінації Matrix x Фабіус. Із 120 кастрованих квіток, зав'язалось 87. Високий рівень формування насіння відмічено у гібридних комбінацій Matrix × Константа (70,0 %), Kubus × Пилипівка (66,7 %), Matrix × Зорепад (65,8 %), Patras × Фабіус (62,5 %).

У більшості комбінацій спостерігали середній рівень сумісності (30,6–59,0 %) Patras × Константа, Patras × Світанок Миронівський, Matrix × Віген, Patras × Kubus, Patras × Традиція одеська, Mulan × Щедрість одеська, Kubus × Щедрість одеська, Patras × Щедрість одеська, Patras × Пилипівка, СН Kombin × Світанок, Patras × Віген, Patras × Зорепад, Bankir × Астет, Matrix × Щедрість одеська, Matrix × Kubus, СН Kombin × Bankir, СН Kombin × Зорепад.

Низький рівень зав'язування відмічено у рослин комбінацій Bankir × Щедрість одеська, Mulan × Зорепад, Bankir × Традиція одеська, Bankir × Віген, Bankir × Зорепад. Найнижчий рівень зав'язування (16,7 %) отримано у комбінації Bankir × Пилипівка.

Високим рівнем перехресної сумісності вирізнявся сорт Matrix. У комбінаціях схрещування за його участі (материнська форма) та використання в якості батьківської форми різних вітчизняних сортів відсоток зав'язування насіння фіксували не нижче 34 %. Натомість рослини сорту Bankir характеризувались низькою перехресною сумісністю. Слід також відмітити, що отримане в результаті схрещування насіння в окремих варіантах гібридизації було щупле і деформоване. Окремі рослини показали перехресну несумісність.

**Формування насіння пшениці м'якої озимої за різних комбінацій
схрещування, 2014 р.**

Комбінація схрещування		Кількість кастрованих квіток, шт.	Кількість квіток, що сформувало насіння, шт.	Частка зав'язування, %
♀	♂			
СН Kombin	Зорепад	108	33	30,6
Bankir	Зорепад	114	24	21,1
Bankir	Пилипівка	108	18	16,7
СН Kombin	Світанок Миронівський	105	42	40,0
Patras	Пилипівка	108	48	44,4
СН Kombin	Bankir	120	39	32,5
Bankir	Віген	114	27	23,7
Bankir	Щедрість одеська	111	33	29,7
Bankir	Традиція одеська	114	30	26,3
Bankir	Астет	114	42	36,8
Patras	Традиція одеська	114	57	50,0
Patras	Щедрість одеська	114	51	44,7
Mulan	Щедрість одеська	117	57	48,7
Kubus	Щедрість одеська	114	51	44,7
Patras	Kubus	111	57	51,4
Matrix	Щедрість одеська	114	39	34,2
Matrix	Kubus	114	54	47,3
Mulan	Зорепад	117	33	28,2
Patras	Зорепад	120	45	37,5
Matrix	Зорепад	114	75	65,8
Patras	Пилипівка	114	30	26,3
Kubus	Пилипівка	108	72	66,7
Matrix	Константа	120	54	70,0
Matrix	Фабіус	120	87	72,5
Patras	Константа	117	69	59,0
Patras	Фабіус	120	75	62,5
Matrix	Віген	114	60	52,6
Patras	Віген	117	45	38,5
Patras	Світанок Миронівський	120	66	55,0
Всього		3432	1458	42,5

Отримане насіння висівали на ділянках розмноження для оцінки створених матеріалів за господарсько-цінними ознаками. В окремих варіантах проведено беккросування з метою насичення форм генами, носіями господарсько-цінних ознак.

Отже, за гібридизації сортів різного еколого-географічного походження проаналізовано сумісність форм та отримано вихідний матеріал пшениці м'якої озимої. Визначено частку формування насіння в різних комбінаціях гібридизації. Встановлено, що сорт Matrix характеризується високим рівнем перехресної сумісності (34,2–72,5 %), а це дозволяє використовувати його як материнську форму низки гібридних комбінацій з метою створення високопродуктивних матеріалів.

6.2 Характер успадкування та аналіз гетерозисного ефекту селекційно-цінних ознак гібридного матеріалу пшениці м'якої озимої

Кращі матеріали, отримані за гібридизації географічно-віддалених форм оцінювали за зміною архітекtonіки рослин і комплексом селекційно цінних ознак, зокрема, висотою рослин, довжиною колосу, кількістю колосків, квіток і зерен у колосі, масою 1000 насінин і зерен з колосу. Комплексне відслідкування закономірностей успадкування конкретної ознаки дає можливість проведення цілеспрямованішого селекційного добору в майбутніх поколіннях [1, 45, 74].

Висота рослин – це ознака, що істотно залежить від генотипу організму та низки екологічних чинників. Вона зазвичай має проміжний тип успадкування, але на різних агроекологічних фонах може різнитись [63]. Між висотою та стійкістю рослин до вилягання існує обернено кореляційна залежність. У виробництві, в основному, переважають середньо- і низькорослі сорти.

Новостворені зразки отримано в результаті схрещування низько- і середньорослих матеріалів між собою, що дало змогу встановити різний характер успадкування ознаки в F_1 (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Ступінь домінування та рівень гетерозису за висотою рослин зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, 2015 р.

Зразок	Гібридна комбінація	♀	♂	F ₁	HIR ₀₅	MP*	Ступінь домінування (hp)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
101/14-11	Bankir × Традиція одеська	88	95	78	3,6	92	-3,86	-17,9	82,1
77/14-21	СН Комбін × Bankir	82	88	74		85	-3,67	-15,9	84,1
80/14-3	Bankir × Віген	88	97	76		93	-3,67	-21,6	78,4
39/14-18	Bankir × Зорепад	88	94	83		91	-2,67	-11,7	88,3
68/14-73	СН Комбін × Світанок Миронівський	82	83	82		83	-1,50	-1,2	98,8
35/14-5	СН Комбін × Зорепад	82	94	81		88	-1,17	-13,8	86,2
71/14-12	Bankir × Пилипівка	88	110	89		99	-0,91	-19,1	80,9
120/14-2	Ratras × Традиція одеська	80	95	81		88	-0,87	-14,7	85,3
89/14-12	Bankir × Щедрість одеська	88	87	79		82	-0,74	-9,2	90,8
56/14-7	Ratras × Зорепад	80	94	82		87	-0,71	-12,8	87,2
74/14-45	Ratras × Пилипівка	80	110	85		95	-0,67	-22,7	77,3
145/14-29	Matrix × Віген	72	97	77		85	-0,62	-20,6	79,4
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	89	94	91		91	-0,32	-3,7	96,3
132/14-63	Ratras × Щедрість одеська	80	87	84		83	0,17	-3,4	96,6
148/14-40	Подоянка × Щедрість одеська	86	87	89		86	4,38	2,5	102,5
135/14-51	Mulan × Щедрість одеська	88	87	91		87	6,67	3,9	103,9

Примітка. *MP – середній показник за материнською та батьківською формами.

Із 16 виділених комбінацій, у двох зразків було відмічено за висотою рослин позитивне наддомінування, а ще у двох – проміжне успадкування. Шість комбінацій схрещування показали часткове від’ємне домінування. Депресію відмічено в шести комбінаціях схрещування.

Зниження висоти стеблостою з проявом часткового від’ємного домінування та депресії зафіксовано у рослин за гібридизації Bankir × Традиція одеська ($h_p = -3,86$), СН Kombin × Bankir ($h_p = -3,67$), Bankir × Віген ($h_p = -3,67$), Bankir × Зорепад ($h_p = -2,67$), СН Kombin × Світанок Миронівський ($h_p = -1,50$), СН Kombin × Зорепад ($h_p = -1,17$), Bankir × Пилипівка ($h_p = -0,91$), Patras × Традиція одеська ($h_p = -0,87$), Bankir × Щедрість одеська ($h_p = -0,74$), Patras × Зорепад ($h_p = -0,71$), Patras × Пилипівка ($h_p = -0,67$) та Matrix × Віген ($h_p = -0,62$).

Найнижчий ефект гетерозису за висотою рослин було відмічено у зразків Patras × Пилипівка, Bankir × Віген, Matrix × Віген зі справжнім гетерозисом на рівні мінус 22,7, 21,6 і 20,6 %, відповідно.

Загалом з популяції F_1 , найнижчими за висотою вирізнялись матеріали комбінацій СН Kombin × Bankir (74 см) та Bankir × Віген (76 см), а найвищим стеблостоем – зразки отримані за гібридизації Фаворитка × Зорепад та Mulan × Щедрість одеська (91 см).

Довжина колосу – генотипова ознака, хоча може неістотно змінюватись під дією умов навколишнього середовища. У рослин 12 із 16 досліджуваних комбінацій було відмічено позитивне наддомінування та часткове позитивне домінування за довжиною колосу. У трьох комбінаціях зафіксовано проміжне успадкування за цією ознакою, в одній – депресію (табл. 6.3).

Наддомінуванням і частковим позитивним домінуванням за довжиною колосу вирізнялись рослини отримані за гібридизації СН Kombin × Світанок Миронівський ($h_p = 18,00$), СН Kombin × Зорепад ($h_p = 9,25$), Bankir × Зорепад ($h_p = 3,00$), Mulan × Щедрість одеська ($h_p = 3,00$), Bankir × Щедрість одеська ($h_p = 2,38$), Patras × Зорепад ($h_p = 2,00$), Matrix × Віген ($h_p = 1,81$), Patras × Щедрість одеська ($h_p = 1,80$), Patras × Пилипівка ($h_p = 1,00$), Bankir × Віген ($h_p = 1,00$), Фаворитка × Зорепад ($h_p = 0,82$) та СН Kombin × Bankir ($h_p = 0,71$).

Таблиця 6.3

Ступінь домінування та рівень гетерозису за довжиною колосу зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, 2015 р.

Зразок	Гібридна комбінація	♀	♂	F ₁	HR ₀₅	MP*	Ступінь домінування (hp)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
68/14-73	СН Комбін × Світанок Миронівський	8,3	8,5	10,2	0,5	8,4	18,00	20,0	120,0
35/14-5	СН Комбін × Зорепад	9,3	8,5	12,6		8,9	9,25	35,5	135,5
39/14-18	Bankir × Зорепад	9,3	10,6	11,9		10,0	3,00	12,3	112,3
135/14-51	Mulan × Щедрість одеська	9,0	8,2	9,8		8,6	3,00	8,9	108,9
89/14-12	Bankir × Щедрість одеська	9,0	10,6	11,7		9,8	2,38	10,4	110,4
56/14-7	Patras × Зорепад	9,3	10,5	11,1		9,9	2,00	5,7	105,7
145/14-29	Matrix × Віген	9,7	6,5	11,0		8,1	1,81	13,4	113,4
132/14-63	Patras × Щедрість одеська	9,0	10,5	11,1		9,8	1,80	5,7	105,7
74/14-45	Patras × Пилипівка	10,3	10,5	10,5		10,4	1,00	0,0	100,0
80/14-3	Bankir × Віген	9,7	10,6	10,6		10,2	1,00	0,0	100,0
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	9,3	10,4	10,3		9,9	0,82	-1,0	99,0
77/14-21	СН Комбін × Bankir	10,6	8,5	10,3	9,6	0,71	-2,8	97,2	
148/14-40	Подольанка × Щедрість одеська	9,0	9,4	9,3	9,2	0,50	-1,1	98,9	
71/14-12	Bankir × Пилипівка	10,3	10,6	10,5	10,5	0,33	-0,9	99,1	
120/14-2	Patras × Традиція одеська	10,8	10,5	10,7	10,7	-0,33	1,9	101,9	
101/14-11	Bankir × Традиція одеська	10,8	10,6	10,5	10,7	-2,00	-2,8	97,2	

Примітка. *MP – середній показник за материнською та батьківською формами.

Проміжне успадкування зафіксовано у рослин комбінацій схрещування Подолянка × Щедрість одеська ($h_r = 0,50$), Bankir × Пилипівка ($h_r = 0,33$) та Patras × Традиція одеська ($h_r = -0,33$), а депресію відмічено в комбінації схрещування Bankir × Традиція одеська, з показником ступеня домінування на рівні мінус два.

Найвищий ефект гетерозису за ознакою довжини колосу отримано у рослин комбінацій СН Kombine × Зорепад, СН Kombine × Світанок Миронівський, Matrix × Віген (35,5, 20,0 і 13,4 %, відповідно).

Загалом в популяції F_1 , найдовший колос мали рослини зразків СН Kombine × Зорепад та Bankir × Зорепад з середнім показником 12,6 і 11,9 см. відповідно, а найкоротший – рослини з комбінацій Mulan × Щедрість одеська (9,8 см) та Подолянка × Щедрість одеська (9,3 см).

Зі зміною архітекtonіки рослин важливим завданням залишається збільшення кількості колосків у колосі. Ця ознака залежить від генотипу та пенетрантності генів, що її контролюють. Ступінь наддомінування за цим показником відмічено у рослин зразків з комбінацій СН Kombine × Bankir ($h_r = 6,71$), СН Kombine × Зорепад ($h_r = 5,77$), Mulan × Щедрість одеська ($h_r = 3,67$), Bankir × Зорепад ($h_r = 3,40$), СН Kombine × Світанок Миронівський ($h_r = 3,23$), Bankir × Щедрість одеська ($h_r = 2,25$), Подолянка × Щедрість одеська ($h_r = 2,09$), Bankir × Пилипівка ($h_r = 2,08$), Matrix × Віген ($h_r = 1,94$), Bankir × Традиція одеська ($h_r = 1,76$), Patras × Зорепад ($h_r = 1,64$), Patras × Щедрість одеська ($h_r = 1,60$), а часткове позитивне домінування – Patras × Пилипівка ($h_r = 0,95$), Patras × Традиція одеська ($h_r = 0,95$), Bankir × Віген ($h_r = 0,80$) та Фаворитка × Зорепад ($h_r = 0,56$) (табл. 6.4).

Найвищий ефект гетерозису за ознакою кількості колосків у колосі отримано за гібридизації СН Kombine × Світанок Миронівський, СН Kombine × Зорепад і Bankir × Пилипівка. Справжній гетерозис фіксували на рівні 25,1, 16,2 і 13,1 %, відповідно.

Найбільшою кількістю колосків у колосі популяції F_1 характеризувались зразки комбінацій Patras × Зорепад, Patras × Щедрість одеська – в середньому 25,2 колоски на колос, а найменшою – Bankir × Віген, Подолянка × Щедрість одеська та Фаворитка × Зорепад (19,3, 19,1 і 18,5 колосків).

Таблиця 6.4

Ступінь домінування та рівень гетерозису за кількістю колосків у колосі зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, 2015 р.

Зразок	Гібридна комбінація	♀	♂	F ₁	HIR _{0,5}	MP*	Ступінь домінування (hp)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
77/14-21	СН Комбін × Банкір	19,8	19,1	21,8	0,9	19,5	6,71	10,1	110,1
35/14-5	СН Комбін × Зорепад	17,8	19,1	22,2		18,5	5,77	16,2	116,2
135/14-51	Mulan × Щедрість одеська	17,4	18,9	20,9		18,2	3,67	10,6	110,6
39/14-18	Банкір × Зорепад	17,8	19,8	22,2		18,8	3,40	12,1	112,1
68/14-73	СН Комбін × Світанок Миронівський	14,8	19,1	23,9		17,0	3,23	25,1	125,1
89/14-12	Банкір × Щедрість одеська	17,4	19,8	21,3		18,6	2,25	7,6	107,6
148/14-40	Подольнка × Щедрість одеська	17,4	18,5	19,1		18,0	2,09	3,2	103,2
71/14-12	Банкір × Пилипівка	15,0	19,8	22,4		17,4	2,08	13,1	113,1
145/14-29	Matrix × Віген	14,9	19,8	22,1		17,4	1,94	11,6	111,6
101/14-11	Банкір × Традиція одеська	16,1	19,8	21,2		18,0	1,76	7,1	107,1
56/14-7	Patras × Зорепад	17,8	23,4	25,2		20,6	1,64	7,7	107,7
132/14-63	Patras × Щедрість одеська	17,4	23,4	25,2		20,4	1,60	7,7	107,7
74/14-45	Patras × Пилипівка	15,0	23,4	23,2		19,2	0,95	-0,9	99,1
120/14-2	Patras × Традиція одеська	16,1	23,4	23,2		19,8	0,95	-0,9	99,1
80/14-3	Банкір × Віген	14,9	19,8	19,3		17,4	0,80	-2,5	97,5
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	17,8	18,7	18,5		18,3	0,56	-1,1	98,9

Примітка. *MP – середній показник за материнською та батьківською формами.

Кількість квіток і зерен у колосі – показники, які, зазвичай, безпосередньо залежать від кількості колосків у колосі.

За ознакою кількості квіток у колосі спостерігали позитивне наддомінування та часткове домінування у рослин переважної більшості комбінацій схрещування (табл. 6.5).

За кількістю зерен у колосі показник наддомінування варіював у межах від $h_p = 1,09$ у комбінації схрещування Patras × Традиція одеська, до $h_p = 13,5$ у комбінації СН Kombine × Зорепад (табл. 6.6).

Найбільшу кількість квіток і зерен у колосі нараховували в зразків з комбінацій Patras × Пилипівка та Patras × Щедрість одеська, а найвищий гетерозисний ефект зафіксовано у рослин комбінацій СН Kombine × Зорепад, СН Kombine × Світанок Миронівський.

За масою 1000 насінин наддомінування відмічено в 14 зразків (табл. 6.7). За цією ознакою найвищий ступінь наддомінування ($h_p = 15,0$) та гетерозис (10,2 %) отримано у рослин комбінації Matrix × Віген, найнижчий – Bankir × Зорепад ($h_p = 1,29$).

Ступінь домінування за показником маси зерна з колосу коливався в межах від 1,04 у комбінації схрещування Подолянка × Щедрість одеська до 5,56 – у комбінації СН Kombine × Зорепад (табл. 6.8). Часткове позитивне домінування відмічено у рослин комбінації Фаворитка × Зорепад. Високим рівнем гетерозису (30,0–24,7 %) за цим показником характеризувались матеріали отримані за гібридизації СН Kombine × Зорепад, СН Kombine × Світанок Миронівський, Matrix × Віген та Mulan × Щедрість одеська.

Аналіз елементів продуктивності за основними господарсько-цінними показниками дозволив встановити та виділити сумісні гібридні комбінації та отримати високопродуктивні зразки пшениці м'якої озимої. Створені матеріали отримані за гібридизації географічно-віддалених і близькоспорідених форм істотно різнилися за елементами структури врожаю.

Найвищу врожайність у F_4 було зафіксовано у відселектованих зразків 35/14-5 (8,42 т/га), 132/14-63 (8,21 т/га) та 135/14-51 (7,9 т/га) отриманих за гібридизації СН Kombine × Зорепад, Patras × Щедрість одеська і Mulan × Щедрість одеська (табл. 6.9).

Таблиця 6.5

Ступінь домінування та рівень гетерозису за кількістю квіток у колосі зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, 2015 р.

Зразок	Гібридна комбінація	♀	♂	F ₁	НІР ₀₅	МР*	Ступінь домінування (hp)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
35/14-5	СН Комбін × Зорепад	56,2	58,8	67,6		57,5	7,77	15,0	115,0
77/14-21	СН Комбін × Банкір	60,4	58,8	64,2		59,6	5,75	6,3	106,3
145/14-29	Матіх × Віген	51,4	53,6	58,1		52,5	5,09	8,4	108,4
39/14-18	Банкір × Зорепад	56,2	60,4	67,0		58,3	4,14	10,9	110,9
135/14-51	Мілан × Щедрість одеська	54,9	59,2	65,3		57,1	3,84	10,3	110,3
68/14-73	СН Комбін × Світанок Миронівський	50,9	58,8	65,7		54,9	2,75	11,7	111,7
89/14-12	Банкір × Щедрість одеська	54,9	60,4	64,5		57,7	2,49	6,8	106,8
80/14-3	Банкір × Віген	51,4	60,4	66,2		55,9	2,29	9,6	109,6
148/14-40	Подольнка × Щедрість одеська	54,9	57,0	57,7	2,9	56,0	1,67	1,2	101,2
71/14-12	Банкір × Пилипівка	51,2	60,4	63,2		55,8	1,61	4,6	104,6
74/14-45	Ратрас × Пилипівка	51,2	67,3	69,8		59,3	1,31	3,7	103,7
132/14-63	Ратрас × Щедрість одеська	54,9	67,3	69,2		61,1	1,31	2,8	102,8
56/14-7	Ратрас × Зорепад	56,2	67,3	68,4		61,8	1,20	1,6	101,6
101/14-11	Банкір × Традиція одеська	53,2	60,4	59,8		56,8	0,83	-1,0	99,0
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	56,2	61,8	61,2		59,0	0,79	-1,0	99,0
120/14-2	Ратрас × Традиція одеська	53,2	67,3	63,8		60,3	0,50	-5,2	94,8

Примітка. *МР – середній показник за материнською та батьківською формами.

Таблиця 6.6

Ступінь домінування та рівень гетерозису за кількістю зерен у колосі зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, 2015 р.

Зразок	Гібридна комбінація	♀	♂	F ₁	HIR ₀₅	MP*	Ступінь домінування (hp)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
35/14-5	CN Kombin × Зорепад	44,6	46,2	56,2	2,4	45,4	13,50	21,6	121,6
145/14-29	Matrix × Віген	40,2	44,5	51,2		42,4	4,12	15,1	115,1
68/14-73	CN Kombin × Світанок Миронівський	39,5	46,2	53,9		42,9	3,30	16,7	116,7
77/14-21	CN Kombin × Bankir	52,6	46,2	56,3		49,4	2,16	7,0	107,0
135/14-51	Mulan × Щедрість одеська	40,1	52,5	59,6		46,3	2,15	13,5	113,5
39/14-18	Bankir × Зорепад	44,6	52,6	56,7		48,6	2,03	7,8	107,8
71/14-12	Bankir × Пилипівка	40,6	52,6	56,9		46,6	1,72	8,2	108,2
80/14-3	Bankir × Віген	40,2	52,6	55,6		46,4	1,48	5,7	105,7
132/14-63	Patras × Щедрість одеська	40,1	59,7	63,4		49,9	1,38	6,2	106,2
74/14-45	Patras × Пилипівка	40,6	59,7	63,2		50,2	1,37	5,9	105,9
101/14-11	Bankir × Традиція одеська	42,3	52,6	54,0		47,5	1,27	2,7	102,7
89/14-12	Bankir × Щедрість одеська	40,1	52,6	53,9		46,4	1,21	2,5	102,5
120/14-2	Patras × Традиція одеська	42,3	59,7	60,5		51,0	1,09	1,3	101,3
56/14-7	Patras × Зорепад	44,6	59,7	59,1		52,2	0,92	-1,0	99,0
148/14-40	Подольнка × Щедрість одеська	40,1	42,6	42,5		41,4	0,92	-0,2	99,8
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	44,6	45,7	45,3		45,2	0,27	-0,9	99,1

Примітка. *MP – середній показник за материнською та батьківською формами.

Таблиця 6.7

Ступінь домінування та рівень гетерозису за масою 1000 насінин зразків пшениці м'якої озимої,
отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, 2015 р.

Зразок	Гібридна комбінація	♀	♂	F ₁	HIP ₀₅	MP*	Ступінь домінування (hp)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
145/14-29	Matrix × Віген	40,5	41,1	45,3	2,1	40,8	15,00	10,2	110,2
74/14-45	Patras × Пилипівка	38,9	38,2	40,9		38,6	6,71	5,1	105,1
132/14-63	Patras × Щедрість одеська	43,1	42,2	44,6		42,7	4,33	3,5	103,5
135/14-51	Mulan × Щедрість одеська	43,1	41,2	45,8		42,2	3,84	6,3	106,3
56/14-7	Patras × Зорепад	40,3	38,2	42,9		39,3	3,48	6,5	106,5
120/14-2	Patras × Традиція одеська	40,5	42,2	44,1		41,4	3,24	4,5	104,5
68/14-73	СН Комбін × Світанок Миронівський	41,8	44,8	47,9		43,3	3,07	6,9	106,9
35/14-5	СН Комбін × Зорепад	40,3	44,8	47,9		42,6	2,38	6,9	106,9
101/14-11	Bankir × Традиція одеська	40,5	45,1	47,8		42,8	2,17	6,0	106,0
71/14-12	Bankir × Пилипівка	38,9	45,1	47,6		42,0	1,81	5,5	105,5
77/14-21	СН Комбін × Bankir	45,1	44,8	45,2		45,0	1,67	0,2	100,2
148/14-40	Подольанка × Щедрість одеська	43,1	44,1	44,3		43,6	1,40	0,5	100,5
89/14-12	Bankir × Щедрість одеська	45,1	40,1	45,9		42,6	1,32	1,8	101,8
39/14-18	Bankir × Зорепад	40,3	45,1	45,8		42,7	1,29	1,6	101,6
80/14-3	Bankir × Віген	40,5	45,1	44,8		42,8	0,87	-0,7	99,3
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	40,3	46,0	45,1		43,2	0,68	-2,0	98,0

Примітка. *MP – середній показник за материнською та батьківською формами.

Таблиця 6.8

**Ступінь домінування та рівень гетерозису за масою зерна з колосу зразків пшениці м'якої озимої,
отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, 2015 р.**

Зразок	Гібридна комбінація	♀	♂	F ₁	HIP ₀₅	MP*	Ступінь домінування (hp)	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
35/14-5	СН Комбін × Зорепад	1,8	2,1	2,7	0,1	1,93	5,56	30,0	130,0
145/14-29	Matrix × Віген	1,6	1,8	2,3		1,73	5,38	24,3	124,3
135/14-51	Mulan × Щедрість одеська	1,7	2,2	2,7		1,95	3,44	24,3	124,3
68/14-73	СН Комбін × Світанок Миронівський	1,7	2,1	2,6		1,86	3,44	24,7	124,7
89/14-12	Bankir × Щедрість одеська	1,8	2,1	2,5		1,96	3,41	17,3	117,3
56/14-7	Patras × Зорепад	1,8	2,3	2,5		2,04	2,06	11,2	111,2
77/14-21	СН Комбін × Bankir	2,4	2,1	2,5		2,22	1,87	5,5	105,5
74/14-45	Patras × Пилипівка	1,6	2,3	2,6		1,93	1,87	13,4	113,4
71/14-12	Bankir × Пилипівка	1,6	2,4	2,7		1,98	1,86	14,3	114,3
132/14-63	Patras × Щедрість одеська	1,7	2,5	2,8		2,12	1,78	12,2	112,2
39/14-18	Bankir × Зорепад	1,8	2,4	2,6		2,08	1,73	9,1	109,1
101/14-11	Bankir × Традиція одеська	1,7	2,4	2,6		2,04	1,65	8,9	108,9
120/14-2	Patras × Традиція одеська	1,7	2,5	2,7		2,12	1,37	5,9	105,9
80/14-3	Bankir × Віген	1,6	2,4	2,5		2,00	1,33	5,1	105,1
148/14-40	Подольнка × Щедрість одеська	1,7	1,9	1,9		1,80	1,04	0,1	100,1
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	1,8	2,1	2,0		1,95	0,62	-2,7	97,3

Примітка. *MP – середній показник за материнською та батьківською формами.

Урожайність (т/га) створених зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації
еколого-географічно віддалених форм, 2019 р.

Зразок	Гібридна комбінація	♀	♂	F ₄	НІР ₀₅	С.V, %
35/14-5	СН Комбін × Зорепад	6,42	5,28	8,42	0,27	3,2
132/14-63	Ратрас × Щедрість одеська	7,42	5,43	8,21		2,9
135/14-51	Мулан × Щедрість одеська	6,51	5,43	7,9		4,6
145/14-29	Matrix × Віген	6,55	4,94	7,59		1,3
56/14-7	Ратрас × Зорепад	7,42	5,28	7,5		2,4
74/14-45	Ратрас × Пилипівка	7,42	4,7	7,44		4,1
68/14-73	СН Комбін × Світанок Миронівський	6,42	5,02	7,32		4,1
120/14-2	Ратрас × Традиція одеська	7,42	5,19	7,29		4,6
71/14-12	Bankir × Пилипівка	6,33	4,7	7,21		2,2
89/14-12	Bankir × Щедрість одеська	6,33	5,43	6,91		1,8
39/14-18	Bankir × Зорепад	6,33	5,28	6,71		5
80/14-3	Bankir × Віген	6,33	5,22	6,56		3,1
101/14-11	Bankir × Традиція одеська	6,33	5,19	6,59		2,1
77/14-21	СН Комбін × Bankir	6,42	6,33	6,32		0,9
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	6,31	5,28	6,17		3,8
148/14-40	Подольнка × Щедрість одеська	5,58	5,43	5,52		3,2

Істотно найнижчу врожайність мали зразки 77/14-21 (6,32 т/га), 180/14-8 (6,17 т/га), 148/14-40 (5,52 т/га), створені за гібридизації географічно споріднених форм СН Kombin × Bankir, Фаворитка × Зорепад, Подолянка × Щедрість одеська. Їх урожайність була на рівні вихідних материнських і батьківських компонентів гібридизації.

Коефіцієнт варіації за дослідом склав 3,2 %. Це є високим показником, що підтверджує достовірність дослідів.

Найвищий вміст білка і клейковини в зерні відмічено у зразків отриманих за гібридизації вітчизняних матеріалів Подолянка × Щедрість одеська (13,9 % і 28,8 %) та Фаворитка × Зорепад (13,5 % і 27,6 %) (табл. 6.10). Проте істотно відрізнялись від вихідних форм за часткою білка і клейковини зразки, створені за схрещування еколого-географічно віддалених матеріалів СН Kombin × Зорепад та Mulan × Щедрість одеська. Це дає можливість зробити висновок про доцільність проведення гібридизації генетично віддалених матеріалів для отримання генетичного різноманіття і відбору продуктивних форм, що поєднують високу продуктивність культури та якість зерна.

Натура зерна – це показник адаптивності зразка пшениці до конкретної зони вирощування. Селекціонери Західної Європи бракують матеріал, якщо натура зерна нижче 760 г/л, адже він має низький адаптивний потенціал. У відселектованих зразків натуру зерна фіксували в межах 758–823 г/л. Найвищий показник відмічено у зразків комбінацій схрещування Подолянка × Щедрість одеська, Фаворитка × Зорепад, Mulan × Щедрість одеська та СН Kombin × Зорепад – 819 г/л, 817, 816 і 811 г/л, відповідно.

Седиментація борошна – показник, який характеризується кількістю та якістю клейковини. Високими хлібопекарськими властивостями буде вирізнятися зразок з показником седиментації понад 45 мл, середніми – від 36 мл до 45 мл і слабкими – нижче 36 мл [15, 16, 26, 38].

Показник седиментації борошна створених матеріалів варіював у межах від 36 до 54 мл (табл. 6.11).

Показники якості зерна зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації
еколого-географічно віддалених форм, 2019 р.

Зразок	Гібридна комбінація	Білок, %				Клейковина, %				Натура зерна, г			
		♀	♂	F ₄	НІР ₀₅	♀	♂	F ₄	НІР ₀₅	♀	♂	F ₄	НІР ₀₅
148/14-40	Подольнка × Щедрість одеська	13,5	12,8	13,9		28,2	25,6	28,8		822	784	819	
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	12,7	12,9	13,6		25,5	26,0	27,6		788	812	817	
35/14-5	СН Комбін × Зорепад	11,5	12,9	13,5		23,0	26,0	27,4		758	812	811	
135/14-51	Mulan × Щедрість одеська	13,0	12,8	13,3		26,1	25,6	27,2		808	784	816	
145/14-29	Matrix × Віген	13,0	13,8	13,1		26,0	27,6	26,2		808	820	810	
120/14-2	Patras × Традиція одеська	12,1	13,3	12,8		24,5	26,6	25,7		789	817	800	
56/14-7	Patras × Зорепад	12,1	12,9	12,6		24,2	26,0	25,0		789	812	782	
77/14-21	СН Комбін × Bankir	11,5	11,9	12,6	0,3	23,1	24,0	24,2	0,8	758	786	772	15
80/14-3	Bankir × Віген	12,1	13,8	12,5		24,0	27,6	25,3		786	820	805	
74/14-45	Patras × Пилипівка	12,1	13,7	12,4		24,2	27,4	25,1		789	823	768	
89/14-12	Bankir × Щедрість одеська	11,9	12,8	12,4		24,0	25,6	25,0		786	784	778	
101/14-11	Bankir × Традиція одеська	11,9	13,3	12,4		24,0	26,6	24,6		786	817	768	
71/14-12	Bankir × Пилипівка	11,9	13,7	12,3		24,0	27,4	24,9		786	823	767	
132/14-63	Patras × Щедрість одеська	12,1	12,8	12,3		24,5	25,6	24,8		789	784	772	
39/14-18	Bankir × Зорепад	11,9	12,9	12,0		23,9	26,0	24,6		786	812	769	
68/14-73	СН Комбін × Світанок Миронівський	11,5	13,0	11,7		23,0	26,0	23,6		758	797	763	

Таблиця 6.11

Хлібопекарські показники якості зерна зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, 2019 р.

Зразок	Гібридна комбінація	Показник седиментації, мл				Число падіння, с			
		♀	♂	F ₄	НІР ₀₅	♀	♂	F ₄	НІР ₀₅
71/14-12	Bankir × Пилипівка	36	54	51	2,0	322	462	408	21
74/14-45	Patras × Пилипівка	39	54	50		262	462	428	
35/14-5	СН Комбин × Зорепад	36	40	48		249	344	386	
135/14-51	Mulan × Щедрість одеська	43	38	47		435	326	455	
148/14-40	Подольнка × Щедрість одеська	51	38	46		320	363	427	
68/14-73	СН Комбин × Світанок Миронівський	36	50	46		249	444	415	
145/14-29	Matrix × Віген	41	49	46		415	475	452	
80/14-3	Bankir × Віген	36	49	45		322	475	448	
120/14-2	Patras × Традиція одеська	39	46	43		262	462	422	
101/14-11	Bankir × Традиція одеська	36	46	42		322	462	416	
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	38	40	40		250	344	343	
56/14-7	Patras × Зорепад	39	40	38		262	344	362	
39/14-18	Bankir × Зорепад	36	40	37		322	344	358	
77/14-21	СН Комбин × Bankir	36	36	37		249	322	286	
89/14-12	Bankir × Щедрість одеська	36	38	37		322	326	341	
132/14-63	Patras × Щедрість одеська	39	38	36		262	326	372	

За гібридизації матеріалів спостерігали переважно проміжний тип успадкування ознаки. Найвищий показник седиментації визначено у зразків з гібридних комбінацій Bankir × Пилипівка (51 мл), Patras × Пилипівка (50 мл) та СН Kombine × Зорепад (48 мл).

Число падіння борошна (одиниця виміру активності ферментів, зокрема альфа-амілаз) створених зразків фіксували в межах 286–455 с, що є задовільним показником. Найвищим воно було у зразків комбінації схрещування Mulan × Щедрість одеська (455 с) і Matrix × Віген (452 с).

Отже, доведено, що для отримання генетичного різноманіття форм пшениці м'якої озимої в схемі гібридизації доцільно залучати матеріали географічно віддалених зон. Рекомбінація таких геномів дає змогу отримати зразки з високим рівнем домінування та гетерозисного ефекту.

Встановлено істотне варіювання показника ступеня домінування (h_r) за характером успадкування елементів структури врожаю гібридів F_1 залежно від ознаки та комбінації схрещування від наддомінування ($h_r > +1$) до депресії ($h_r < -1$). У більшості гібридів фіксували за показниками позитивне домінування та наддомінування.

Доведено, що високу комбінаційну сумісність мають зразки отримані за гібридизації СН Kombine × Зорепад (за довжиною колосу $h_r = 9,25$, кількістю зерен у колосі $h_r = 13,5$, масою 1000 насінин $h_r = 2,38$, масою зерна з колосу $h_r = 5,56$), Mulan × Щедрість одеська (за довжиною колосу $h_r = 3,00$, кількістю зерен у колосі $h_r = 2,15$, масою 1000 насінин $h_r = 3,84$, масою зерна з колосу $h_r = 3,44$), СН Kombine × Світанок Миронівський (за довжиною колосу $h_r = 18,00$, кількістю зерен у колосі $h_r = 3,30$, масою 1000 зерен $h_r = 3,07$, масою зерна з колосу $h_r = 3,44$) та Matrix × Віген (за довжиною колосу $h_r = 1,81$, кількістю зерен у колосі $h_r = 4,12$, масою 1000 зерен $h_r = 15,0$, масою зерна з колосу $h_r = 5,38$). Створені гібридні комбінації мали істотний ступінь наддомінування в поколінні F_1 за низкою господарсько цінних ознак та урожайністю в цілому.

Зафіксовано часткове від'ємне домінування та депресію за висотою рослин у комбінаціях схрещування Bankir × Традиція одеська, ($h_r = -3,86$)

СН Kombine × Bankir (hp = -3,67), Bankir × Віген (hp = -3,67), Bankir × Зорепад (hp = -2,67), СН Kombine × Світанок Миронівський (hp = -1,50), СН Kombine × Зорепад (hp = -1,17), Bankir × Пилипівка (hp = -0,91), Patras × Традиція одеська (hp = -0,87), Bankir × Щедрість одеська (hp = -0,74), Patras × Зорепад (hp = -0,71), Patras × Пилипівка (hp = -0,67) та Matrix × Віген (hp = -0,62), що дає змогу виділяти короткостеблові, стійкі до вилягання форми. Зміна архітекtonіки рослини за подовження суцвіття та зниження висоти рослини позитивно впливає на продуктивність культури.

У поколінні F_4 виділено зразки гібридних комбінацій Подолянка × Щедрість одеська, Фаворитка × Зорепад, Mulan × Щедрість одеська та СН Kombine × Зорепад з високими показниками якості зерна (вміст білка 13,3–14,2 %, натура зерна – 811–816 г/л) та Bankir × Пилипівка, Patras × Пилипівка, Mulan × Щедрість одеська та СН Kombine × Зорепад – високими хлібопекарськими властивостями (показник седиментації 47–51 мл, число падіння 408–455 с). Встановлено, що за поєднання генетичного матеріалу іноземних і вітчизняних форм можна отримати зразки з високою продуктивністю та якістю зерна.

Створені матеріали після апробування та розмноження будуть передані на Державну науково-технічну експертизу.

6.3 Створення зразків пшениці м'якої озимої за використання сортів з пшенично-житніми транслокаціями

Генетична база сучасних сортів пшениці м'якої озимої, що наразі використовуються у виробництві, набула тісної спорідненості, що підвищує ризик їх генетичної вразливості [8, 32]. Щоб запобігти цьому процесу, необхідно залучати нові генетичні джерела [72]. Одним із варіантів отримання нових селекційних ознак у зразків є гібридизація споріднених культурних і дикорослих видів і родів, адже вони носії невичерпних генофондів, що вводяться в геном пшениці, підвищуючи її стійкість до несприятливих абіотичних і біотичних чинників [32]. Важливе значення під

час створення сортів належить віддаленій гібридизації. Цей метод дозволяє збагатити генофонд культурних рослин і створити унікальні високопродуктивні форми, що відрізняються від існуючих [4, 20]. Значний вклад у теорію та практику віддалених схрещувань пшениці та її співродичів внесли роботи М. В. Цицина [57, 65], на базі яких було створено багаторічні форми пшенично-пирійних, пшенично-житніх і пшенично-елімуських гібридів. Створені ним зразки характеризуються підвищеною стійкістю до несприятливих чинників зовнішнього природного середовища та хвороб і підвищеним вмістом білка в зерні [8]. Вчений вказує на те, що серед гомозиготних чистолінійних сортів пшениці зустрічаються зразки, що вирізняються високою здатністю зав'язувати гібридне насіння. Експериментально доведено [65], що жито може бути ефективним джерелом нових господарсько-цінних ознак для пшениці. Природні популяції жита містять рідкісні джерела генів стійкості до бурої і стеблової іржі та борошнистої роси [58]. Розроблено метод ідентифікації таких генів у жита і з'ясовано, що стійкість до бурої іржі обумовлена, як мінімум трьома доміантними генами (*Lr4*, *Lr8*, *Lr10*) [57], а до стеблової – двома (*Sr1*, *Sr2*). Зазвичай стійкість у жита контролюється блоками зчеплених генів, що відповідають за резистентність до окремих популяцій патогенів. У жита *Secale cereale* існують генетичні механізми, що забезпечують тривалу стійкість культури до бурої і стеблової іржі від 30 до 80 років. Інтрогресії цінних чужорідних генів для поліпшення культивованих видів характеризуються генетичними основами сумісності видів, що контролюються двома полімерними генами [11]. Сорти пшениці мають набір доміантних генів, що ускладнює процес гібридизації з житом (*Kr1 Kr1*, *Kr2 Kr2*), а генотипи з рецесивними генами (*kr1 kr1*, *kr2 kr2*) добре схрещуються і дають життєздатне гібридне насіння [8, 11].

Нині для покращення господарсько-цінних ознак пшениці селекціонери використовують пшенично-житні транслокації (ПЖТ), наявність яких забезпечує генетичний контроль продуктивності та адаптивності. Серед комерційних сортів пшениці з чужорідним генетичним матеріалом

найбільшого розповсюдження отримали *1AL/1RS* та *1BL/1RS* транслокації [69, 75]. Джерелом *1BL/1RS* транслокації у переважній більшості сучасних сортів пшениці м'якої є лінія Riebesel 47–51 або її похідні, створена Г. Рібезелем (G. Riebesel), з частиною хромосоми від жита Petkus (2x) [75]. Сорти пшениці м'якої озимої Аврора і Кавказ Краснодарської селекції (Російська Федерація) стали одними з перших поширених комерційних сортів з транслокацією *1BL/1RS* і нині є батьківськими формами низки сучасних генотипів світової селекції [22]. Серед комерційних сортів США вперше було виявлено носії ПЖТ *1AL/1RS*. Першим сортом серед озимих пшениць з цією транслокацією став Amigo, допущений до виробничого використання в США з 1976 р. [7]. Ця низка сортів – носіїв генетичного компонента *1AL/1RS* забезпечує їм стійкість до попелиці *Schizaphis graminum* (ген *Gb2*, біотипів А, В, С), до бурої (*Lr 24*) і стеблової іржі (*Sr 24*), до борошнистої роси (Pm17) тощо [6]. Наявність у генотипі пшениці *1AL/1RS* транслокації, на відміну від *1BL/1RS*, не призводить до різкого зниження показників хлібопекарської якості зерна [6, 36].

Метою досліджень було теоретичне обґрунтування й аналіз успадкування пшенично-житніх транслокацій за гібридизації сортів вітчизняної та іноземної селекції для отримання зразків з транслокаціями у нащадків.

З літературних джерел відомо, що високі показники зав'язування насіння відмічено за використання материнською формою матеріалів з пшенично-житньою транслокацією [8, 36].

У наших дослідженнях за материнську форму обрано сорти вітчизняної селекції Щедрість одеська та Золотоколоту – з транслокацією *1AL/1RS*, Фаворитка та Крижинка – з транслокацією *1BL/1RS*, і два сорти Зорепад та Борія, що не мають генів пшенично-житньої транслокації, за батьківську – високопродуктивні сорти іноземної селекції Дагмар, Патрас, Матрікс, Самурай, Фронтерас (табл. 6.12).

**Схема гібридизації генетично віддалених сортів пшениці м'якої озимої
з носіями пшенично-житніх транслокацій та без них**

♀ \ ♂	Дагмар	Патрас	Матрікс	Самурай	Фронтерас
Щедрість одеська (<i>1AL/1RS</i>)	×	×	×	×	×
Золотоколосу (<i>1AL/1RS</i>)	×	×	×	×	×
Фаворитка (<i>1BL/1RS</i>)	×	×	×	×	×
Крижинка (<i>1BL/1RS</i>)	×	×	×	×	×
Зорепад	×	×	×	×	×
Борія	×	×	×	×	×

Встановлено, що частка формування насіння за гібридизації сортів з пшенично-житніми транслокаціями складає в середньому 35,1 % (табл. 6.13).

Найвищий відсоток формування насіння відмічено у зразків, що мали пшенично-житні транслокації *1AL/1RS*, у комбінаціях Золотоколосу × Патрас – на рівні 47,3 %, Щедрість одеська × Дагмар – 45,3 % і Золотоколосу × Фронтерас – 44 %. Загалом середнє зав'язування насіння зразків з транслокацією *1BL/1RS* фіксували на рівні 42,1 %, що перевищувало цей показник у досліді на 7 %.

Середнє зав'язування рослин з ПЖТ *1BL/1RL*, фіксували на рівні 35,4 %. Рослини з цією транслокацією показали середнє зав'язування насіння на 7,6 % нижче, ніж рослини з транслокацією *1AL/1RS*. Найвищі результати з транслокацією *1BL/1RS* відмічено в комбінаціях схрещування Фаворитка × Фронтерас (38 %), Фаворитка × Дагмар та Крижинка × Патрас (37,3 %).

Середній показник формування насіння в рослин без використання матеріалів з ПЖТ склав 27,9 %. Найвищий потенціал фіксували у зразків Зорепад × Дагмар та Борія × Фронтерас, на рівні 32 і 30 %, відповідно.

За рівнем формування насіння окремих ліній, найвищий відсоток зав'язування відмічено у зразків, за материнську форму яких було обрано сорт Золотоколосу (42,8 %). Дещо нижчий показник зав'язування відмічено у зразків з вихідною материнською формою Щедрість одеська (41,3 %).

Таблиця 6.13

Відсоток зав'язування насіння пшениці м'якої озимої за гібридизації сортів з носіями пшенично-житніх транслокацій, 2014 р.

Селекційний матеріал (комбінація схрещування)	Кількість квіток, що сформували насіння, шт.	Відсоток зав'язування, %	Середній відсоток зав'язування за материнською формою, %	Середній відсоток зав'язування за матеріалами з транслокаціями
1	2	3	4	5
Щедрість одеська (1AL/1RS) × Дагмар	68	45,3	41,3	42,1
Щедрість одеська (1AL/1RS) × Патрас	62	41,3		
Щедрість одеська (1AL/1RS) × Матрікс	57	38		
Щедрість одеська (1AL/1RS) × Самурай	64	42,7		
Щедрість одеська (1AL/1RS) × Фронтерас	59	39,3		
Золотоколосу (1AL/1RS) × Дагмар	58	38,7	42,8	
Золотоколосу (1AL/1RS) × Патрас	65	43,3		
Золотоколосу (1AL/1RS) × Матрікс	71	47,3		
Золотоколосу (1AL/1RS) × Самурай	61	40,7		
Золотоколосу (1AL/1RS) × Фронтерас	66	44		
Фаворитка (1BL/1RS) × Дагмар	56	37,3	35,3	35,4
Фаворитка (1BL/1RS) × Патрас	53	35,3		
Фаворитка (1BL/1RS) × Матрікс	48	32		
Фаворитка (1BL/1RS) × Самурай	51	34		
Фаворитка (1BL/1RS) × Фронтерас	57	38		

1	2	3	4	5
Крижинка (IBL/IRS) × Дагмар	54	36	35,5	35,4
Крижинка (IBL/IRS) × Патрас	56	37,3		
Крижинка (IBL/IRS) × Матрікс	50	33,3		
Крижинка (IBL/IRS) × Самурай	51	34		
Крижинка (IBL/IRS) × Фронтерас	55	36,7		
Зорепад × Дагмар	48	32	27,3	27,9
Зорепад × Патрас	42	28		
Зорепад × Матрікс	36	24		
Зорепад × Самурай	41	27,3		
Зорепад × Фронтерас	38	25,3		
Борія × Дагмар	42	28	28,4	
Борія × Патрас	44	29,3		
Борія × Матрікс	39	26		
Борія × Самурай	43	28,7		
Борія × Фронтерас	45	30		
<i>Середнє за дослідом</i>	<i>50</i>	<i>35,1</i>	—	

Примітка. *У кожній комбінації схрещування кастровано 150 квіток.

Суттєво нижчий показник зав'язування насіння відмічено у зразків за материнську форму яких слугували сорти Крижинка та Фаворитка 35,5 і 35,3 %, відповідно. Найнижчий показник був у матеріалів отриманих у комбінаціях з сортами Борія та Зорепад.

За результатами досліджень виділено по 20 найпродуктивніших зразки з кожної комбінації схрещувань і проведено маркерний аналіз за

наявністю/відсутністю пшенично-житньої транслокації в поколінні F₄ (табл. 6.14).

Таблиця 6.14

Успадкування транслокацій 1AL/1RL та 1BL/1RL у поколінні F₄

пшениці м'якої озимої, 2018 р. *

Селекційний матеріал (комбінація схрещування)	Кількість зразків з ПЖТ	Частка зразків з ПЖТ, %
Щедрість одеська(1AL/1RS) × Дагмар	0	0
Щедрість одеська(1AL/1RS) × Патрас	1	5
Щедрість одеська(1AL/1RS) × Матрікс	0	0
Щедрість одеська(1AL/1RS) × Самурай	0	0
Щедрість одеська(1AL/1RS) × Фронтерас	0	0
Золотоколосу (1AL/1RS) × Дагмар	1	5
Золотоколосу (1AL/1RS) × Патрас	0	0
Золотоколосу (1AL/1RS) × Матрікс	0	0
Золотоколосу (1AL/1RS) × Самурай	1	5
Золотоколосу (1AL/1RS) × Фронтерас	0	0
Фаворитка (1BL/1RS) × Дагмар	2	10
Фаворитка (1BL/1RS) × Патрас	1	5
Фаворитка (1BL/1RS) × Матрікс	0	0
Фаворитка (1BL/1RS) × Самурай	1	5
Фаворитка (1BL/1RS) × Фронтерас	1	5
Крижинка (1BL/1RS) × Дагмар	1	5
Крижинка (1BL/1RS) × Патрас	0	0
Крижинка (1BL/1RS) × Матрікс	0	0
Крижинка (1BL/1RS) × Самурай	2	10
Крижинка (1BL/1RS) × Фронтерас	1	5

Примітка. *З кожної комбінації гібридизації виділено і проаналізовано 20 зразків.

У результаті аналізу встановлено, що три лінії (по одній від комбінацій схрещування Щедристь одеська × Патрас, Золотоколосу × Дагмар і Золотоколосу × Самурай) успадкували пшенично-житню транслокацію *1AL/1RS*. Дев'ять ліній мали в своєму геномі ПЖТ *1BL/1RS* – по дві від комбінацій схрещувань Фаворитка × Дагмар і Крижинка × Самурай, по одній лінії від комбінації схрещувань Фаворитка × Патрас, Фаворитка × Самурай, Фаворитка × Фронтерас, Крижинка × Дагмар і Крижинка × Фронтерас.

Аналіз елементів продуктивності за основними фенотиповими показниками дозволив виділити зразки, що можуть використовуватись донорами генів окремих господарсько-цінних ознак (табл. 6.15).

Використання у схрещуваннях донорів домінантної короткостебловості у зернових сприяє збільшенню продуктивної кущистості, довжини колосу, кількості квіток і зерен у колосі, що є безумовно позитивним явищем для збільшення продуктивності рослин [55].

За висотою рослин середнє значення у зразків знаходилось у межах 55–90 см. Цей показник був відносно вирівняним. Вченими [4] доведено, що в основному висота рослин залежить від генотипу організму, хоча відмічено вплив і абіотичних чинників. Найвищим цей показник був у вітчизняних сортів групового стандарту (Подолянка – 86 см, Золотоколосу – 89 см, Фаворитка – 87 см), найнижчий – у зразка 312/14 (57 см), отриманого за схрещування Крижинка × Дагмар. Короткостебловість фіксували також у зразків 312-1/14, 313/14, 301/14 та 305/14, відповідно, 63 см, 65, 66 і 66 см). Виділені зразки доцільно використовувати донорами короткостебловості в подальшій селекційній роботі.

У пшениці показник продуктивної кущистості мінливий і залежить в основному від умов вирощування та агротехнології. Відмічено, що кущистість пшениці різко підвищується за зрідженого посіву. Відомо, що за гібридизації у зернових колосових домінує більша кущистість. У дрібноділянкових посівах найнижча кущистість була у вітчизняних сортів контрольного варіанту – в середньому 1,9–2,0 шт. стебел на рослину, найвища – у зразків 313/14 і 310/14 (3,1 шт. та 2,8 шт. на рослину).

Таблиця 6.15

**Агробіологічні характеристики відселектованих зразків пшениці м'якої озимої
з пшенично-житніми транслокаціями, 2017–2019 рр.**

Зразок	Гібридна комбінація	Фенотипова ознака										
		Висота рослин, см	Продуктивна кущистість, шт. стебел/рос.	Довжина колоса, см	Кількість колосків в колосі, шт.	Кількість квіток в колосі, шт.	Кількість зерен в колосі, шт.	Озерненість колоса, %	Щільність колоса, шт/см	Маса зерна з колоса, г	Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 зерен, г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
–	Паграс (st)	80±1,9	2,3±0,3	10,2±0,2	23,2±0,3	67,1±0,9	59,4±0,7	88,5±2,1	5,8±0,03	2,51±0,06	4,9±0,23	42,2
–	Подольнка (st)	86±2,1	2±0,2	9,3±0,2	18,1±0,3	57,1±0,72	42,9±0,87	75,1±1,9	4,6±0,02	1,9±0,07	3,8±0,32	44,2
–	Золотоколоса (IA/IR) (st)	89±1,8	1,9±0,3	10,3±0,4	18,8±0,2	62,3±0,83	45,8±1,05	73,5±1,9	4,5±0,02	2,14±0,06	4,1±0,36	46,7
–	Фаворитка (IB/IR) (st)	87±1,9	2±0,2	9,7±0,4	18,7±0,2	57,3±0,7	44,8±0,82	78,2±2,3	4,6±0,04	1,71±0,05	3,4±0,24	38,2
304/14	Щедрість одеська (IAL/IRS) × Паграс	65±1,6	2,5±0,4	11,1±0,3	22±0,3	66,2±0,8	58,4±0,6	88,2±2,6	5,3±0,02	3,08±0,08	6,6±0,26	52,8
305/14	Золотоколоса (IAL/IRS) × Дагмар	66±1,3	2,3±0,4	9,1±0,4	16,2±0,2	58±0,92	49,9±0,78	86±2,2	5,4±0,03	2,59±0,1	5,1±0,41	51,9
306/14	Золотоколоса (IAL/IRS) × Самурай	71±1,5	2,5±0,3	10,3±0,3	21,3±0,3	63,2±0,77	55,7±0,62	88,1±2,5	5,6±0,03	2,93±0,07	6,2±0,36	52,6

Продовження таблиці 6.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
307/14	Фаворитка (IBL/IRS) × Дагмар	70±1,7	2,4±0,4	9,2±0,2	19,2±0,2	57,7±0,61	51,2±0,57	88,7±2,1	5,6±0,01	2,71±0,09	5,5±0,33	52,9
308/14	Фаворитка (IBL/IRS) × Дагмар	83±1,5	2,3±0,4	14,5±0,2	23,6±0,4	69,3±0,56	49,9±0,5	72±2,3	3,4±0,02	2,66±0,08	5,2±0,44	53,4
309/14	Фаворитка (IBL/IRS) × Паграс	80±1,4	2,2±0,3	12,3±0,3	26,1±0,3	78,1±0,44	70,2±0,86	89,9±2,1	5,8±0,02	3,56±0,04	6,7±0,3	50,7
310/14	Фаворитка (IBL/IRS) × Самурай	73±1,3	2,8±0,1	11,1±0,4	22,2±0,4	66,5±0,78	57,8±0,62	86,9±2,6	5,2±0,03	2,61±0,06	6,2±0,21	45,1
311/14	Фаворитка (IBL/IRS) × Фронтерас	74±1,9	2,3±0,3	13,2±0,3	24,1±0,3	72,3±0,58	66,8±0,65	92,4±1,8	5,3±0,04	3,24±0,09	6,3±0,29	48,5
312/14	Крижинка (IBL/IRS) × Дагмар	58±1,4	2,3±0,4	9,2±0,4	17,7±0,4	53,3±0,81	47,7±0,54	89,5±1,9	5,3±0,05	2,47±0,05	4,8±0,28	51,7
312-1/14	Крижинка (IBL/IRS) × Самурай	63±1,6	2,2±0,2	10,1±0,4	19,2±0,2	57,1±0,79	51,4±0,65	90±2,2	5,5±0,02	2,69±0,06	5±0,31	52,4
313/14	Крижинка (IBL/IRS) × Самурай	66±2,3	3,1±0,2	10,2±0,2	18,8±0,3	57,7±0,84	50,8±0,57	88±2,46	5,3±0,02	2,24±0,07	5,9±0,32	44,1
314/14	Крижинка (IBL/IRS) × Фронтерас	75±1,6	2,4±0,2	10,3±0,3	22,8±0,5	69,5±0,92	65,1±0,55	93,7±2,0	6,5±0,03	2,32±0,04	4,7±0,4	35,6
	<i>HIP</i> ₀₅	3	0,2	0,5	2,1	4,2	3,9	4,2	0,4	0,15	0,8	1,9

Їх доцільно використовувати донорами генів цієї ознаки. Загалом за дослідом показник кущистості рослин у середньому коливався в межах 2,1–2,5 шт. стебел на рослину.

Довжина колосу – контролюється переважно генотиповими чинниками, хоча й може незначно змінюватись під дією умов навколишнього середовища. Зменшення довжини колосу можуть спричинити абіотичні (підвищена температура), біотичні (ураження шкідливими організмами) та антропогенні (надмірне застосування рістрегуляторів та ЗЗР) чинники. У нашому досліді цей показник варіював у межах 9,8–13,5 см. Істотно більшим він був у рослин зразка 308/14 (до 14,5 см). Найменшу середню довжину колосу відмічено у номера 305/14 – на рівні 9,1 см. У цілому ознака – маломінлива.

Методи селекції направлені на збільшення кількості квіток і колосків у колосі. Разом з одночасним підвищенням озерненості – це є одним із шляхів підвищення продуктивності колосу. Найбільшою вона була у зразків 309/14 і 311/14 (78,1 та 72,3 квіток). Відповідно, кількість колосків у колосі в цих двох форм також була високою – 26,1 і 24,1 шт., відповідно. Найнижчий показник фіксували у номера 312-1/14 та сорту-стандарту Подолянка – 57,1 квіток. В окремих екземплярів кількість квіток сягала 74–88 шт. Вмілому ця ознака істотно залежить від генотипових і фенотипових проявів організму. Нині її можна змінювати як за рахунок добору, так і селекцією на гетерозис.

Кількість зерен у колосі є середньомінливою ознакою, що пов'язана з кількістю квіток у колосі. Рівень цієї ознаки в дослідному матеріалі варіював у межах 46–77 зерен/колос. Найбільша вона була у зразка 309/14 – 70,2 шт., що вказує на доцільність його використання в якості донора генів за цією ознакою, а найменша – у рослин стандарту Подолянка (42,9 зерен на колос).

Озерненість колосу відноситься до середньомінливих ознак і значно залежить від чинників навколишнього середовища та рівня агротехнології. Найвищий показник озерненості зафіксовано у номерів 311/14 (92,4 %) та 314/14 (93,7 %), найнижчий – у зразка 308/14 – 72 %. Загалом і досліді озерненість колосу була високою і варіювала в межах 83–94 %.

Від щільності колосу напряду залежить крупність зерна, ураженість колосу хворобами та продуктивність сорту або лінії. Найвищим цей показник фіксували у рослин номера 314/14, – 6,5 зерен на сантиметр. Найнижчу щільність мав колос зразка 308/14 – 3,4 зерен/см. У середньому за дослідом показник змінювався в межах 4,5–5,5 зерен на сантиметр.

Відомо що врожайність культури істотно залежить від продуктивності колосу та густоти продуктивних стебел на момент збирання врожаю. Маса зерна з колосу в пшениці озимої також є важливою складовою врожаю зерна з одиниці площі. У селекційній роботі майже в усіх колосових зернових культур проводиться добір на збільшення врожайності за цією ознакою. Маса зерна з колосу у досліді коливались у межах від 1,70 г до 3,60 г. Найменшу масу зерна з колосу отримано у зразків 313/14 (2,24 г), 314/14 (2,32 г) та сорту-стандарту Фаворитка – 1,71 г, найбільшу – у зразка 309/14 – 3,56 г. Проте у популяції рослин майже всіх зразків формувались особини, показник яких перевищував 3,50 г.

Маса зерна з рослини є складовою двох ознак – маси зерна з колосу та кількості колосоносних стебел на рослині. Найнижчий показник зафіксовано в сортів-стандарту Фаворитка та Подолянка – відповідно, 3,4 г і 3,8 г, найвищий – у зразка 309/14 – 6,7 г.

Маса 1000 зерен варіювала в межах від 35,6 до 53,4 г. Найкрупніше насіння формувалось у рослин зразка 308/14 – 53,4 г, а найдрібніше – мав зразок 314/14 (35,6 г.). Вчені стверджують, що ця ознака істотно залежить від генотипу рослин та агротехнологічних чинників, зокрема, внесення добрив, норми і строки сівби, попередник тощо.

Серед досліджуваних чинників на масу 1000 зерен суттєвий вплив має застосування передпосівної обробки насіння. Крім того, важливими є натура і склоподібність зерна, що корелюють з борошномельними властивостями пшениці – чим вони вищі, тим більший вихід борошна [12].

Загалом урожайність створених і відібраних матеріалів істотно перевищувала груповий стандарт та продуктивність сорту Патрас (табл. 6.16).

**Аналіз урожайності створених зразків пшениці озимої
з пшенично-житніми транслокаціями, 2018–2019рр.**

Зразок	Гібридна комбінація	Врожай- ність, т/га	V, %	До групо- вого стандарту, %	До сорту Патрас, %
–	Патрас (st)	7,82	5,1	100	100,0
–	Подольнка (st)	6,11	4,6		78,1
–	Золотоколосу (1A/1R) (st)	6,58	5,2		84,1
–	Фаворитка (1B/1R)(st)	5,89	6,1		75,3
304/14	Щедрість одеська (1AL/1RS) × Патрас	8,94	3,9	135,5	114,3
305/14	Золотоколосу (1AL/1RS) × Дагмар	7,92	2,5	120,0	101,3
306/14	Золотоколосу (1AL/1RS) × Самурай	8,35	4,2	126,5	106,8
307/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Дагмар	8,01	1,8	121,4	102,4
308/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Дагмар	8,38	2,1	127,0	107,2
309/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Патрас	9,12	1,6	138,2	116,6
310/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Самурай	8,46	5,3	128,2	108,2
311/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Фронтерас	8,33	4,1	126,2	106,5
312/14	Крижинка (1BL/1RS) × Дагмар	7,02	3,9	106,4	89,8
312-1/14	Крижинка (1BL/1RS) × Самурай	7,38	3,7	111,8	94,4
313/14	Крижинка (1BL/1RS) × Самурай	8,21	5,5	124,4	105,0
314/14	Крижинка (1BL/1RS) × Фронтерас	7,13	4,9	108,0	91,2
	<i>HIP₀₅</i>	0,33		–	–

Середня врожайність групового стандарту була на рівні 6,60 т/га. Найвищу врожайність за дослідом зафіксовано у зразків 309/14 (9,12 т/га) та 304/14 (8,94 т/га), отриманих за гібридизації Фаворитка (*IBL/IRS*) × Патрас і Щедрість одеська (*IAL/IRS*) × Патрас, відповідно. Їх показник на 38 і 36 % істотно перевищував груповий стандарт та окремо на 17 % і 14 % – найврожайніший сорт-стандарт Патрас. Високими показниками характеризувався і зразок 310/14 з гібридної комбінації Фаворитка (*IBL/IRS*) × Самурай. У середньому за роками досліджень його врожайність фіксували на рівні 8,46 т/га, що на 28 % істотно перевищувало груповий стандарт.

Найнижчу врожайність відмічено у зразків 314/14 (7,13 т/га), з гібридної комбінації Крижинка (*IBL/IRS*) × Фронтерас, і 312/14 (7,02 т/га), з комбінації Крижинка (*IBL/IRS*) × Дагмар. Проте ці показники на 8 і 6 % за врожайністю перевищували груповий стандарт, але на 9 і 10 % відповідно, поступалися за врожайністю сорту Патрас.

Коефіцієнт варіації за дослідом, був на рівні 4 %, що підтверджує достовірність одержаних результатів.

Під час досліджень проаналізовано середні показники якості зерна створених зразків пшениці м'якої озимої (табл. 6.17). До уваги обрали наступні показники: натура зерна, вміст білку, вміст крохмалю, вміст сирої клейковини, число падіння, показник седиментації.

У сортів пшениці м'якої озимої встановлено кореляції між показниками якості зерна за результатами яких, натури зерна має прямий сильний зв'язок із склоподібністю і масою 1000 зерен. Вміст білка має сильний зв'язок із вмістом клейковини і слабкий – з числом падання, а вміст клейковини обернений слабкий зв'язок з якістю клейковини і числом падіння [9, 67].

Слід відмітити, що вологість насіння зразків фіксували на рівні 12,1–12,9 %, що створює оптимальні умови для проведення якісних досліджень.

Одним з найважливіших показників якості зерна пшениці є натура зерна, що залежить від абіотичних і біотичних чинників [31].

**Аналіз показників якості зерна створених зразків пшениці м'якої озимої
з пшенично-житніми транслокаціями, 2018–2019 рр.**

Зразок	Сорт, гібридна комбінація	Якісні показники зерна						
		Вологість, %	Нагура г/л	Білок, %	Крохмаль, %	Сира клейковина, %	Число падіння, с	Показник седиментації, мл
–	Патрас (st)	12,6	801	12,7	68,2	24,8	254	39
–	Подільська (st)	13,2	799	12,9	66,9	23,2	290	50
–	Золотоколосу (1A/1R) (st)	12,6	803	12,8	68,8	23,8	284	47
–	Фаворитка (1B/1R) (st)	12,5	815	12,2	68,0	25,0	220	38
304/14	Щедрість одеська(1AL/1RS) × Патрас	12,9	817	13,7	68,5	25,2	422	49
305/14	Золотоколосу (1AL/1RS) × Дагмар	12,9	800	13,4	69,5	23,7	383	46
306/14	Золотоколосу (1AL/1RS) × Самурай	12,8	789	12,9	67,6	25,3	377	46
307/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Дагмар	12,9	798	12,4	69,0	24,6	365	43
308/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Дагмар	12,2	820	12,0	68,7	24,1	277	39
309/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Патрас	12,8	803	11,9	66,7	23,3	221	36
310/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Самурай	12,8	825	12,1	69,6	24,0	291	37
311/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Фронтерас	12,8	788	12,1	66,1	23,7	300	45
312/14	Крижинка (1BL/1RS) × Дагмар	12,9	779	12,0	70,63	22,6	280	42
312-1/14	Крижинка (1BL/1RS) × Самурай	12,2	739	12,5	69,71	21,3	328	40
313/14	Крижинка (1BL/1RS) × Самурай	12,1	790	11,9	68,65	23,9	247	44
314/14	Крижинка (1BL/1RS) × Фронтерас	12,8	766	11,6	68,2	21,9	261	39
	<i>HIP₀₅</i>	–	10	0,7	3,6	1,2	14	2

У наших дослідженнях натура зерна змінювалась від 739 до 825 г/л. Найвищі результати отримано у зразків 310/14, 308/14, 304/14 – 825, 820 і 817 г/л, відповідно, найнижчі – у зразка 312–1/14 (739 г/л). Вміст білка в зерні відселектованих зразків коливався у межах 11,6–13,7 %. Найвищим його вмістом характеризувались номери 304/14, 305/14 (13,7 і 13,4 %).

Складовою характеристикою якості зерна пшениці є масова частка сирої клейковини, що є важливим критерієм якості зерна пшениці. Найвищий відсоток сирої клейковини відмічено в зерні зразка 306/14 (25,3 %). Низький вміст сирої клейковини зафіксовано у номерів 312–1/14 та 314/14 (21,3 і 21,9 %). Середній показник за дослідом склав 23,8 %.

Найбільшу частку крохмалю накопичувало насіння зразка 312/14 (70,6 %), що істотно перевищувало показник сорту-стандарту Подолянка (66,9 %).

Визначення седиментації дає можливість відібрати перспективний матеріал у первинних ланках селекційного процесу та результативно вести селекцію на якість зерна не збільшуючи обсягів вихідного матеріалу. Цей показник істотно залежить від генотипу вихідних форм та їх комбінаційної здатності [31]. У середньому за дослідом цей показник був на рівні 43 мл. Найвищий показник зафіксовано у сорту Подолянка (50 мл) і зразка 304/14 (49 мл), тому їх можна використовувати донорами цієї ознаки якості.

Показник числа падіння вказує на ферментативну активність α -амілаз, що визначає хлібопекарську цінність матеріалу. Найвищий цей показник відмічено у зразків 304/14 та 305/14 (422 с і 383 с), найнижчий – у сорту-стандарту Фаворитка (220 с).

Отже, за гібридизації високопродуктивних іноземних сортів і вітчизняних сортів, носіїв пшенично-житньої транслокації, отримано генетичне різноманіття матеріалів, зокрема, зразки з ПЖТ. Успадкування у нащадків ПЖТ фіксували на рівні 5–10 %.

Зразки пшениці м'якої озимої, що успадкували гени пшенично-житніх транслокацій *1AL/1RS* та *1BL/1RS*, характеризуються високою

продуктивністю та якістю зерна. Їх доцільно використовувати донорами генів у селекційних дослідженнях для отримання високопродуктивних та адаптивних сортів культури.

Встановлено, що матеріали з пшенично-житньою транслокацією *IAL/IRS* мають значно вищі показники якості зерна, аніж з транслокацією *IBL/IRS*. Створені зразки долучено до селекційного процесу як нові донори господарсько-цінних ознак.

6.4 Оцінка морозостійкості зразків пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями

В еколого-географічних зонах України небезпеку для посівів пшениці озимої несуть несприятливі умови перезимівлі, низька зимо- та морозостійкість сортів. Зимові негоди спричиняють пошкодження та загибель рослин, зрідження посівів і, як наслідок, недобір урожаю.

Водночас відмічено, що температура в зимовий період в останні роки помітно підвищилася, але почастишали періоди з тривалими відлигами, різким короткочасним зниженням температури без снігу на посівах, крижаною кіркою, тому актуальність проблеми перезимівлі озимих посівів залишається.

Загибель і пошкодження рослин пшениці в зимовий період викликано низкою несприятливих чинників. Найрозповсюдженішою причиною загибелі є вимерзання, яке поділяється на три типи [19, 66].

Перший тип – утворення криги в середині клітин рослини. Це явище спостерігається за різкого зниження температури середовища на 2–3 °C за хвилину. Утворення криги в клітині спричиняє ушкодження оболонки і руйнування цілісності клітини.

Другий тип – вимерзання пов'язане з повільним охолодженням тканин, при цьому крига утворюється лише у міжклітинниках. Протопласт залишається не ушкодженим, проте змінюється форма і об'єм клітини, відбувається її зневоднення, стискання і механічна дія криги на клітину.

Третій тип – утворення криги відбувається спочатку в міжклітинниках, а потім і в клітинах.

Вченими доведено [19], що під дією низьких температур внаслідок зневоднення клітин порушується структура протопласту. Аеробне дихання переходить в анаеробне, в результаті чого накопичуються токсичні продукти обміну, під дією яких протопласт відмирає. За часткового пошкодження порушуються осмотичні можливості клітин, змінюється спрямованість фізіолого-біохімічних процесів.

Лабораторні дослідження показали, що оптимально розкущені та загартовані рослини пшениці озимої мають критичну температуру вимерзання мінус 16–18 °С. За недостатнього розкущення з осені і загартування – ця температура підвищується до мінус 14–15 °С. Не розкущені, не загартовані сорти пшениці мають критичну температуру вимерзання мінус 11–13 °С [19, 66].

Першими відмирають наземні органи рослин пшениці. Проте, якщо вузли кущіння та коренева система не пошкоджені, то рослини матимуть нормальний розвиток навесні та забезпечать формування задовільного врожаю зерна. Якщо ж вузли кущіння пошкоджені, але не відмерли, то навесні повільно відростають вузлові корені, а рослини значно відстають у рості і розвитку. Є висока ймовірність їх загибелі впродовж весняної вегетації.

Якщо вузли кущіння пошкоджені істотно, і відростання коренів неможливе – рослини гинуть. Особливо небезпечне різке зниження температури повітря після високої температури або зимових відлиг – коли рослини починають відновлювати вегетацію.

Доведено [42, 66], що на зимостійкість істотно впливає генотип організму. Зимо- та морозостійкість пшениці озимої залежить від наявності в геномі генів *vrn*, *Ppd*, *Rht*, *Gli*, *Glu*, що контролюють низку ознак ТПЯ, фотоперіодичну чутливість, висоту рослин, формування запасних білків. Встановлено, що на морозостійкість також позитивно впливає наявність в генотипі пшенично-житніх транслокацій.

Учені Селекційно-генетичного інституту розробили схему аналізу спеціальної генетичної ознаки морозостійкості для умов Південного степу Причорномор'я. Цей регіон характеризується відсутністю постійного снігового покриву з тривалими відлигами у грудні–лютому, що чергуються з різким зниженням температури. Схема включає: підбір контрастних за морозостійкістю сортів, створення на їх основі чистих ліній, отримання гібридів F_1 , диплоїдизація гаплоїдних ліній і рекомбінантно-інбредних ліній F_{8-9} методом ОНП (одне насіння на потомство), добір за морозостійкістю та ідентифікація за вищезазначеними генами [19, 66].

Метою наших досліджень був аналіз морозостійкості створеного матеріалу пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями.

У досліді з кожного зразка висівали 50 насінин за триразового повторення в оптимальні для зони строки (24 вересня). Взимку, у період снігопаду, посів накривали каркасним накриттям, а коли сніг закінчувався – накриття знімали (рис. 6.1).



Рис. 6.1 Оцінка морозостійкості зразків пшениці м'якої озимої за використання каркасного накриття.

Навесні проводили облік морозостійкості створених матеріалів. Бал стійкості визначали за дев'ятибальною шкалою, де 9 – зразок морозостійкий, 1 – морозовразливий (табл. 6.18).

**Оцінка морозостійкості зразків пшениці м'якої озимої з
пшенично-житніми транслокаціями, 2018–2019 рр.**

Зразок	Сорт, гібридна комбінація	Частка життєздатних рослин, %	Частка ушкоджених рослин, %	Бал стійкості
–	Патрас (st)	86,6	26	7,9
–	Подольанка (st)	88,2	24	8,0
–	Золотоколосу (1A/1R)(st)	88,5	22	8,2
–	Фаворитка (1B/1R)(st)	91,0	24	8,4
304/14	Щедрість Одеська(1AL/1RS) × Патрас	91,8	23	8,7
305/14	Золотоколосу (1AL/1RS) × Дагмар	88,8	26	8,2
306/14	Золотоколосу (1AL/1RS) × Самурай	89,4	24	8,2
307/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Дагмар	90,7	18	8,4
308/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Дагмар	92,8	20	8,5
309/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Патрас	94,0	17	8,7
310/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Самурай	93,3	17	8,6
311/14	Фаворитка (1BL/1RS) × Фронтерас	94,9	14	9,0
312/14	Крижинка (1BL/1RS) × Дагмар	97,1	15	9,0
312-1/14	Крижинка (1BL/1RS) × Самурай	94,1	14	8,9
313/14	Крижинка (1BL/1RS) × Самурай	93,0	19	8,5
314/14	Крижинка (1BL/1RS) × Фронтерас	95,2	16	9,0
HIP ₀₅		–	1,5	–

Примітка. З кожного зразка аналізували 50 рослин.

Найвищою морозостійкістю характеризувався зразок 312/14. Частка рослин, що вижили після перезимівлі склала 97,1 %. Ураження рослин фіксували на рівні 15 %. Бал морозостійкості – 9.

Не істотно нижчу морозостійкість мали рослини зразків 311/14 і 314/14. Загальний бал стійкості – 9. Частку рослин із задовільною перезимівлею фіксували на рівні 95 %, а відсоток ураження рослини – 14 та 16 %, відповідно.

Найнижчу частку ураження пагонів відмічено в номерів 311/14 та 312-1/14. Найнижчий показник морозостійкості відмічено у сорту-стандарту Патрас (86,6 %). Ступінь ураження рослин склав 26 %.

Отже, підтверджено, що наявність у геномі зразка пшенично-житньої транслокації істотно підвищує морозостійкість рослин пшениці м'якої озимої. Доведено, що всередньому за групою схрещувань, матеріали з ПЖТ *IBL/IRS* мають вищу морозостійкість, ніж зразки з транслокацією *IAL/IRS*.

Отримані матеріали доцільно використовувати донорами морозостійкості в селекційних схемах створення нових вихідних форм культури.

6.5 Оцінка якості зерна селекційних зразків пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями *IBL/IRS*

Нині в цивілізованому світі піднімається проблема підвищення якості зерна пшениці, що без перебільшення стало наразі основним питанням селекції [10, 12, 33].

У зарубіжних країнах виконується низка системних фундаментальних досліджень з визначення якості зерна пшениці та можливостей поліпшення його за використання сучасних передових технологій (геноміка, метаболоміка, протеоміка), що оперують відповідно на рівнях генної структури та функції, біосинтезу білків і ферментів, метаболічних реакцій, що беруть участь у реалізації конкретних ознак якості зерна [40, 54].

За останні 15–20 років спостерігається значний прогрес в аспекті покращення харчової цінності зерна пшениці шляхом введення в її геном генів від дикоростучих родичів, використання генно-інженерних технологій та шляхом гармонійного поєднання якості борошна інших злаків.

Однак, зважаючи на вагомі успіхи сучасної світової генетики, біотехнології, селекції та технології вирощування і переробки зерна пшениці, не вирішеними або не до кінця вирішеними залишається ще низка завдань. Особливо актуальним є відставання вітчизняної української селекції

пшениці, направленої на якість зерна, від провідних світових виробників (ЄС, США, Канада, Австралія). Нажаль якість зерна, вирощеного на території України часто не відповідає світовим стандартам. А на внутрішньому ринку зерна нині недостатньо якісного борошна для виготовлення хліба і хлібопродуктів високої якості [40, 54, 62].

В аграрному виробництві України потенціал сортів реалізовується в середньому лише на 40 %, натомість в країнах ЄС він сягає 70–80 %. Реалізація генетичного потенціалу сорту на рівні 80 % можна досягти за умови використання всього комплексу агротехнологічних заходів.

У країнах СНГ за технологічними властивостями зерна розрізняють три групи пшениці м'якої – сильна, цінна і філлер. Селекціонери Західної Європи, а також деякі вітчизняні селекціонери виділяють ще одну групу пшениць – надсильна або екстрасильна, що вирізняється підвищеними показниками якості (табл. 6.19).

У зерні сильних пшениць білка міститься не менше 14 %, а клейковини високої якості понад 30 % за ВДК 45–75. Тісто з борошна, здатне витримувати інтенсивний заміс і тривале бродіння, що забезпечує високий об'єм хліба і відмінну цінність змішувача. Під цінністю змішувача розуміють здатність борошна сильних пшениць покращувати хлібопекарські властивості слабкої пшениці. З цінних пшениць отримують добрий за якістю хліб, але самі вони покращувачами бути не можуть. До трьох груп сортів пшениці озимої за якістю (сильна, цінна і кормова) з 2003 року додалася група надсильних пшениць із специфічними фізико-технологічними показниками якості зерна. Сорт Панна отриманий за схрещування високозимостійкого сорту Одом із високоякісним сортом Одеська червоноколосу, став першим в Україні віднесеним до групи надсильних [12, 54].

Отримання надсильних генотипів за схрещування пояснюється рекомбінацією не тільки 13-ти локусів білків клейковини, а й локусів ще невідомих генетичних систем якості. Нині обґрунтовується необхідність селекції надсильних пшениць.

Показники і характеристики груп пшениць за якісним складом зерна

Показник	Норми і характеристики					
	Е	А		В		С
Німеччина						
Україна	Екстра-сильна	Сильна		Цінна		Філлер
СНГ	1	1	2	3	4	5 6
Типовий склад		I–IV типи			I–IV типи, дозволено VII тип	
Зерна (г/л), не менше ніж	760	760	755	730	710	710 без ліміту
Вологість (%), не більше ніж	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
Твердість зерна (%)	60,0	50,0	40,0	30,0	без ліміту	без ліміту
Домішок в зерні (%) не більше ніж	5,0	5,0	5,0	8,0	10,0	15,0
Білок (%), не менше ніж	15,0	14,0	13,0	12,0	11,0	10,0 без ліміту
Клейковина (%) не менше ніж	34,0	30,0	27,0	23,0	18,0	18,0 без ліміту
Якість клей- ковини	I	I	I–II	I–II	I–II	I–III
Показник ВДК	45–75	45–75	45–100	45–100	20–100	20–110 *
Число падіння більше ніж (с)	250	200	200	150	100	менше 100
Індекс альвеографа	450 і більше	280 і більше	280 і більше		260–280	240–260 240 і менше
Об'єм хліба	1400 і більше	1300–1400	1200–1300		1100 і менше	800–900 800 і менше
Індекс фаринографа	30 і менше	60 і менше	60 і менше		60–80	80–120 *
Індекс альвеографа, mm	100	90	80		70	60 50 і менше

Примітка. *Величина показника не має значення

Встановлено, що в умовах Лісостепу України більшість показників якості борошна білкового комплексу (група якості, показник седиментації, масова частка сирої клейковини) визначається генотипом організму, а вміст білка – показник, що істотно залежить від погодних умов і попередника [11].

Метою досліджень була оцінка якості зерна створених зразків пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями *1BL/1RS* отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм і відселектованих за комплексом господарсько-цінних ознак.

Дослідний матеріал створено за гібридизації сортів Фаворитка та Дагмар. У цій комбінації схрещування до 10 % нащадків успадковували транслокацію *1BL/1RS*. Аналіз проводили за наступними показниками: вологість зерна, натура зерна, вміст білка, крохмалю та сирої клейковини, вихід борошна і показник седиментації. Стандартом слугував сорт Фаворитка.

У процесі досліджень було відібрано та проаналізовано 21 зразок пшениці м'якої озимої (табл. 6.20).

Слід відмітити, що вологість зерна зразків була на рівні 13,3–13,8 %. Натура є показником щільності зерна. Ринок потребує зерно з середнім показником натури. Проте, деякі борошномельні підприємства купують зерно з мінімальною натурою 760 г/л, а виробники корму для тварин – 720 г/л. Натура зерна найчастіше є генетичною характеристикою сортів пшениці, однак через дефіцит елементів живлення культури в критичні періоди росту і розвитку вона може знижуватись. Проте, надмірне внесення азотних добрив може призвести до вилягання посівів, проростання зерна в колосі, і, як наслідок, до зниження натури зерна. Диференційоване внесення оптимальних доз азотних добрив застосовується для отримання оптимального росту та розвитку [31].

У наших дослідженнях натура зерна змінювалась від 767 до 830 г/л. Найкращі результати було відмічено у зразків 120–3, 80–1, 123–1 і 196–1, відповідно, на рівні 831 г/л, 830, 826 та 825 г/л, що істотно перевищувало сорт-стандарт Фаворитка (815 г/л).

**Показники якості зерна створених зразків пшениці м'якої озимої з
пшенично-житніми транслокаціями *1BL/1RS*, 2018–2019 рр.**

Селекційний матеріал	Вологість, %	Нагура зерна, г/л	Білок, %	Крохмаль, %	Сира клейковина, %	Число падіння, с.	Показник седиментації, мл
Фаворитка	13,7	815	12,2	68,0	25,0	220	38
77–3	13,6	821	13,8	68,9	28,9	230	47
120–1	13,7	824	14,4	70,3	31,6	240	53
120–3	13,6	831	13,4	67,2	29,2	265	58
123–1	13,4	826	15,0	68,0	34,1	294	45
196–1	13,4	825	14,3	68,4	29,1	240	43
199–1	13,8	819	12,8	69,6	25,7	281	38
209–4	13,4	793	12,8	68,5	25,4	220	37
209–5	13,4	806	12,1	68,9	25,6	253	35
209–6	13,4	767	11,3	69,7	24,6	221	34
239–2	13,4	801	12,7	68,2	27,8	226	49
248–2	13,4	799	12,9	66,9	28,2	222	50
251–1	13,3	803	11,8	68,8	25,8	216	35
251–2	13,3	822	12,5	68,3	26,7	226	47
253–1	13,6	817	11,7	68,5	25,2	221	40
270–2	13,8	800	11,4	69,5	23,7	200	35
271–1	13,6	779	11,9	67,6	25,3	189	39
47–2	13,7	798	12,4	69,0	26,6	219	45
53–2	13,7	820	10,2	68,7	26,1	180	39
53–3	13,5	803	11,9	66,7	25,3	145	35
80–1	13,5	830	12,1	69,6	26,0	240	37
83–12	13,4	778	13,1	66,1	27,7	144	42
Середнє	13,5	808	12,6	68,5	27,0	211	42
<i>НІР₀₅</i>	–	9	0,4	0,8	0,7	11	2

Вміст білка в зерні пшениці озимої – один з найважливіших показників якості сорту. У створених зразків він варіював у межах 10,2–15,0 % і найвищим був у зразків 123–1, 120–1 і 196–1, відповідно 15,0 %, 14,4 і 14,3 %. Вміст білка в зерні всіх інших досліджуваних зразків неістотно відрізнявся від показника сорту-стандарту (12,2 %).

Сира клейковина завдяки своїм властивостям надає тісту пружності, розтяжності, газоутримуючої здатності, сприяє формуванню і збереженню наданої йому форми. Вміст сирої клейковини є важливим критерієм оцінки хлібопекарських якостей пшениці.

Достовірно суттєвий вплив на масову частку сирої клейковини мають такі чинники, як попередник при вирощуванні культури і генотип сорту. Найтіснішу залежність виявлено між кліматичними умовами вирощування за роками і попередником, а незначну – між попередником і строками посіву, попередником та сортом культури [12, 29].

Найвищий відсоток сирої клейковини в своєму складі мало зерно зразка 123–1 (34,1 %), що на 9,1 % істотно перевищувало показник сорту-стандарту (25,0 %). Високий вміст сирої клейковини зафіксовано у зразків 120–1, 120–3 та 196–1, відповідно, 31,6 %, 29,2 і 29,1 %. Середній показник за дослідом склав 27,0 %.

Найбільшу частку крохмалю в зерні мав зразок 120–1 (70,3 %), що на 2,3 % перевищувало сорт Фаворитка. Загалом за дослідом середнє значення цього показника було на рівні 68,5 %.

Показник седиментації, який істотно залежить від генотипу вихідних форм та їх комбінаційної здатності [24, 29], в середньому за дослідом був на рівні 42 мл. Найвище його значення зафіксовано у зразків 120–3, 120–1 і 248–2 (58 мл, 53 та 50 мл), що істотно перевищувало сорт-стандарт (38 мл).

Погодні умови вирощування культури в період наливання–дозрівання визначали активність амілазного комплексу зерна, що безпосередньо впливало на якість хліба. Показник числа падіння вказує на ферментативну активність α -амілаз. Якщо воно менше 150 с – активність α -амілази висока, у межах 150–300 с – середня. ЧП більше 300 с вказує на низьку активність

ферменту. Діючий ДСТУ 3768:2019 передбачає для зерна III класу число падіння не нижче 180 с, для I-го і II-го – понад 200 с. Оптимальним для випікання хліба вважається показник ЧП борошна не нижче 200 с. Підвищення або зниження активності ферменту призводить до зниження якості хліба. Висока активність амілази пов'язана зі схильністю генотипу до проростання зерна в колосі. Створені сортозразки пшениці м'якої озимої мають число падіння до 294 с. Найвищий цей показник зафіксовано у матеріалів 123–1, 199–1, 120–3 – відповідно, 294 с, 281 і 265 с. ЧП сорту-стандарту Фаворитка був істотно нижчим і знаходився на рівні 220 с.

Отже, за гібридизації еколого-географічно віддалених форм створено низку матеріалів пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями *IBL/IRS* та високою якістю зерна. За ідентифікованими показниками їх було поділено на відповідні класи якості. За комплексною характеристикою якості зерна зразок 123–1 віднесено до класу надсильних пшениць з часткою білка 15 %. Чотири зразки (120–1, 120–3, 196–1, 248–2) відповідають характеристикам класу сильних пшениць I-ї групи, а сім (77–3, 199–1, 209–4, 209–5, 239–2, 251–2, 47–2) – класу сильних пшениць II-ї групи. За якісною характеристикою зерна до цінних пшениць III-ї групи віднесено зразки 209–6, 251–1, 253–1, 270, 271–1, 80–1 і 83, а до цінних пшениць IV-ї групи – два зразки 53–2 і 53–3. Тобто, за схемою однієї комбінації схрещування отримано генетичне різноманіття форм за якістю зерна. Встановлено, що зразки з пшенично-житніми транслокаціями *IBL/IRS* можуть характеризуватися високим рівнем якості зерна, що пояснюється впливом генотипу та агрокліматичними умовами вирощування. Це зумовлює необхідність проведення тотальної ідентифікації всіх створених форм.

Отже, за гібридизації еколого-географічно віддалених форм створено чотири зразки пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями *IBL/IRS* (120–1, 120–3, 123–1 та 196–1), що характеризуються високою якістю зерна: 13,4–15,0 % білок, 29,1–34,1 % сирі клейковина, 240–294 с ЧП. Отримані матеріали доцільно використовувати донорами генів у селекції культури на якість зерна.

6.6 Аналіз створених зразків за локусами запасних білків

Вирішення питання якості зерна значно залежить від ефективності оцінки та добору селекційного матеріалу. У цьому напрямку на увагу заслуговують глютеніни і гліадини, як маркери господарсько цінних ознак пшениці [3, 21, 56, 73].

Сорти рослин є носіями унікальних асоціацій генів, створених у процесі селекції і зібраних в одному геномі, що забезпечує їх адаптацію до умов середовища і необхідний рівень прояву господарсько-цінних ознак. Набір алельних станів структурних генів рослини і особливості нуклеотидних послідовностей некодуючих фрагментів ДНК, є «генетичним паспортом» матеріалу [2, 14, 61, 76].

Зафіксовано випадки, коли за стандартної схеми насінництва може порушуватися генотиповий склад сорту, а відповідно – змінитися його характеристики. Електрофорезний контроль окремих форм може різко підняти якість насінництва і скоротити терміни створення селекційного матеріалу [30, 59, 68].

Вченими встановлено [28, 34], що високоякісні зразки пшениці м'якої озимої повинні мати *Glu A1-0*, *Glu B1-6+8* та *Glu D1-5+10*. Сорт з ідеальною формулою гліадинів у генотипів з високими показниками продуктивності, якості зерна та адаптивним потенціалом повинен мати і алель *Gli 6D2* або *Gli 6D3*.

У наших дослідженнях ідентифікацію зразків пшениці м'якої озимої проводили за аналізу десяти зерен. Для білкового аналізу відбирали матеріали з високою продуктивністю рослин, зокрема, зразки 3872, 4075, 6151 і 6254, а також форми, що успадкували пшенично-житні транслокації з гібридизацій Золотоколоту (*1AL/1RS*) × Самурай та Фаворитка (*1BL/1RS*) × Patras, які визначено попередньо за проведення маркерного аналізу.

Генотипи сортів за локусами високомолекулярних субодиниць глютенінів *Glu-A1*, *Glu-B1*, *Glu-D1* показано на рисунках 6.2–6.6.

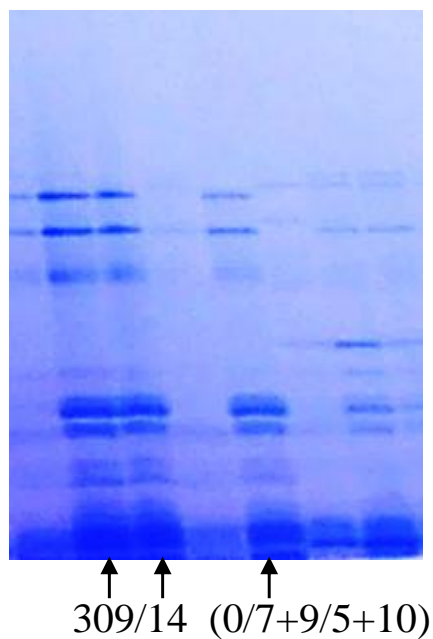


Рис. 6.2 Електрофореграма зразка 309/14 з пшенично-житньою транслокацією *1BL/1RS*, отримано за схеми гібридизації Фаворитка (*1BL/1RS*) × Patras.

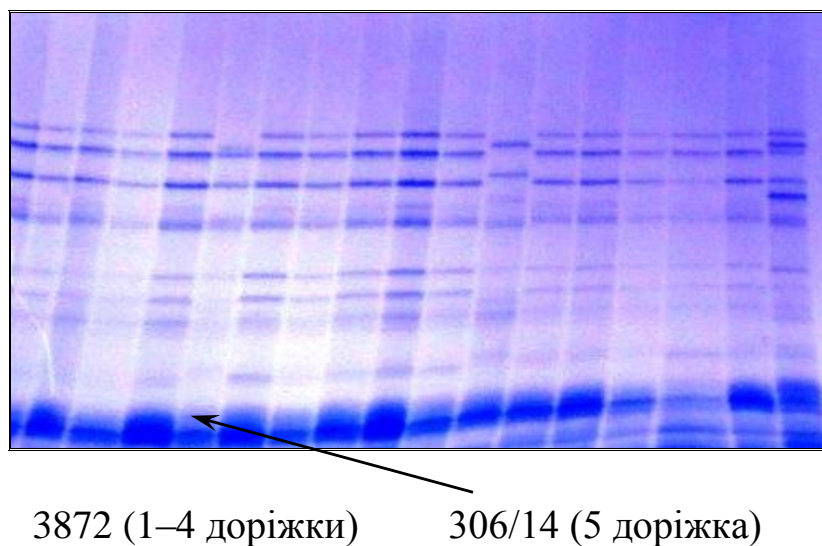


Рис. 6.3 Електрофореграма зразка 3872 та зразка 306/14 з пшенично-житньою транслокацією *1AL/1RS*, отриманого за гібридизації Золотоколосу (*1AL/1RS*) × Самурай.

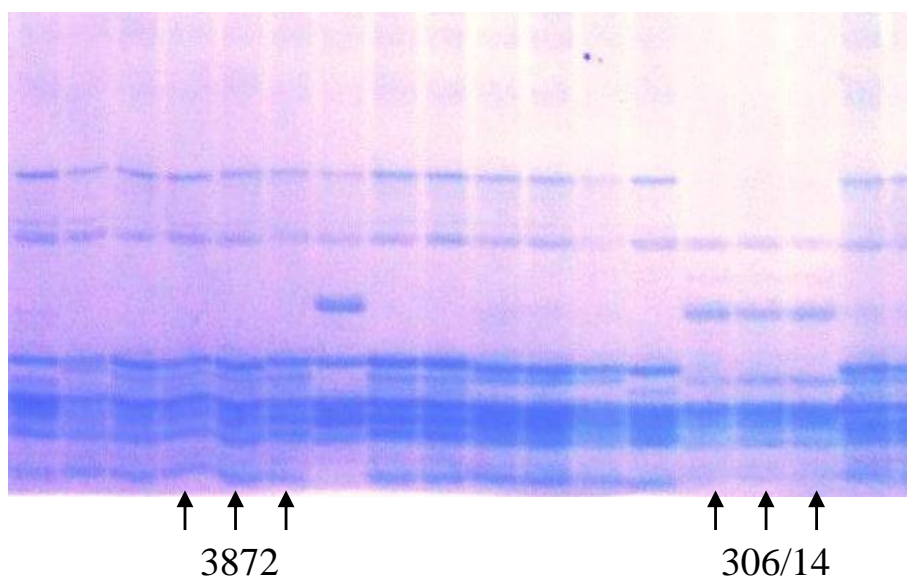


Рис. 6.4 Маркерний аналіз на встановлення пшенично-житньої транслокації *1AL/1RS* (зразок 306/14).

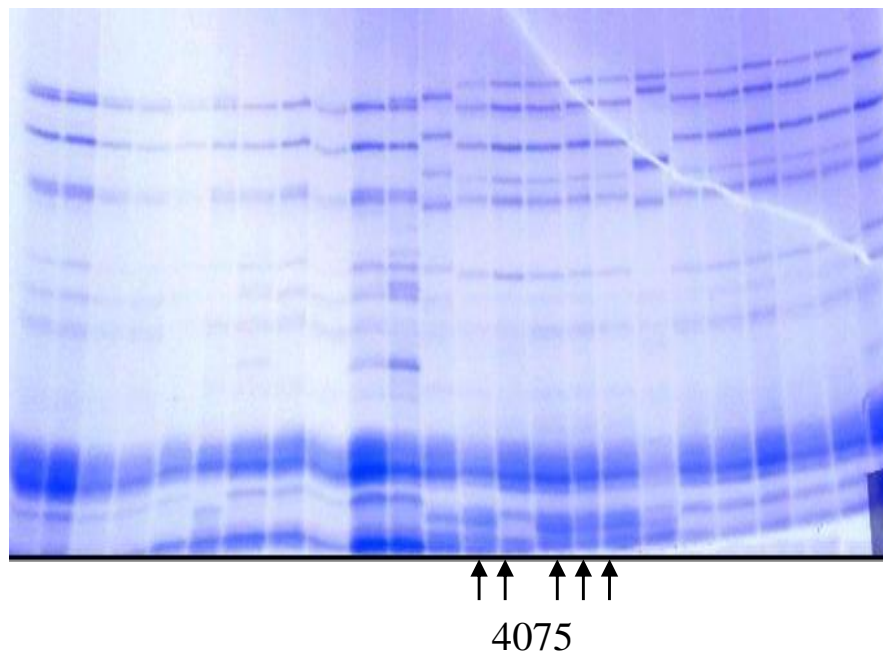


Рис. 6.5 Електрофореграма зразка 4075.

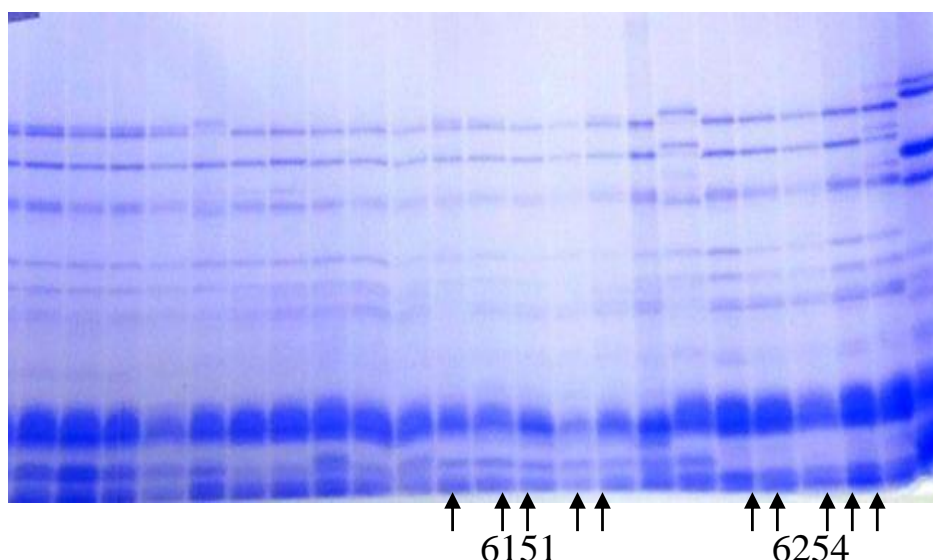


Рис. 6.6 Електрофореграма зразків 6151, 6254

За присутності в зразка 309/14, отриманого за гібридизації Фаворитка (*1BL/1RS*) × Patras, пшенично-житньої транслокації (*1BL/1RS*) відсутній нижній білковий ряд (рис. 6.2). За результатами електрофорезу зафіксовано алелі локусу *Glu A1* – 0, *Glu B1* – 7+9 та *Glu D1* – 5+10.

Загалом наявність транслокації *1BL/1RS* дещо негативно впливає на якість зерна пшениці озимої.

Білковий аналіз зразка 306/14, отриманого за гібридизації Золотоколосу (*1AL/1RS*) × Самурай, показав наявність алелей локусу *Glu A1* – 2 (гетерогенність), *Glu B1* – 7+9 та *Glu D1* – 5+10 (рис. 6.3). Натомість аналіз зерна номера 3872 встановив присутність *Glu A1* – 1, *Glu B1* – 7+8 та *Glu D1* – 5+10, що за наявністю *Glu A1* – 1 дещо знижується якість зерна.

Високоврожайні зразки 306/14 і 3872 за якістю зерна відносяться до сильних пшениць.

Для встановлення присутності в геномі пшенично-житньої транслокації *1AL/1RS*, проведено додатковий аналіз на наявність білків цикалінів. Підтверджено, що зразок 306/14 має білки цикаліни, а отже і успадковану транслокацію *1AL/1RS* (рис. 6.4). Натомість у зразка 3872 вміст цикаліну не ідентифіковано.

Білковий аналіз створеного зразка 4075 підтверджує наявність алелей локусу *Glu A1 – 1*, *Glu B1 – 7+8* та *Glu D1 – 5+10*, що вказує на дещо знижену якість зерна за рахунок *Glu A1 – 1* (рис. 6.5).

Зразки 6151 та 6254 мають за алелями локусу *Glu A1 – 0*, *Glu B1 – 7+9* та *Glu D1 – 5+10*, що вказує на підвищену якість зерна (рис. 6.6).

Отже, підтверджено доцільність використання білкових маркерів для ідентифікації створеного матеріалу та попередньої оцінки якості зерна пшениці м'якої озимої. За електрофорезу спрощується процес визначення наявності у нащадків пшенично-житніх транслокацій *1AL/1RS* і *1BL/1RS*.

За результатами аналізу встановлено, що всі чотири створені зразки 3872, 4075, 6151 і 6254, отримані за гібридизації екологічно віддалених форм, які передано на Державну науково-технічну експертизу мають алель локусу *Glu D1 – 5+10*, що є підтвердженням високої якості зерна.

6.7 Використанням ембріокультури за гібридизації пшениці м'якої озимої

Нині при створенні нових зразків пшениці м'якої озимої зазвичай, селекціонери використовують внутрішньовидову гібридизацію [25, 36]. Через використання в селекції обмеженої кількості генотипів, створюється недостатньо вихідного матеріалу з цінними генами і отримана однорідність генетичного матеріалу є результатом впровадження на значних територіях гомогенних сортів. Це може призвести до звуження генофонду культивованих зразків з низкою цінних ознак і властивостей. Для розширення генетичного різноманіття та поступове збіднення вихідного селекційного потенціалу в схемі гібридизації необхідно долучати географічно-віддалені форми, інші підвиди та види культури.

З метою підвищення якості зерна пшениці м'якої озимої в системі гібридизації доцільно використовувати пшеницю яру, зерно якої має вищий потенціал якості (понад 14 % білка). Це може сприяти широкому

формотворчому процесу, дозволить створити нові колекційні форми і на їх основі – високопродуктивні сорти з геномами, збагаченими за низкою ознак і властивостей. Такі схрещування, в силу генетичних відмінностей батьківських компонентів, дають можливість формувати гібридну популяцію з широкою мінливістю, в якій істотно зростає ймовірність появи зразків з позитивними запрограмованими господарсько-цінними ознаками [18].

Пшениця м'яка озима – самозапиљна культура і проведення гібридизації особливо за участю генетично віддалених партнерів супроводжується високими бар'єрами несумісності та, як результат, – не зав'язування насіння. Подолати несумісність, зокрема постгамну, що виникає після запліднення і за своєю природою, може бути як генетичною, так і фізіологічною, можливо за використання біотехнологічних методів, що передбачає виділення та культивуванням гібридного зародка, в умовах *in vitro* [49]. Нині ембріокультура стає одним з дієвих способів розширення генетичного потенціалу злакових культур і, зокрема, пшениці м'якої озимої.

Найефективніший спосіб отримання гібридних рослин-регенерантів реалізується через дорощування, утвореного в гібридній зернівці зародка, який вицленується в конкретний термін після запилення та вводиться в ізолювану культуру [27]. Від періоду розвитку зародка на материнській рослині істотно залежить рівень диференціації гібридного зачатку, що визначає життєздатність ізолюваного матеріалу в умовах *in vitro*. Результативність ембріокультури істотно залежить від умов зав'язування і формування гібридно зародку, періоду його розвитку до виокремлення та рівня його диференціювання.

Метою проведених досліджень було вдосконалення технології створення генетичного різноманіття зразків пшениці м'якої озимої при залученні до селекційної схеми біотехнологічної ланки. Основними питаннями поставленими на вирішення були визначення віку незрілого зародку для ізоляції і введення в культуру *in vitro* за індукції формування рослин-регенерантів та ідентифікація гібридного матеріалу.

Вихідною материнською формою слугували сорти пшениці м'якої озимої Банкір, Мулан, Традиція одеська, що показали низьку перехресну сумісність за гібридизації.

Для запилення колос рослини ізолювали та фіксували період цвітіння. Після запилення материнської форми, для прискорення росту гібридних зародків, на третю добу зав'язі обробляли розчином 50 мг/л гіберелінової кислоти.

На 8–16 добу квітування колосся зрізали та експонували за низької позитивної температури в темнових умовах упродовж двох діб.

Перед введенням в культуру *in vitro* біоматеріал стерилізували 0,1 %-вим розчином сулеми за експозиції 20 хвилин та п'ятиразово промивали стерильною дистильованою водою.

Незрілі насінневі зародки разом з тканинами насінневого зачатку виділяли та висаджували на модифіковане живильне середовище Мурасіге-Скуга і культивували за 25 °С в темнових умовах до формування проростків (рис. 6.7).



Рис. 6.7 Введені в культуру *in vitro* дванадцятидобові незрілі зародки пшениці м'якої озимої.

Отримані проростки переносили в культуральну кімнату з 16-ти годинним фотоперіодом та інтенсивністю освітлення 4–5 кЛк і культивували до формування рослин з трьома листками і розвиненими корінцями.

За результатами досліджень встановлено, що вихід макроструктур з незрілих зародків залежить від генотипу вихідного матеріалу та віку незрілих зародків введених в ізолювану культуру (табл. 6.20). У комбінації схрещування Мулан × Зорепад рівень зав'язування насіння на ділянці гібридизації склав 28,2 %. За виділення насінневих зачатків на 12 і 16 добу після запилення кількість отриманих проростків склала, відповідно, 36,3 і 48,4 %, що істотно перевищило показник зав'язування насіння в природних умовах вирощування.

Таблиця 6.21

**Вплив віку незрілих зародків на вихід макроструктур
пшениці м'якої озимої в ізолюваній культурі, 2015–2017 рр.**

Комбінація схрещування	Рівень зав'язування насіння, %	Вік незрілих зародків, діб*	Кількість введених експлантів, шт.	Сформовані макроструктури, %		
				Проростки		Калюс
				Всього	Повноцінні	
Мулан × Зорепад	28,2	8	124	10,7±1,4	7,5±0,8	11,2±2,1
		12	107	36,3±1,1	26,7±1,0	8,1±1,8
		16	134	48,4±2,1	40,6±2,8	5,9±1,4
Банкір × Віген	23,7	8	105	4,7±1,0	3,5±0,7	12,7±3,2
		12	109	38,3±2,2	30,7±1,0	10,8±2,1
		16	95	31,5±1,4	27,6±2,3	8,9±1,3
Банкір × Пилипівка	16,7	8	112	5,4±1,0	4,5±0,8	15,2±1,1
		12	114	32,8±1,6	25,7±1,8	12,1±2,6
		16	123	21,4±3,2	20,6±2,5	10,9±1,4
<i>НІР₀₁</i>	–	–	–	1,2	0,9	1,5

Примітка. *Кількість діб після запилення

За культивування зародків виділених з рослин комбінацій схрещування Банкір × Віген та Банкір × Пилипівка, що мали рівень зав'язування насіння, відповідно 23,7 і 16,7 %, кращі показники отримано при виділенні зародків на 12 добу після запилення. Проростки формували, відповідно, 38,3 і 32,8 % висаджених експлантів. Шіснадцятидобові зародки індукували істотно нижчий відсоток проростків.

Зі збільшенням віку незрілих зародків зменшувалась частка експлантів, що формували калюсну біомасу. У всіх варіантах дослідження восьмидобові зародки характеризувались вищим рівнем калюсогенезу ніж зародки виділені на 16-ту добу розвитку. Сформована калюсна тканина мала, зазвичай, напівщільну консистенцію світло-жовтого або світло-зеленого кольору (рис. 6.8). Для індукції органогенезу чи соматичного ембріодогенезу її пересаджували на регенераційні середовища.

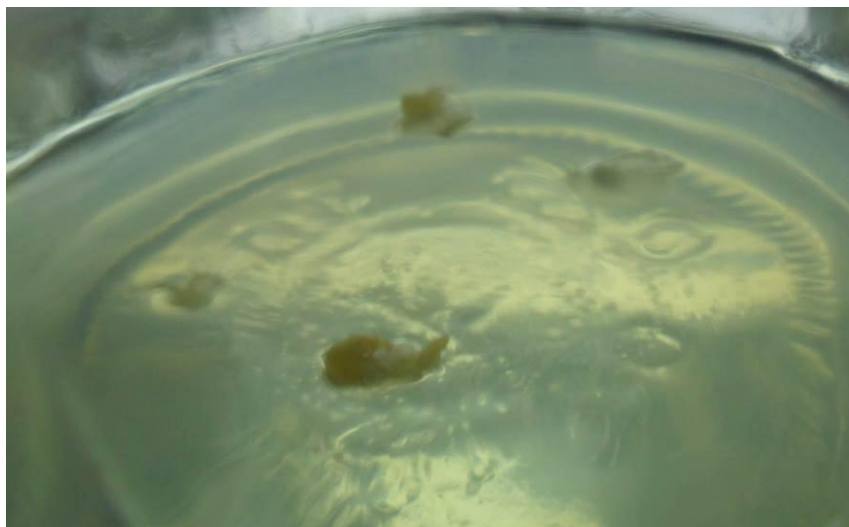


Рис. 6.8 Індукція формування калюсної біомаси з незрілих зародків пшениці м'якої озимої.

Результати отримання рослин з гібридних зачатків, на прикладі вказаних комбінацій, можуть слугувати доказом можливості практичного застосування ембріокультури для селекційно-генетичних досліджень зі створення гібридів за низького рівня зав'язування насіння в природних умовах вирощування.

Для ідентифікації гібридного рослинного матеріалу на початкових етапах розвитку зародків в ізольованій культурі, доцільно використовувати

генетичні маркери. Ефективним маркером може бути забарвлення проростка, що контролюється генами *Rc1-4/rc1-4*.

Для ідентифікації гібридності нащадків вихідні компоненти гібридизації повинні різнитись за маркерними генами забарвлення колеоптилю (білий та антоціановий). Материнська форма повинна мати рецесивні гени, а батьківська – домінантні. Якщо запилення і запліднення було успішним то рослина-регенерант, що формується із зародка, матиме антоціанове забарвлення базальної частини. Якщо ж провели не якісну кастрацію, або зародок розвивається за апоміксису, – зелене або світле.

У методичному досліді сорти пшениці м'якої озимої, що формують рослини зі світлим колеоптилем, кастрували та опиляли пшеницею м'якою ярою з фіолетовим забарвленням насіння (зразок 345-11), що формують рослини з антоціановим забарвленням колеоптиля.

На 12-ту добу після запилення незрілі зародки вводили в ізольовану культуру. За забарвленням зародку на початкових етапах онтогенезу визначали гібридність матеріалу (рис. 6.9).



1 2 3 4

Рис. 6.9 Визначення гібридності матеріалу за маркерною ознакою у культурі *in vitro*:

1, 2 – гібридний матеріал; 3 – не життєздатний зародок;

4 – не гібридний матеріал.

Використання генетичних маркерів спрощує ідентифікацію гібридності зразків в культурі незрілих зародків та створеного селекційного матеріалу вцілому.

Отже, показано доцільність використання ембріокультури в селекційно-генетичних дослідженнях для подолання постгамної несумісності та створення гібридних форм пшениці м'якої озимої за низького рівня зав'язування насіння в природних умовах вирощування. Встановлено, що вихід макроструктур з незрілих зародків залежить від генотипу вихідного матеріалу та віку ізольованих зародків, введених у культурі *in vitro*. Використання генетичних маркерів спрощує ідентифікацію та прискорює процес отримання нового вихідного матеріалу. Забарвлення проростка, що контролюється генами *Rc1-4/rc1-4*, може слугувати ефективним маркером візуального визначення гібридності матеріалу.

Висновки за розділом 6

1. Виділено джерела генів господарсько-цінних ознак пшениці м'якої озимої та встановлено закономірності успадкування показників продуктивності та якості зерна гібридного матеріалу.

2. Показано, що гібридизація географічно віддалених матеріалів пшениці м'якої озимої забезпечує отримання генетичного різноманіття форм, що вирізняються спектром мінливості селекційно-цінних ознак та можуть використовуватись донорами генів високої продуктивності та комплексної стійкості до низки біотичних та абіотичних чинників.

3. Встановлено істотне варіювання ступеня домінантності (h_p) за характером успадкування елементів структури врожаю гібридів F_1 залежно від ознаки та комбінації схрещування від наддомінування ($h_p > +1$) до депресії ($h_p < -1$). У більшості гібридів за показниками фіксували позитивне домінування та наддомінування.

4. Створено зразки гібридних комбінацій *Mulan* × *Щедрість одеська* (7,9 т/га) та *СН Комбін* × *Зорепад* (8,42 т/га) з високими показниками якості зерна (вміст білка 13,3–14,2 %, натура зерна – 811–816 г/л) і *Bankir* × *Пилипівка* (7,21 т/га), *Patras* × *Пилипівка* (7,44 т/га), *Mulan* × *Щедрість*

одеська та СН Kombine × Зорепад – високими хлібопекарськими властивостями (показник седиментації 47,5–50,8 мл, число падіння 408–455 с), що доцільно використовувати вихідним донорним матеріалом в селекційному процесі.

5. За гібридизації високопродуктивних іноземних сортів та вітчизняних форм, носіїв пшенично-житніх транслокації доведено, що успадкування у нащадків ПЖТ фіксується на рівні 5–10 %.

6. Підтверджено, що матеріали пшениці м'якої озимої з пшенично-житньою транслокацією *1AL/1RS* мають значно вищі показники якості зерна, аніж з транслокацією *1BL/1RS*.

7. Отримано генетичне різноманіття зразків з транслокацією *1BL/1RS* (120–1, 120–3, 123–1 та 196–1), що характеризуються високою якістю зерна (13,4–15,0 % білок, 29,1–34,1 % сирі клейковини, 240–294 с ЧП), а це дає підстави розширити спектр рекомбінацій для отримання матеріалів з високою продуктивністю, якістю зерна та адаптивною здатністю, що забезпечується *1BL/1RS* транслокацією.

8. Довелено доцільність використання ембріокультури в селекційно-генетичних дослідженнях для подолання постгамної несумісності та створення гібридних форм пшениці м'якої озимої за низького рівня зав'язування насіння в природних умовах вирощування.

9. Встановлено, що вихід макроструктур з незрілих зародків залежить від генотипу вихідного матеріалу та віку ізольованих зародків, введених у культуру *in vitro*. Найвищий вихід проростків, у середньому за геннотипами, отримано з дванадцятидобових зародків (32,8–38,3 %).

10. Для спрощення ідентифікації створеного гібридного матеріалу доцільно використовувати генетичні маркери. Забарвлення проростка, що контролюється генами *Rc1-4/rc1-4*, може слугувати ефективним маркером візуального визначення гібридності матеріалу.

За матеріалами розділу опубліковано двадцять чотири наукові праці [17, 31, 35–53, 64, 67, 72].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 6

1. Балау О. В. Імунологічна характеристика рослинних ресурсів пшениці та обговорення генетичного захисту від збудників хвороб грибної етіології у Степу України: дис...доктора біологічних наук: 06.01.11 – фітопатологія. Національний університет біоресурсів та природокористування України. Київ, 2011.
2. Беспалова Л. А., Васильев А. В., Аблова И. Б. Применение молекулярных маркеров в селекции пшеницы в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012. Т. 16. № 1. С. 37–43.
3. Благодарова О. М., Литвиненко М. А., Голуб Є. А. Геноегеографія алелів гліадін-глютенінкодуєчих локусів українських сортів озимої м'якої пшениці і їх зв'язок з агрономічними ознаками. *Збірник наукових праць СГУ*. Одеса, 2004. Вип. 6. С. 124–138.
4. Бригс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. Москва: Колос, 1972. 399 с.
5. Бугайов В. Д., Васильківський С. П., Власенко В. А. Спеціальна селекція польових культур: Навчальний посібник. За ред. М.Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. 368 с.
6. Власенко В. А. Створення вихідного матеріалу для адаптивної селекції і виведення високопродуктивних сортів пшениці в умовах Лісостепу України: дисертація на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: спец. 06.01.05 – селекція рослин. Одеса. 2008. 419 с.
7. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Під заг. ред. В. А. Власенка. Миронівка. 2012. С. 194–199.
8. Власенко В. А., Осьмачко О. М., Бакуменко О. М. Зав'язування насіння пшениці озимої в F_1 при схрещуванні сортів з пшенично-житніми транслокаціями. *Вісник Сумського НАУ. Серія Агрохімія та біологія*. 2014. Вип. 3. С. 197–201.

9. Герман М. М. Формування якості зерна пшениці м'якої озимої в залежності від передпосівної обробки насіння. *Вісник Полтавської ДАА*, № 3. 2011. С. 162–165.
10. 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.
11. Гордей И. А. Тритикале: генетические основы создания. Минск: Наука и техника. 1992. 287 с.
12. Демидов О. А., Василенко Н. В., Правдзіва І. В., Колючий В. Т. Показники якості зерна нових сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції: <http://www.agroone.info/publication/pokazniki-jakosti-zerna-novih-sortiv-pshenici-mjakoi-ozimoj-mironivskoi-selekcii>.
13. Джамиридзе Р. Р. Изучение количественных признаков растений риса различного морфотипа для использования в селекции высокоурожайных сортов: Автореф. дис. ...канд. с. – х. наук: спец. 06.01.05. – селекция и семеноводство. Краснодар, 2009. 22 с.
14. Жемела Г. П., Баган В. П. Оцінка зернового генофонду озимої пшениці за локусами запасних білків. *Вісник Полтавської ДАА*. Полтава, 2008. № 4. С. 23–33.
15. Жигунов Д. А. Хлебопекарные показатели потоков муки при сортовом помеле пшеницы. *Харчова наука і технологія*. 2015. № 4. С. 50–55.
16. Жигунов Д. О., Ковальова В. П., Мороз А. І. Визначення показників якості борошна з різних систем технологічного процесу при сортовому помелі пшениці. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. Вип. 17. С. 30–36.
17. Заболотна І. Р., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Характеристика багатоколоскових вихідних матеріалів пшениці озимої. Матеріали Міжнародної наукової конференції Селекційно-генетична наука і освіта присвяченої світлій пам'яті Ф. М. Парія. Умань, 2016. С. 98–99.
18. Игнатова С. А. Биотехнологические основы получения гаплоидов, отдалённых гибридов и соматических регенерантов зерновых и бобовых культур в различных системах in vitro: Автореф. Дис. д-ра біол. наук:

- 03.00.20. Южный биотехнологический центр в растениеводстве УААН. Одесса, 2004. 425 с.
- 19.Іванов Ю. М., Власенко С. В., Панов О. І., Орлов С. Д. Прояв ознаки морозостійкостів гібридних поколіннях пшениці м'якої озимої. 2016 http://bioenergy.gov.ua/sites/default/files/articles/49_24_0.pdf
- 20.Карпеченко Г. Д. Теория отдалённой гибридизации. Избранные труды. Москва: Наука, 1971. С. 147–209.
- 21.Кириленко В. В., Дубовик Н. С., Близнюк Б. В. Характеристика нових генотипів пшениці м'якої озимої за локусами запасних білків. *Сучасні агробіотехнології та землеустрій в Україні*. Тези доповідей державної науково-практичної конференції. Біла Церква, 2015. С. 13.
- 22.Козуб Н. А., Созинов И. А., Собко Т. А. Сорты мягкой пшеницы украинской и российской селекции с геном устойчивости к стеблевой ржавчине SrRsAmigo. *Управление продукционным процессом в агротехнологиях 21 века: реальность и перспективы*. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию образования Белгородского НИИСХ. Белгород: Отчий край, 2010. С. 222–225.
- 23.Колючий В. Т., Власенка В. А., Борсука Г. Ю. Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України. Київ: Аграрна наука, 2007. 800 с.
- 24.Кононюк Л. М., Корсун С. Г., Давидюк Г. В. Врожайність та якість зерна пшениці озимої залежно від технології вирощування в Правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*, 2014. № 4. С. 46–54.
- 25.Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. Підручник. Київ: Вища освіта, 2006. 463 с.
- 26.Нецветаев В. П., Лютенко О. В., Пащенко Л. С., Попкова Н. Н. Методы седиментации и оценка качества клейковины мягкой пшеницы. *Научные*

- ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки.* 2009. С. 56–64.
27. Подвигина О. А., Знаменская В. В., Цупикова Л. А. Депонирование селекционного материала сахарной свеклы на искусственных питательных средах. *Сахарная свекла*, 2000. № 12. С. 18–19.
28. Попереля Ф. А. Полиморфизм глиаина и его связь с качеством зерна, продуктивностью и адаптивными свойствами сортов мягкой пшеницы. Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. Москва: Агропромиздат, 1989. С. 138–150.
29. Порівняння показників якості пшениці України, США та ЄС. *Пропозиція*, 2008: <http://propozitsiya.com/ua/porivnyannya-pokaznikiv-yakosti-pshenic-ukrayini-ssha-ta-ies>.
30. Применение белковых маркеров для идентификации сортов озимой мягкой пшеницы по электрофоретическим спектрам глиаина. Каталог мировой коллекции ВИР. Под ред. В. Г. Конарева. Ленинград, 1983. Вып. 386. 57 с.
31. Пшениця спельта. Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, М. Ф. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, Я. С. Рябовол, О. Г. Сухому. За ред. Г. М. Господаренка. Київ: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2016. 312 с.
32. Ремесло В. П., Кириченко Ф. Г., Дидусь В. И. Селекция озимой пшеницы. *Селекция и семеноводство зерновых культур*. Київ: Урожай, 1978. С. 12–39.
33. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення. Київ: Логос, 2011. 496 с.
34. Рибалка О. І., Червоніс М. В., Литвиненко М. А. Оцінка якості зерна пшениці на ранніх етапах селекції. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 1. С. 44–48. (10)
35. Рябовол Я. С. Генетичний аналіз і відбір зразків пшениці м'якої озимої за генами резистентності до хвороб. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань: Сочинський М. М., 2019. Вип. 94. Ч. 1. Сільськогосподарські науки. С. 118–127.

- 36.Рябовол Я. С. Формування насіння пшениці м'якої озимої за гібридизації форм з пшенично-житніми транслокаціями. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції Актуальні питання аграрної науки, присвяченої 175-річчю з дня заснування Уманського національного університету садівництва. Умань, 2019. Київ: Основа, 2019. С. 103–104.
- 37.Рябовол Я. С. Фоточутливість, як основна ознака ранньостиглості сортів пшениці м'якої озимої. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції *Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі*. Тернопіль, 2016. С. 63–65.
- 38.Рябовол Я. С. Якість зерна створених селекційних матеріалів пшениці м'якої озимої. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції *Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*. Умань: Сочинський М. М. 2018. С. 59–61.
- 39.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Агроекологічні особливості створення ранньостиглих сортів пшениці м'якої озимої. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 10-річчю створення кафедри екології та безпеки життєдіяльності *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства*. Умань, 2018. С. 25–27.
- 40.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Оцінка якості зерна селекційних зразків пшениці м'якої озимої. *Вісник Львівського НАУ: агрономія*. 2018. № 22(1). С. 194–200.
- 41.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Створення стійких до хвороб зразків пшениці м'якої озимої за гібридизації еколого-географічно віддалених форм. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції *Наукові основи підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*. Харків, 2018. С. 232–233.
- 42.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Створення та оцінка морозостійких зразків пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*. Умань, 2019. С. 100–103.

- 43.Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О., Заболотна І. Р., Діордієва І. П. Гібридна пшениця: проблеми, можливості, переваги перспективи. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2014. Вип. 86. С. 210–214.
- 44.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Аналіз продуктивності зразків пшениці м'якої озимої за гібридизації сортів вітчизняної та зарубіжної селекції. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Технологічні аспекти вирощування часнику, інших цибулинних і сільськогосподарських рослин*. Умань, 2017. С. 217–219.
- 45.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Генетичний контроль господарсько-цінних ознак вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2017. Вип. 90. Ч. 1. С. 105–112.
- 46.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Залежність показника зав'язування насіння пшениці м'якої озимої від періоду запилення. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*. Дніпро, 2016. С. 162–164.
- 47.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Перспективи розвитку селекції гібридної пшениці в Україні. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Гетерозис: досягнення та проблеми, присвяченої 110-річчю від дня народження видатного генетика Ю. П. Мірюти*. Умань, 2015. С. 104–105.
- 48.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Селекція пшениці озимої на стійкість до церкоспороозної гнилі. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань, 2017. С. 217–219.
- 49.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Створення банку вихідного матеріалу жита озимого за використання біотехнологічних методів. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2015. С. 102–103.
- 50.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Створення нових селекційних матеріалів пшениці м'якої озимої за гібридизації еколого-географічно віддалених сортів. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2016. Вип. № 2. С. 69–71.

- 51.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Формування насіння пшениці м'якої озимої за гібридизації сортів вітчизняної та зарубіжної селекції. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2016. С. 81.
- 52.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Формування насіння пшениці м'якої озимої за гібридизації сортів різних еколого-географічних зон. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин. Київ, 2017. С. 75–77.
- 53.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Кертон М. Створення та відбір за генами *SBM 1* і *LR 34* зразків пшениці м'якої озимої. Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань: Сочинський М. М., 2019. С. 217–219.
- 54.Семина С. А., Мачнева В. В. Урожай и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта. *Зерновое хозяйство*, 2005. № 3. С. 23–24.
- 55.Сень О. В. Ефективність оцінки комбінаційної здатності за врожайністю вихідного матеріалу домінантно-короткостеблого озимого жита в діалельній схемі схрещувань. Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених *Проблеми сучасного землекористування*. Чабани. 2002. С. 161–162.
- 56.Созінов І. О., Козуб Н. О., Кириленко В. В., Дергачов О. Л., Васильківський С. П. Ідентифікація вихідного матеріалу пшениці озимої миронівської селекції за електрофоретичними спектрами запасних білків. *Агробіологія: Збірник наукових праць БНАУ*. – Біла Церква, 2015. № 2. С. 46–52. (1)
- 57.Солодухина О. В. Генетическая характеристика образцов ржи по устойчивости к бурой ржавчине. *Генетика*. 2002. Т. 38. № 4. С. 497–506.
58. Солодухина О. В., Кобылянский В. Д. Генетическая детерминация устойчивости ржи к стеблевой ржавчине. *Генетика*. 2000. Т. 36. № 5. С. 678–681.

59. Степаненко А. І., Благодарова О. М., Моргун Б. В. Детекція пшенично-житніх транслокацій за допомогою ДНК-маркерів та електрофорезу білків. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. Київ: Логос, 2014. Т. 12, № 1. С. 78–83.(8)
60. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Урожай і якість зерна пшениці ярої за різних умов мінерального живлення. *Вісник Уманського НУС*, 2013. № 2. С. 51–55.
61. Тищенко В. Н., Чекалин Н. М. Генетические основы адаптивной селекции озимой пшеницы в зоне Лесостепи. Селекция озимой пшеницы с помощью молекулярно-генетических маркеров: *Збірник наукових праць*. Полтава, 2005. С. 184–203.(4)
62. Уваров Г. И., Смирнова В. В., Смуров С. И. Роль сорта и предшественника в повышении урожая и качества зерна озимой пшеницы. *Зерновое хозяйство*, 2006. № 6. С. 15–17.
63. Улич Л. І., Улич О. Л. Вплив висоти рослин на сортів пшениці озимої на стійкість до вилягання і продуктивність посівів. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 4. С. 55–65.
64. Хаблак С. Г., Абдуллаева Я. А., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С. Роль аллельного и неаллельного взаимодействия генов в механизме возникновения гетерозиса. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. Київ, 2019. Т. 24. С. 177–182.
65. Цицин Н. В. Теория и практика отдалённой гибридизации. Москва: Наука, 1981. 160 с.
66. Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Баташова М. Е. Селекция и генетика пшеницы: Методы селекции озимой пшеницы на адаптивность, урожай и качество зерна https://agromage.com/stat_id.php?id=454.
67. Черно О. Д., Рябовол Я. С. Вплив тривалого застосування добрив на окремі технологічні показники якості клейковини. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю селекції пшениці в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннізнавства та сортовивчення. Одеса, 2016. С. 120–121.

68. Шемавнѡв В. І., Ковалевська М. І., Мороз В. В. Насінництво польових культур: навчальний посібник. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2004. 232 с.
69. Carver B. F., Rayburn A. L. Comparison of related wheat stocks possessing 1B or 1RS/1BL chromosomes: Agronomic performance. *Crop Science*. 1994. V. 34. №. 6. P. 1505–1510.
70. Cerny J., Sasek A., Hanisova A. Common wheat (*T. aestivum*) marking by determination of approximate dependence of frequency of allelic gliadin genes grade of agronomic character. *Scientia Agriculturae Bohemoslovaca*. 1995. V. 26. № 4. P. 245–258.
71. Finn D., Fenn D., Lukow O., Bushuk W., De Pauw R. Milling and baking quality of 1BL/1RS translocation wheats. 1. Effect of genotype and environment. *Cereal Chemistry*. 1994. V. 71. № 2. P. 189–195.
72. Iaroslav Riabovol, Liudmila Riabovol, Iryna Diordiieva, Serhii Poltoretskyi, Andrii Lubchenco, Lidia Kononenko, Vitaliy Kryzhanovskiy Evaluation of resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of ecologically and geographicly remote forms. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018, 8(3). P. 33–37.
73. Kozub N. O., Sozinov I. A., Kyrylenko V. V. Detection of perspective winter wheat genotypes by electrophoretic spectra of storage proteins. *Миронівський вісник: збірник наукових праць. – Миронівка*, 2015. Вип. 1. С. 105–113.
74. Parada R. S. Chinoy J. J. Correlation path-coeffisients and the implication of discriminant function for selection in wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Heredity*. 1970. № 25. P. 163–169.
75. Rabinovich S. V. Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum aestivum* L. *Euphytica*. 1998. V. 100. P. 323–340.
76. Vasilyev A. V., Bepalova L. A., Karlov G. I. Marker-assisted selection for leaf rust resistance in the winter wheat in Krasnodar Lukyanenko Research Institute of Agriculture. Abstracts of oral and poster presentations of the 8th International Wheat Conference. St. Petersburg, 2010. P. 322–323.

РОЗДІЛ 7
ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ СЕЛЕКЦІЙНО-ЦІННИХ
ОЗНАК ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ
СТВОРЕНИХ ЗА МІЖВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ
TRITICUM AESTIVUM L./TRITICUM SPELTA L.

Основними напрямками у селекції пшениці є створення високоврожайних сортів з відмінною якістю зерна [12, 16, 18]. Однак в останні роки спостерігається тенденція до підвищення врожайності поряд із помітним зниженням якості зерна культури [12]. Саме тому низкою наукових установ наразі ведеться селекційна робота зі створення високоврожайних, стійких до несприятливих чинників навколишнього середовища та з високою якістю зерна сортів пшениці [8, 10].

В Україні з 455 сортів пшениці м'якої озимої дозволених до вирощування, 50 % відносяться до групи сильних пшениць, 35 % – цінних, 15 % – філерів [3, 30]. За останнє десятиріччя в середньому вміст білка і клейковини в зерні становить 12 і 23,9 %, відповідно, показник ВДК – 80–106 одиниць [14, 15]. У зв'язку з цим, актуальним у практичному відношенні є проведення селекційної роботи на якість зерна із залученням в системи гібридизації світових генетичних ресурсів, оскільки на прояв ознак якості впливають не лише генотип, а і його еколого-географічне походження [17, 19]. Складністю в селекційній роботі на якість є негативне співвідношення між показниками якості зерна і продуктивністю пшениці та її стійкістю проти низки несприятливих екологічних чинників [18]. Тому селекціонеру необхідно на основі фактичних даних та інтуїції серед низки генетичних ресурсів рослин відшукати зразок, що буде задовольняти потреби як науки, так і виробництва.

Світова практика показала, що результативним методом селекції є схрещування географічно віддалених форм, проте успіх роботи істотно залежить від вдалого підбору компонентів гібридизації, тобто від вихідного матеріалу [7, 12, 15]. Як зазначалось, для створення нових сортів пшениці,

що відповідали б вимогам сучасного сільськогосподарського виробництва є доцільним використання генетично віддалених форм [10, 27]. При цьому, донором високого вмісту білка, клейковини, лізину, стійкості проти хвороб і шкідників часто виступають дикі, напівдикі та забуті нині форми [9, 12].

В якості донора господарсько-цінних ознак доцільно використовувати пшеницю спельта. Це гексаплоїдний вид з геномним складом A^uBD, тому її гібридизація з пшеницею м'якою, що має той же геномний склад, вдається легко, хоча існують окремі проблемні питання, пов'язані з морфологічною будовою рослин (спельта високоросла, тоді як сорти з якими проводять гібридизацію здебільшого низькорослі та напівкарлики) та періодом цвітіння. Нині цей вид пшениці використовується у селекційних програмах, оскільки він є донором високого вмісту білка, містить практично всі поживні речовини в гармонійно-збалансованому стані, що потребує людський організм [14, 25, 30]. Дослідженнями українських і закордонних вчених-селекціонерів показано позитивний ефект від схрещування пшениці м'якої та пшениці спельта, зокрема, істотне розширення наявного генетичного різноманіття пшениці та отримання нових форм, в яких поєднується високий вміст білка і клейковини від спельти та висока продуктивність від пшениці м'якої [10, 19]. Проте, на думку О. І. Рибалка [12] проводити такі схрещування небажано, оскільки це призводить до погіршення якості зерна у спельти та успадкування пшеницею м'якою ускладненого обмолоту зерна і ламкого колосу.

Поліпшенням показників якості зерна пшениці за її гібридизації зі спельтою займаються селекціонери багатьох країн світу [10]. У цьому напрямку успіхи досягнуто в Швейцарії, Австрії та Сербії, де створено сорти спельти Bauländer, Schwabekorn, Frankenkorn (Австрія), Nirvana (Сербія), Altgold Rotkorn (Швеція) (Dvorak та ін., 2012). В Україні ґрунтовні дослідження розгорнуто в Уманському НУС, Всеукраїнському науковому інституті селекції та Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва.

Метою наших досліджень було створення нових зразків за гібридизації *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. та систематизація колекційних форм

пшениці для виділення цінних вихідних матеріалів зі зміненою архітектонікою рослин і високою якістю зерна з метою залучення їх до селекційного процесу отримання високопродуктивних сортів культури.

Пшениця м'яка відрізняється від пшениці спельта наявністю доміантного гена Q , що забезпечує вільний обмолот зерна і впливає на інші господарсько-цінні ознаки. Рецесивний алель q відповідає за спельтоїдний тип колосу та ускладнений обмолот зерна [24, 25].

Вважається, що доміантний ген Q неповністю домінує над рецесивним q . Рослини з генотипом Q/q за морфологічними ознаками колосу займають проміжне положення між спельтоїдами і скверхедами. Muramatsu стверджує, що в будь-якому гексаплоїдному виді з високим дозуванням Q чи q всі ознаки, які контролюються Q , будуть типу пшениці м'якої. В той час, за зменшення дози гена Q у рослин буде більше ознак спельтоїдності. За середнього рівня Q окремі ознаки будуть від *Triticum aestivum* L., а окремі від *Triticum spelta* L. Тому в гетерозигот з середнім дозуванням гена Q/q , особливо у гібридів F_1 , з одного боку можуть бути ознаки пшениці м'якої, а з іншого – спельти. Ген Q/q впливає і на зміну форми киля колоскової луски.

Вченими встановлено, що окрім ознак визначення форми колоскової луски, пригнічення спельтоїдності, щільності колосу, ген Q/q має інший характер прояву. Tsunewaki і Jenkins [29] використовували моносомний аналіз для підтвердження того, що гени, які контролюють строки дозрівання і висоту рослин локалізовані на хромосомі 5A, а Muramatsu [25] і Kato et al. [21, 22] показали, що ці ознаки підлягають впливу Q локуса. Локус Q також впливає на твердість колоскової луски та ламкість остюків [20, 24, 25, 26]. Kerber і Rowland [23] встановили, що ген, який контролює наявність грубої колоскової луски Tg/tg і знаходиться на хромосомі 2D у егілопса *Aegilops Tauschii* є епістатичним до гена Q/q , адже синтетичні гексаплоїди, що походять від Q -тетраплоїдів та *Aegilops Tauschii* – є спельтоїдами і характеризуються ускладненим обмолотом зерна. Тому, для отримання форм з вільним обмолотом необхідно мати генотип $QQtg$. Саме таким чином, алель Q відрізняє різновид *Triticum aestivum* L. від

Triticum spelta L.

У наших дослідженнях сортозразки пшениці створено методами внутрішньовидової та віддаленої гібридизації за використання багаторазового індивідуального добору. У якості вихідного матеріалу для схрещувань залучали районовані сорти пшениці м'якої озимої Фаворитка, Смоглянка, Подолянка, Золотоколосу, Харус, Білоцерківська напівкарликова, Мирхад, Крижинка, Фарандоль, Єрмак, Селянка, Панна, Краснодарська 99 і зразки спельти місцевої селекції з передгірських районів Карпат.

У першому поколінні спостерігали формування спельтоїдів (рис. 7.1).

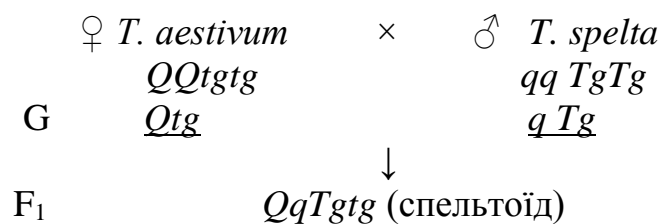
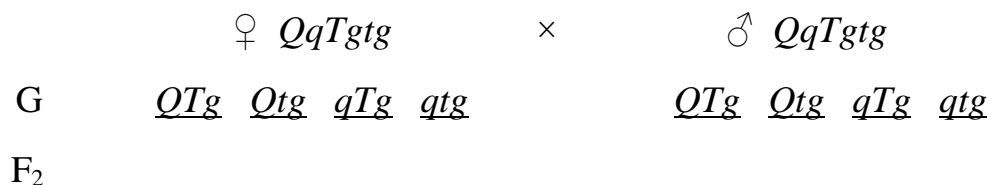


Рис. 7.1 Схема отримання гібридів F₁ за гібридизації *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L.

Отримані нащадки самозапилювали (рис. 7.2) або повторно схрещували із батьківськими формами.



♀ ♂	Q Tg	Q tg	q Tg	q tg
QTg	QQ TgTg	QQ Tgtg	QqTgTg	QqTgtg
Qtg	QQ Tg tg	QQ tg tg	Qq Tg tg	Qq tg tg
qTg	QqTgTg	QqTgtg	qqTgTg	qqTgtg
Qtg	QqTgtg	Qq tg tg	qqTgtg	qq tg tg

Рис. 7.2 Схема розщеплення гібридів F₂ *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. за фенотипом:

12 (спельта) : 3 (пшениця м'яка) : 1 (скверхеда).

За самозапилення гібридів F₁ у потомстві отримано 12 частин рослин з

ознаками пшениці спельта (рис. 7.3), три частини – пшениці м'якої (рис. 7.4) та одну частину – скверхеди (рис. 7.5). Отримане розщеплення в нащадків вказує на успадкування ознаки спельтоїдності за типом домінантного епістазу (табл. 7.1).



Рис. 7.3 Колос рекомбінантних форм типу пшениці спельта
(зразки 1625, 1809, 1710, 1766).



Рис. 7.4 Колос рекомбінантних форм типу пшениці м'якої
(зразки 1598, 1682, 1692).



Рис. 7.5 Колос рекомбінантної форми типу скверхед (зразок 1678)

Таблиця 7.1

Аналіз розщеплення спельтоїдів у F_2 за генами $Tg/tg, Q/q$

Статистичні дані	Розщеплення рослин за ознаками			Кількість рослин у досліді
	типу спельта	типу пшениця м'яка	скверхет	
Фактичні дані (р)	273	52	21	346
Співвідношення рослин за ознакою	0,789	0,150	0,061	1
Теоретично очікувані за розщеплення 12 : 3 : 1(q)	260	64	23	346
Відхилення експериментальних даних від теоретично очікуваних (d)	+13,5	-11,88	-1,62	0
Квадрат відхилення (d^2)	182	141	2,62	-
Відношення квадрата відхилення до теоретично очікуваних даних (d^2/q)	0,702	2,209	0,116	-
χ^2	-			3,03

Статистичний аналіз розщеплення гібридів F_2 підтверджує, що $\chi^2_{\text{ф}} < \chi^2_{\text{ст}}$, а це вказує на те, що нульову гіпотезу підтверджено і отримані дані відповідають взаємодії неалельних генів за типом домінантного епістазу. Фактично отримане розщеплення відповідає формулі 12 : 3 : 1. Значення χ^2 істотно за $P < 0,001$.

Гібридне потомство F_{2-5} аналізували за проявом морфобіологічних ознак і господарсько-цінних показників. За допомогою індивідуально-родинного добору серед нащадків відібрано зразки, що характеризувалися значним різноманіттям за господарсько-цінними ознаками (висота рослин, довжина і забарвлення колосу, щільність колосу, вимолочуваність зерна, маса зерна з головного колосу, маса 1000 зерен, вміст у зерні білка та клейковини, якість клейковини, врожайність тощо) та морфобіологічними властивостями. Нині робоча колекція пшениці нараховує понад 1000 зразків. До її складу входять сортозразки пшениці м'якої, пшениці спельта та спельтоїдні гібриди, що характеризуються низкою цінних ознак, зокрема, ранньостиглістю, низькорослістю, високою зимо- і морозостійкістю тощо. Окремі матеріали перевищують вихідні сорти за врожайністю, вмістом білка та клейковини в зерні.

Всі створені матеріали, починаючи з F_5 , коли розщеплення вже не спостерігалось, з урахуванням загального габітусу рослин і морфологічної будови колосу було розділено на пшениці м'які, пшениці спельта та проміжні (спельтоподібні) форми. У кожній групі рослин для подальшого тестування відбирали кращі за господарсько-цінними показниками зразки. Тестування матеріалів проводили впродовж 2012–2018 рр. (F_5 – F_{10}).

До групи пшениць м'яких увійшли зразки, що мають середньощільний або щільний колос (16–28 шт. колосків на 10 см колосового стрижня) з нормальною колосковою лускою та вільним обмолотом зерна. Група пшениць спельта об'єднує форми з довгим, нещільним колосом (<16 шт. колосків на 10 см колосового стрижня), грубою колосковою лускою та ускладненим обмолотом зерна. До спельтоподібних – віднесено зразки, що за морфологічною будовою колосу займали проміжне положення між батьківськими формами.

Спельтоїдна форма гексаплоїдних видів пшениць контролюється геном S/s , що впливає на довжину і щільність колосу [11, 30]. Ген C/c викликає зменшення його довжини. За гібридизації пшениці м'якої, що має

домінантний алель гена *C/c* та пшениці спельта, яка несе домінантні алелі гена *S/s*, в поколінні нащадків спостерігається проміжне успадкування щільності та довжини колосу. Хоча за цими показниками отримали значне варіювання в поколіннях (рис. 7.6).

За висотою рослин колекція включає широкий спектр форм. Розмах мінливості за ознакою «висота рослин» становив 52–129 см. Створені зразки, згідно класифікації В. Ф. Дорофєєва [4, 5], розділено на високорослі (понад 120 см), середньорослі (105–119 см), низькорослі (85–104 см), напівкарлики (60–84 см) і карлики (< 60 см). Найчисельнішими та найпродуктивнішими були низькоросла та напівкарликова групи пшениць.



1

2

3

Рис. 7.6 Колоси батьківських форм *Triticum aestivum* L. (сорт *Фаворитка* – 1), *Triticum spelta* L. (сорт *Зоря України* – 2), гібриду F_1 (спельтоїд – 3).

Пшениця спельта є високорослим видом. Тому зниження висоти рослин за збереження високого вмісту білка і клейковини є актуальним завданням селекції. Вчені стверджують, що гібридні форми отримані за схрещування різних за висотою зразків пшениці займають проміжне положення між вихідними формами [11]. Проте в літературі зафіксовано факти домінування і наддомінування високостебловості рослин. Поряд з цим спостерігають у

поколіннях селекційну (адитивна взаємодія генів) і гібридну (комплементарна взаємодія генів) карликовість. У літературі зустрічається незначна кількість інформації про генетичний контроль висоти рослин у виду *Triticum spelta* L. Вчені [11, 13], отримавши в поколінні високостеблових форм спельти високорослі рослини, припустили наявність у геномі пшениці спельта домінантних генів високостебловості. Її гібридизація з сортами пшениці м'якої з домінантними чи рецесивними генами карликовості, супроводжується різною взаємодією генів (комплементарія, епістаз, полімерія) та формуванням нащадків з широким розмахом мінливості за висотою стеблостою рослин.

Порівняльний аналіз понад 200 спельтоїдних зразків і вихідних форм вказує на різні типи успадкування висоти рослин від типового проміжного успадкування до гетерозису та домінантної короткостебловості.

Висота рослин зразків пшениці спельта була в межах 75–127 см, коефіцієнт варіації при цьому перевищував 20 % ($V=36\%$), що вказує на значне варіювання створених сортозразків за цією ознакою. Істотне зниження висоти рослин відносно стандарту зафіксовано у 10 сортозразків (табл. 7.2).

Виділено напівкарликовий зразок пшениці спельта 1559 та карликовий 1817, що характеризувалися високою для цього виду пшениці врожайністю (6,36 і 6,55 т/га відповідно).

Пшениця спельта має нещільний колос, що призводить до його низької озерненості. Тому важливо підвищити щільність, і, як результат, озерненість колосу. За показниками маси зерна з головного колосу та довжини колосу у зразків пшениці спельта спостерігалось незначне варіювання. Всі вони мали не щільний колос завдовжки 15,0–18,3 см. За масою зерна з головного колосу зразки 1695, 1691, 1755, 1559, 1674, 1817 та 1786 істотно перевищували сорт Зоря України.

Основною метою гібридизації пшениці м'якої зі спельтою було створення нових форм пшениці з підвищеним вмістом білка і клейковини. Вміст білка в зерні пшениці м'якої коливається в межах 12–14 %,

Таблиця 7.2

Господарсько-цінні показники колекційних зразків пшениці спельта, 2013–2017 рр.

Селекційний матеріал	Комбінація схрещування	Висота рослин, см	Маса зерна з головного колоса, г	Довжина колоса, см	Маса 1000 зерен, г	Вміст клейковини в зерні, %	Вміст білка в зерні, %	Урожайність зерна, т/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зоря України (st)	–	116	1,82	15,8	50,5	48,2	23,7	5,52
1730	Фаворитка × спельта	127	1,74	15,7	45,5	37,7	15,8	4,81
1695	Фарандоль × спельта	129	2,72	16,1	50,8	40,8	19,2	6,52
1691	Краснодарська 99 × спельта	120	2,08	15,8	55,1	47,8	22,8	5,81
1719	Панна × спельта	109	1,87	16,8	52,1	42,2	20,1	5,74
1721	Панна × спельта	106	1,62	17,6	43,8	48,8	24,0	4,83
1725	Копилівчанка × спельта	110	1,36	17,2	44,2	40,4	18,7	4,42
1755	Панна × спельта	98	2,33	17,5	51,2	39,2	18,1	6,04
1731	Фаворитка × спельта	100	1,66	17,6	42,8	40,2	19,2	4,93
1559	Крижинка × спельта	87	2,45	18,3	65,0	44,5	21,2	6,36

Продовження таблиці 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1694	Фарандоль × спельта	98	1,78	18,1	43,4	41,2	19,4	5,15
1674	Фарандоль × спельта	89	2,06	15,0	55,5	35,1	16,4	5,86
1817	Харус × спельта	75	2,67	18,3	50,2	45,2	22,3	6,55
1786	Фаворитка × спельта	82	2,05	15,1	51,7	42,4	20,7	5,84
	HP_{05}	3	0,07	0,4	1,67	1,4	0,7	0,19
	$x \pm S_x$	102 ± 10	$2,03 \pm 0,25$	$16,9 \pm 0,7$	$50,1 \pm 3,8$	$42,0 \pm 2,3$	$19,8 \pm 1,4$	$5,60 \pm 0,42$
	<i>min</i>	75,0	1,36	15,0	42,8	35,1	15,8	4,42
	<i>max</i>	129,0	2,72	18,3	65,0	48,8	24,0	6,55
	V, %	36,0	8,55	8,4	79,6	35,4	28,7	8,88
	S_x , %	4,6	0,06	2,0	3,5	2,5	3,3	0,03

а клейковини – 26–30 %. У спельти значення цих показників істотно вищі: вміст білка понад 20 %, а клейковини 45–50 %. У створених нами сортозразків пшениці спельта вміст білка залежно від генотипу варіював від 16,4 до 24,0 %, клейковини – від 35,1 до 48,8 %. Високі значення коефіцієнта варіації вказують на значний розмах мінливості за вмістом білка і клейковини. Зразки пшениці спельти переважали за цим показником форми пшениці м'якої та спельтоподібні гібриди. У досліді найвищим вмістом білка та клейковини вирізнялись сортозразки пшениці спельта 1721 і 1691. Вони мали вміст білка, відповідно 24,0 та 22,8 %, клейковини – 47,8 і 48,8 %, що не істотно перевищувало стандарт.

Негативними рисами спельти є її низька врожайність і, як зазначалось, ускладнений обмолот зерна. Очікувалось, що її гібридизація з пшеницею м'якою дозволить отримати нові форми пшениці спельта з поліпшеним обмолотом і підвищеною продуктивністю. У результаті проведених досліджень виділено форми, що за врожайністю істотно перевищували стандарт (зразки 1695, 1691, 1755, 1559, 1674, 1817 і 1786). При цьому зразки 1559 та 1817 характеризувались високими показниками якості зерна, зокрема, вмістом білка 21,2 і 22,3 % та клейковини – 44,5 і 45,2 %, відповідно.

Для спельтоїдних форм проблема зниження висоти рослин також є актуальною, оскільки ця ознака може проявлятися у проміжних форм аналогічно спельті. За висотою рослин у спельтоподібних форм спостерігалось значне варіювання ($V = 28 \%$) (табл. 7.3).

Спельтоїдні форми істотно поступалися сорту Зоря України за висотою рослин, а зразки 1809, 1800, 1628 і 1635 істотно поступалися обом стандартам. Зафіксовано широке варіювання за масою 1000 зерен – від 42,4 до 59,2 г. У спельтоподібних форм спостерігалось істотне зниження маси 1000 зерен відносно сорту-стандарту Подолянка. Виняток становив лише зразок 1710, у якого маса 1000 зерен була на рівні 59,2 г, що є найбільшою у досліді.

Господарсько-цінні показники спельтоподібних зразків, 2013–2017 рр.

Селекційний матеріал	Комбінація схрещування	Висота рослини, см	Маса зерна з головного колосу, г	Довжина колосу, см	Маса 1000 зерен, г	Вміст клейковини в зерні, %	Вміст білка в зерні, %	Урожайність зерна, т/га
Подольянка (st)	–	85	2,32	9,8	52,4	29,4	13,8	6,78
Зоря України (st)	–	116	1,82	15,8	50,5	48,2	23,7	5,52
1669	Панна × спельта	99	1,45	14,0	45,8	33,6	16,2	4,95
1766	Фаворитка × спельта	97	1,88	13,6	42,4	34,9	16,5	5,65
1710	Золотоколосу × спельта	100	1,99	14,0	59,2	35,8	17,0	5,87
1626	Єрмак × спельта	87	1,75	14,1	50,5	30,4	14,3	5,41
1561	Крижинка × спельта	102	2,27	14,6	51,4	36,4	17,5	6,45
1694	Селянка × спельта	80	1,45	12,3	50,2	32,1	15,6	4,87
1809	Копилівчанка × спельта	78	1,65	14,0	45,7	39,1	18,1	5,98
1800	Харус × спельта	75	1,48	12,8	50,1	35,0	16,5	4,80
1628	Єрмак × спельта	58	1,28	12,5	43,7	44,3	21,4	4,68
1635	Подольянка × спельта	55	1,49	12,7	45,7	35,1	16,7	5,01
<i>НІР₀₅</i>		3	0,06	0,4	1,7	1,2	0,6	0,18
<i>x ± S_x</i>		83,1±12	1,67±0,21	13,5±0,6	48,5±3,4	35,3±2,6	16,9±1,3	5,27±0,40
<i>min</i>		55,0	1,28	12,3	42,4	30,4	14,3	4,68
<i>max</i>		102,0	2,27	14,6	59,2	44,3	21,4	6,45
<i>V, %</i>		28,1	4,14	5,4	49,2	38,2	20,6	5,09
<i>S_x, %</i>		6,5	5,76	1,9	3,2	3,3	3,4	3,41

Серед спельтоподібних матеріалів поєднанням високої продуктивності з підвищеним вмістом клейковини характеризувався лише низькорослий зразок 1561, який за врожайністю (6,45 т/га) наближався до сорту Подолянка та істотно перевищував його за вмістом клейковини (36,4 %) і білка (17,5 %).

У групі пшениці м'якої високорослих зразків виділено не було. Відібрано два середньорослих зразки проте вони не мали високих показників продуктивності та якості зерна. Висота рослин у групі пшениці м'якої варіювала у межах 52–100 см, коефіцієнт варіації при цьому становив 28 %, що вказує на значний розмах мінливості за цією ознакою (табл. 7.4).

У цій групі рослин спостерігалось значне варіювання ($V = 29\%$) за вмістом клейковини. Розмах мінливості становив 27,5–38,1 %. Істотне збільшення вмісту клейковини та білка відносно стандарту відмічено в усіх зразків, крім 1692, 1687, 1682 і 1514, у яких ці показники були на рівні контрольного варіанту.

Серед пшениць за сукупністю господарсько-цінних ознак виділився напівкарликовий зразок 1689, який поєднував високу врожайність (7,19 т/га) із підвищеним вмістом у зерні білка (15,8 %) і клейковини (32,1 %). У результаті проведених досліджень було виділено карликові зразки пшениці м'якої, що за врожайністю не поступалися сорту Подолянка, зокрема зразок 1514 мав урожайність на рівні 6,74 т/га за висоти рослин 55 см.

У колекційному розсаднику виділено зразки з різною формою колосу. Враховуючи його морфологічну будову, всі отримані матеріали розділено на шість морфотипів: спельта, спельтоїди, форми з типовим колосом пшениці м'якої, скверхеда, субкомпактоїди та компактоїди (табл. 7.5).

Найціннішими з практичної точки зору є спельтоїди, форми з типовим колосом пшениці м'якої та скверхеда, оскільки саме вони мають добре озернений колос з вільним обмолотом зерна, що забезпечує високу врожайність культури.

У наших дослідженнях найпродуктивнішими були саме ці форми. Зокрема, скверхедний зразок 1689 та зразок з типовим колосом пшениці м'якої 1692 мали найвищу в досліді врожайність – 7,19 та 7,02 т/га, відповідно.

**Господарсько-цінні показники колекційних зразків пшениці м'якої,
2013–2017 рр.**

Селекційний матеріал	Комбінація схрещування	Висота рослин, см	Маса зерна з головного колосу, г	Довжина колосу, см	Маса 1000 зерен, г	Вміст клейковини в зерні, %	Вміст білка в зерні, %	Урожайність зерна, т/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Подольянка (st)	–	8	2,32	9,8	52,4	29,4	13,8	6,78
1692	Краснодарська 99 × спельта	100	2,45	8,5	55,2	30,1	14,2	7,02
1687	Мирхад × спельта	87	2,12	9,8	53,1	29,7	13,7	6,45
1688	Мирхад × спельта	89	1,55	6,4	48,7	35,4	16,5	5,49
1684	Єрмак × спельта	90	1,78	8,8	45,7	38,1	17,8	5,74
1685	Єрмак × спельта	95	2,35	9,8	52,0	30,2	14,2	6,87
1682	Селянка × спельта	90	2,10	9,4	50,8	27,5	12,9	6,36
1693	Смуглянка × спельта	80	2,02	9,5	52,5	34,6	16,1	5,97
1689	Золотоколосу × спельта	80	2,52	9,0	53,4	32,1	15,8	7,19
1686	Харус × спельта	77	2,10	8,7	50,1	31,7	15,2	6,40
1681	Харус × спельта	75	1,58	6,4	46,5	36,4	17,1	5,38
1675	Селянка × спельта	60	1,98	9,5	48,9	33,4	16,1	5,80
1678	Селянка × спельта	58	2,22	8,8	46,8	32,2	16,0	6,30
1514	БЦНК × спельта	55	2,01	8,0	48,2	28,8	13,5	6,74

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1598	Подільянка × спельта	52	1,85	9,4	47,8	33,8	16,4	5,95
<i>НІР₀₅</i>		3	0,07	0,3	1,7	1,1	0,5	0,22
<i>x ± S_x</i>		77,7±9	2,0±0,17	8,7±0,6	50,0±1,7	32,4±1,8	15,4±0,8	6,26±0,32
<i>min</i>		52,0	1,6	6,4	45,7	27,5	12,9	5,38
<i>max</i>		100,0	2,5	9,8	55,2	38,1	17,8	7,19
<i>V, %</i>		31,1	4,14	13,7	17,1	28,6	14,2	5,09
<i>S_x, %</i>		5,4	3,80	3,4	1,6	2,5	2,5	2,41

Таблиця 7.5

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

Морфо-тип зразків	Селекційний зразок	Щільність колосу, шт. колосків/ 10 см колосового стрижня	Довжина колосу, см	Характеристика
Спельти	1786, 1817, 1674, 1694, 1559, 1731, 1755, 1725, 1721, 1719, 1691, 1695, 1730	<16	>15	Довгий, нещільний колос з грубою колосковою лускою та важким обмолотом зерна
Спельтоїди	1635, 1628, 1800, 1809, 1693, 1561, 1626, 1710, 1766, 1669	<16, 17–22	12–15	Подовжений, нещільний або середньої щільності колос з ускладненим обмолотом зерна
Форми з типовим колосом пшениці м'якої	1598, 1514, 1675, 1686, 1682, 1685, 1684, 1692	17–22	8–12	Середньощільний колос з нормальною колосковою лускою і вільним обмолотом зерна
Скверхеди	1689, 1693, 1687, 1678,	17–22, 23–28	8–12	Ущільнена верхня частина колосу
Субкомпактоїди	1688, 1681	23–28, >28	6–8	Вкорочений колос з ущільненою верхівковою і середньою частиною
Компактоїди	1518	>28	<6	Короткий надщільний колос

Спельти характеризуються невисокою озерненістю колосу, і, як результат, нижчою його врожайністю. Проте основною перешкодою для їх широкого впровадження у виробництво є важкий обмолот зерна з колосу (вимолочуваність зерна становить біля 60 %), що ускладнює процес їх механізованого збирання. Серед колекційних зразків найпродуктивнішими формами пшениці спельта були зразки 1695, 1755, 1559 і 1817, що мали досить високу для цього виду пшениці врожайність – 6,04–6,55 т/га.

Форми з довгим нещільним колосом мали низку переваг, зокрема швидке висихання колосу після дощу, внаслідок чого знижувалась сприйнятливість рослин до хвороб і формування крупного зерна з покращеними технологічними властивостями. У таких форм зафіксовано високу фертильність пилку та врожайність. Тому, вищевказані зразки, що характеризуються довгим колосом і високою продуктивністю можуть використовуватись для селекційного покращення пшениці за низкою господарсько-цінних ознак.

Важливим показником є маса зерна з головного колосу. Він позитивно корелює з урожайністю і може використовуватися для добору високопродуктивних генотипів на перших етапах селекційної роботи. У колекційних зразків пшениці маса зерна варіювала у межах 1,28–2,72 г/колос. Виділились за цим показником зразки пшениці спельта 1695, 1755, 1559, 1817, зразки пшениці м'якої 1692, 1685, 1689 та спельтоподібний зразок 1561, що за масою зерна з колосу перевищували стандарти.

Створені зразки істотно відрізнялися за тривалістю вегетаційного періоду. Пшениця спельта дозріває на 7–10 діб пізніше порівняно з пшеницею м'якою. До складу колекції входять зразки пшениці спельти в яких зафіксовано колосіння та дозрівання на рівні ранньостиглих сортів пшениці м'якої. Зразки 1674 і 1719 мають вегетаційний період 280–285 діб, а врожайність зерна істотно перевищувала стандарт (5,76–5,84 т/га). У групі пшениць м'яких і спельтоподібних форм також виділено ранньостиглі

генотипи. Це зразки 1685 і 1710 з вегетаційним періодом 280–285 діб, що достигали на 7–10 діб раніше, ніж сорт Подолянка.

В окремі роки проведення досліджень (2013–2015) на посівах пшениці спостерігалось значне розповсюдження бурої іржі. Ураженню збудником цієї хвороби підлягали 80 % посівів. У цей період зразки пшениці спельти 1674 та 1721, а також зразки пшениці м'якої 1685 і 1692 характеризувалися високою резистентністю до цього збудника. Інтенсивність ураження рослин цих матеріалів була менше 5 % листкової поверхні, що за шкалою стійкості відповідає 8–9 балам. Ці зразки можна використовувати в селекційному процесі пшениці в якості донорів генів стійкості проти бурої іржі.

Колекційні зразки постійно апробуються, успішно ведеться пошук нових форм-донорів цінних ознак. Найвищу врожайність та показники продуктивності колосу зафіксовано у пшениць м'яких. Із 14 номерів, що увійшли до цієї групи – два істотно перевищували стандарт за врожайністю, а ще два не поступалися йому. Варто відзначити зразки пшениці спельта 1695 та 1817, що поєднували високий вміст клейковини (> 40 %) і білка (біля 20 %) із високою продуктивністю.

У результаті проведених досліджень створено сорт пшениці м'якої Артаплот, який занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні і сорти пшениці м'якої Уманська царівна і Фрея, що передано на Державну науково-технічну експертизу.

Створений сорт пшениця м'яка озимої Артаплот (селекційний зразок 1809) за період Державної науково-технічної експертизи у різних ґрунтово-кліматичних зонах України мав наступні характеристики: тип розвитку – озимий; висота рослин 78 см; колос остистий; середня врожайність за роки випробування 6,4 т/га (2015–2017 рр.); вміст білка 18 %, клейковини – 39 %; маса 1000 зерен 45 г; натура зерна 690 г/л; стійкий проти фузаріозу, септоріозу, борошнистої роси та толерантний до кореневих гнилей і бурої іржі.

Отже, за гібридизації *Triticum aestivum* L. та *Triticum spelta* L., отримано різноманіття селекційних матеріалів і сформовано колекцію зразків, що різняться за морфологічними, біологічними та біохімічними характеристиками. Вони є джерелом цінної генетичної плазми для поліпшення існуючих і створення нових сортів пшениці.

Висновок за розділом 7

1. Виявлено, що генетична рекомбінація генів у міжвидових гібридів *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. дозволяє створити спельтоїдні форми пшениці м'якої озимої зі зміненою архітектонікою рослин та високим вмістом білка.

2. За гібридизації *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. у першому поколінні формуються спельтоїди, що характеризуються грубою колосковою лускою та ускладненим обмолотом зерна. Встановлено, що ці ознаки успадковуються за типом домінантного епістазу за схемою розщеплення гетерозигот 12 : 3 : 1. Показано, що ген *Tg/tg*, який контролює наявність грубої колоскової луски є епістатичним за відношенням до гена *Q/q*.

3. Створено робочу колекцію зразків пшениці, що включає понад 1000 номерів. Їх проаналізовано за показниками господарської цінності та придатності щодо залучення в схеми селекційного покращення культури. Колекція включає рекомбінантні форми, що відрізняються за господарсько-цінними показниками, архітектонікою рослини, морфобіологічними та біохімічними властивостями.

4. Виділено форми пшениці спельта, пшениці м'якої та спельтоподібні зразки, що поєднують високу продуктивність з високою якістю зерна: зразок пшениці спельта 1817 з вмістом клейковини 45,2 %, білка 22,3 % і врожайністю 6,55 т/га; зразок пшениці м'якої 1689, що містить клейковини 32,4 %, білка 15,8 % та має врожайність на рівні 7,19 т/га.

5. За гібридизації пшениці м'якої та спельта створено сорт пшениці м'якої озимої Артаплот, який у 2018 році занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні та сорти Уманська царівна і Фрея, що в 2019 році передано на Державну науково-технічну експертизу.

За матеріалами розділу опубліковано сім наукових праць [1–3, 11, 13, 16, 28].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 7

1. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Полянецька І. О., Желейна В. В., Улянич І. Ф., Рябовол Я. С. Якість крупи швидкого приготування із зерна спельта залежно від температури екстрагування. Вісник Уманського НУС. Умань, 2018. Вип. № 1. С. 111–117.
1. Диордиева И. П., Рябовол Я. С. Показатели качества зерна образцов пшеницы созданных путем гибридизации *Triticum aestivum* L/*Triticum spelta* L. Вестник БГСХА. 2018. № 4. С. 35–38.
2. Диордиева И. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Коцюба С. П. Экологическая пластичность и стабильность образцов пшеницы спельты по урожайности зерна. Материалы Международной конференции *Natural and Technical Sciences*. Будапешт, 2018. С. 7–9.
3. Дорофеев В. Ф. Закавказский очаг происхождения культурных растений и его роль в формировании мирового генофонда. Генофонд культурных растений и их диких сородичей в Закавказье. Ереван, 1987. С. 11–17.
4. Дорофеев В. Ф., Удачин Р. А., Семенова Л. В. Пшеницы мира. Ленинград: Агропромиздат. 1987. 560 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Ельников Н. И., Дидусь В. И. Завязывание гибридных семян озимой пшеницы в зависимости от способов опыления. Селекция и семеноводство. Київ: Урожай. 1977. Вып. 37. С. 3–6.
7. Зерно. Метод определения массы 1000 зерен: ГОСТ 10842–89. Москва: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам. 1989. 6 с.

8. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Київ: Український інститут експертизи сортів рослин, 2011. 133 с.
9. Полянецька І. О. Селекційно-генетичне покращення *Triticum spelta* L. та використання її в селекції *Triticum aestivum* L.: автореф. дис... к-та с.-г. наук. 06.01.05. – селекція і насінництво. Київ. 2012. 20 с.
10. Пшениця спельта. Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, М. Ф. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, Я. С. Рябовол, О. Г. Сухому; за ред. Г. М. Господаренка. Київ: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2016. 312 с.
11. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення: монографія. Київ: Логос. 2011. 496 с.
12. Рябовол Л. О., Кисельова М. І., Любич В. В., Полянецька І. О., Рябовол Я. С. Формування врожайності та вмісту білка в зерні спельтоподібних гібридів F3–5, одержаних гібридизацією *Triticum aestivum* L/ *Triticum spelta* L. Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків, 2017. Вип.111. С. 107–114.
13. An X., Li Q., Yan Y., Xiao Y., Hsam SLK., Zeller F.J. Genetic diversity of European spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L. em. Thell.) revealed by glutenin subunit variations at the Glu-1 and Glu-3 loci. *Euphytica*. 2005. V. 146. P. 193–201.
14. Cisar G., Cooper D. Hybrid wheat. In: Curtis BC, Rajaram S, Gomez Macpherson H (eds) Bread wheat: improvement and production. Food and Agriculture Organization. Rome. 2002. P. 157–174.
15. Diordiieva, L. Riabovol, I. Riabovol, O. Serzhyk, A. Novak and S. Kotsiuba The characteristics of wheat collection samples created by *Triticum aestivum* L/*Triticum spelta* L. hybridization. *Agronomy Research*. 2018. V. 16, № 5. P. 2005–2015. DOI: 10.15159/AR.18.181.
16. Dvorak, J., Deal, K. R., Luo, M. C., You, F. M., von Borstel K., Dehghani H. The origin of spelt and free-threshing hexaploid wheat. *Journal of Heredity*. 2012. P. 426–441.

17. Guzman C., Mondal S., Govindan V., Autrique J.E., Posadas-Romano G., Cervantes F. Use of rapid tests to predict quality traits of CIMMYT bread wheat genotypes grown under different environments. *LWT Food Sci. Technol.* 2016. P. 327–333.
18. 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. V. 110. P. 1161–1171.
19. Jantasuriyarat C., Vales M. I., Watson C. J. W., Riera-Lizarazu O. Identification and mapping of genetic loci affecting the free-threshing habit and spike compactness in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor Appl Genet*, 2004. P. 261–273.
20. Kato K., Miura H., and Sawada S. QTL mapping of genes controlling ear emergence time and plant height on chromosome 5A of wheat. *Theor Appl Genet*, 1999. P 472–476.
21. Kato K., Sonokawa R., Miura H. and Sawada S. Dwarfing effect associated with the threshability gene Q on wheat chromosome 5A. *Plant Breeding*, 2003. P. 489–492.
22. Kerber R. E., Rowland G. G. Origin of the threshing character in hexaploid wheat. *Can. J. Genet. Cytol.* 1974. P. 145–154.
23. MacKey J. Species relationship in *Triticum*. Proc 2nd Intl Wheat Genet Symp Lund Hereditas. 1966. P. 237–376.
24. Muramatsu M. Dosage effect of the spelta gene q of hexaploid wheat. *Genetics*, 1963. P. 469–482.
25. Muramatsu M. Spike type in two cultivars of *Triticum dicoccum* with the spelta gene q compared with the Q-bearing variety *liguliforme*. *Jpn J Breed*, 1985. P. 255–267.
26. Peleg Z., Fahima T., Korol A. B., Abbo S., Saranga Y. Genetic analysis of wheat domestication and evolution under domestication. *Journal of Experimental Botany.* 2011. P. 5051–5061.
27. Riabovol L. O., Diordiieva I. P., Riabovol Ya. S., Polyanetska I. O., Lubchenco A. I. and Novak Zh. M. Triticale breeding improvement with the use of spelt

- wheat (*Triticum spelta* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2018. V. 16 (1). P. 54–58.
28. Tsunewaki K., Jenkins B. C. Monosomic and conventional analyses of genes in common wheat. II. *Jpn J Genetic*, 1961. P. 428–443.
29. Zanetti S., Winzeler M., Feuillet C., Keller B., Messmer M. Genetic analysis of bread-making quality in wheat and spelt. *Plant breeding*, 2001. V. 120. № 1. P. 13–19.

РОЗДІЛ 8

СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА

Тритикале – порівняно новий біологічний вид злакових, що поєднує низку цінних господарсько-біологічних характеристик, властивих вихідним видам – пшениці та жита. За врожайністю і кормовими цінностями воно перевершує окремі зернові культури [26, 31]. Потенційна врожайність кращих сортів понад 10,0 т/га зерна [16]. Світовий досвід показує, що відбувається динамічне зростання посівів тритикале [21, 34, 42].

Відомі сорти тритикале мають геномну формулу ABR [31]. Геноми A і B походять від м'якої та твердої пшениці, а геном R – від жита. Ці тритикале називаються тривидовими, оскільки містять геноми трьох батьківських форм. Вперше тривидові гексаплоїдні тритикале було створено А. Ф. Шулиндіним. Він розробив біологічний метод їх синтезу, що й нині успішно використовується в селекції цієї культури [24, 43]. Тривидові гексаплоїдні тритикале за врожайністю перевищують пшеницю і вирощуються у багатьох країнах світу [41].

Незважаючи на це, тривидові гексаплоїдні тритикале мають недоліки і потребують селекційного вдосконалення за низкою ознак [19, 25]. Невирішеними залишаються проблеми зниження висоти рослин, покращення технологічних і хлібопекарських властивостей, поліпшення виповненості зерна, підвищення стійкості проти вилягання і проростання зерна в колосі тощо [3, 6, 25, 45].

Недостатньо висока пластичність сортів і селекційних форм, пов'язана з обмеженою генетичною різноманітністю вихідного матеріалу, потребує розширення генофонду культури і підвищення ефективності її селекції різними методами, зокрема, гібридизацією гексаплоїдних тритикале з окремими видами роду *Triticum* [28, 32]. Це є ефективним способом істотного розширення генетичного різноманіття культури [40]. В системі схрещувань

доцільно використовувати пшеницю спельта (*Triticum spelta* L.), яка є гексаплоїдним видом пшениці ($2n = 6x = 42$) з геномним складом гомологічним пшениці м'якій. У зерні пшениці спельта міститься до 25 % білка, що в середньому на 10–15 % більше, ніж у зерні пшениці м'якої [27]. Крім того, вона містить незамінні амінокислоти, що відсутні у пшениці м'якій і не можуть бути отримані із продуктів тваринного походження [30].

За гібридизації очікується, що якість схрещування між тривидовими тритикале та пшеницею спельта буде аналогічно схрещуванням тритикале з пшеницею м'якою. У гібридів першого покоління від схрещування тривидових тритикале (*AABBRR*) з пшеницею м'якою (*AABBDD*) між геномами *AB* тритикале та пшениці проходить типова бівалентна кон'югація, оскільки ці геноми є гомологічними. Геноми тритикале *R* та пшениці *D* не мають цитогенетичної спорідненості. Процес мейозу в них супроводжується аномаліями. Хромосоми цих геномів формують уніваленти, що між собою не кон'югують. Це призводить до формування анеуплоїдних гамет, а згодом і анеуплоїдних рослин. Фертильність пилюк таких рослин різко знижується [9].

Оскільки хромосоми пшениці м'якої і пшениці спельта є гомологічними, то можна припустити, що мейоз у гібридів між тривидовими тритикале та пшеницею спельта буде проходити аналогічно тритикалево-пшеничним гібридам. За схрещування тривидових тритикале із пшеницею спельта між геномами *AB* тритикале та $A^{sp}B^{sp}$ спельти повинна проходити типова бівалентна кон'югація. Геноми тритикале *R* та спельти D^{sp} не мають гомологічних пар. Тому за схрещування тривидових тритикале і пшениці спельта можуть спостерігатися такі ж відхилення від мейозу, як за гібридизації тритикале та пшениці м'якої.

Зав'язуваність і життєздатність гібридних зернівок за схрещування тритикале з пшеницею, у межах окремої комбінації суттєво залежить від генотипу батьківських форм. За даними С. І. Гриб та В. Н. Буштевич [2, 7] коефіцієнт зав'язування насіння за гібридизації тритикале з пшеницею (в середньому 11,5 % за результатами 358 комбінацій) значно нижчий, ніж його

формування за внутрішньовидової гібридизації (в середньому 36,5 %). Аналогічні результати отримано В. Е. Писаревими, А. Ф. Шуліндіним і М. Г. Максимовим, Б. В. Ригінім та І. Н. Орловою [19, 20, 24].

Гібридизація тривидових тритикале і пшениці спельта дозволяє отримати нові форми тритикале, в яких можна очікувати поєднання переваг батьківських форм. При залученні спельти в селекційний процес тритикале в популяції нащадків можуть виникати форми із покращеними кількісними та якісними показниками врожайності. Вони можуть виступати в якості готових сортів або донорів окремих господарсько-цінних ознак. Створення форм тритикале із покращеними показниками врожайності, елементами продуктивності колосу, якості продукції та низкою інших цінних ознак є актуальним завданням селекції культури.

Метою досліджень було вдосконалення способів селекційного поліпшення тритикале за використання в гібридних комбінаціях пшениці спельта для поліпшення якості зерна й архітектоніки рослини та оцінка створених форм за основними господарсько-цінними ознаками.

Вихідним матеріалом у схемі гібридизації використовували сорти тривидових тритикале (*Triticosecale* Wittmack) Розівська 6, Розівська 7, Ладне і сорт пшениці спельта озима (*Triticum spelta* L.) Зоря України, що був запилювачем. Гібридизацію проводили за кастрації квіток материнської форми з наступним примусовим запиленням їх батьківською формою [39].

8.1 Створення гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack/*Triticum spelta* L. і використання беккросних схрещувань для стабілізації чотиривидових тритикале

Для передачі генетичного матеріалу пшениці спельта в геном тривидових тритикале було проведено їх схрещування між собою. У результаті схрещувань отримано стерильне потомство F₁. Відмічено лише декілька випадків формування фертильних пилкових зерен. Зав'язуваність

гібридних зерен в середньому становила 9,4 %. При цьому, середня кількість сформованих насінин на один колос складала 2,7 шт. [8, 13].

Гібриди F₁ від схрещування тритикале і спельти були однотиповими за морфологічною будовою колосу і загальним габітусом рослин (рис. 8.1).



Рис. 8.1 Гібрид F₁ *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L.

У створених матеріалів домінують ознаки спельти, зокрема, довгий нещільний колос з грубою колосковою лускою, безостість тощо. Насіння гібридів складно вимолочувалось з колосу. Прояв ознак спельти вказує на те, що гібриди F₁ від схрещування тритикале та пшениці спельта поєднують у собі геноми чотирьох видів, а саме – пшениці м'якої, твердої, спельти і жита.

Пшениця спельта має гени *qq*, що обумовлює ускладнений обмолот зерна. Рецисивний алель *q* у гомозиготному стані спричиняє утворення спельтоїдного типу колосу [8, 9]. Зерно зразків з таким типом колосу важко відділяється від колоскових лусок.

На процес обмолоту впливає і характер колоскової луски (груба або ніжна). Для пшениці спельта характерною є груба колоскова луска, що обумовлюється присутністю домінантного алеля *Tg* гена *Tg/tg* і перешкоджає вільному обмолоту зерна.

Генотип пшениці спельта – *qqTgTg*. За схрещування тритикале і спельти в першому поколінні всі отримані нащадки мали грубу колоскову луску та важкий обмолот зерна. Це вказує на те, що у гібридів першого покоління *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L. відбулося об'єднання генетичного матеріалу тритикале та пшениці спельта. Гетерозиготи за цією ознакою мають генотип *QqTgtg*.

Характерними ознаками тритикале-спельтоїдного гібриду F_1 є наявність довгого не щільного колосу, грубої колоскової луски та ускладненого обмолоту зерна (рис. 8.2).

$$\begin{array}{ccc}
 \text{♀ } \textit{Triticosecale} \text{ Wittmack} & \times & \text{♂ } \textit{Triticum} \text{ spelta} \\
 \text{QQtgtg} & & \text{qq TgTg} \\
 \\
 \text{G} & & \text{g Tg} \\
 \text{Qtg} & & \text{q Tg} \\
 \\
 \text{F}_1 & & \text{QqTgtg} \\
 & & \text{(спельтоїд)}
 \end{array}$$

Рис. 8.2 Схема успадкування генів Q/q , T/g за гібридизації *Triticosecale* Wittmack \times *Triticum spelta* L.

Одна із пари хромосом 5A походить від тритикале і має доміантний алель Q , а друга хромосома 5A – від спельти, що має рецисивний алель q . Генотип Qq характеризується ускладненим обмолотом зерна. Гібриди мають доміантний алель гена Tg , що присутній у спельта і проявляється наявністю грубої колоскової луски. Прояв характерних ознак спельти в гібридів першого покоління підтверджує наявність генів спельти у їх геномі.

Гібриди F_1 *Triticosecale* Wittmack \times *Triticum spelta* L. були безостими. Безостість гексаплоїдних видів пшениці контролюється генами $B1$, $B2$, Hd , що локалізуються в хромосомах 5A, 6B і 4A. За схрещування остистих гексаплоїдних тритикале з безостими формами пшениці м'якої у гібридів першого покоління домінує безостість. У наступних поколіннях експресія ознаки «безостість» значно знижується навіть до повної її відсутності. Однозначність причини таких змін не встановлено [9, 20, 24]. Безостість отриманих гібридів F_1 додатково вказує на присутність генетичного матеріалу пшениці спельта в їх геномі.

Отже, гібриди першого покоління від гібридизації тритикале і пшениці спельта поєднують у своєму геномі гени трьох видів пшениць (м'якої, твердої та спельти) і жита. Наявність генетичного матеріалу пшениці спельта підтверджується проявом типових ознак культури.

За схрещування тривидових тритикале та пшениці спельта у першому поколінні було отримано стерильні матеріали і незначну частку рослин, що формували фертильні пилкові зерна.

Стерильність гібридів пояснюється тим, що між геномами *AB* тритикале та пшениці проходить нормальна бівалентна кон'югація, а геноми тритикале *R* та пшениці *D* не мають цитогенетичної спорідненості, що викликає порушення мейозу. Хромосоми цих геномів формують уніваленти, що не кон'югують між собою. Це призводить до формування анеуплоїдних гамет, а згодом і анеуплоїдних рослин, що будуть стерильними [8, 9, 13].

Оскільки хромосоми пшениці м'якої і пшениці спельта є гомологічними, тому можна припустити, що мейоз у гібридів між тривидовими тритикале та пшеницею спельта буде проходити аналогічно тритикале-пшеничним гібридам. У рослин можуть відбуватися такі ж відхилення від нормального проходження процесу мейозу, як і у гібридів між тритикале та пшеницею м'якою. На нашу думку, саме тому гібриди F_1 *Triticosecale* Wittmack \times *Triticum spelta* L. мали низькі показники фертильності пилку. Однак, внаслідок хаотичного розходження хромосом до полюсів дочірніх клітин формується незначна частка життєздатних гамет, і, відповідно, рослин з частково фертильним пилком.

Для підвищення рівня фертильності й озерненості колосу було проведено повторні схрещування гібридів F_1 із тривидовими тритикале. За беккросних схрещувань спостерігалось підвищення рівня зав'язування насіння та озерненості колосу. Зав'язуваність зерен у середньому складала 24 % з варіюванням ознаки від 15 % до 31 %.

Гібриди F_1 *Triticosecale* Wittmack \times *Triticum spelta* L. мають геномний склад $AA^{sp}BB^{sp}RD^{sp}$. У процесі гаметогенезу вони можуть формувати вісім типів гамет з різним кількісним і якісним складом генів вихідних форм (рис. 8.3).

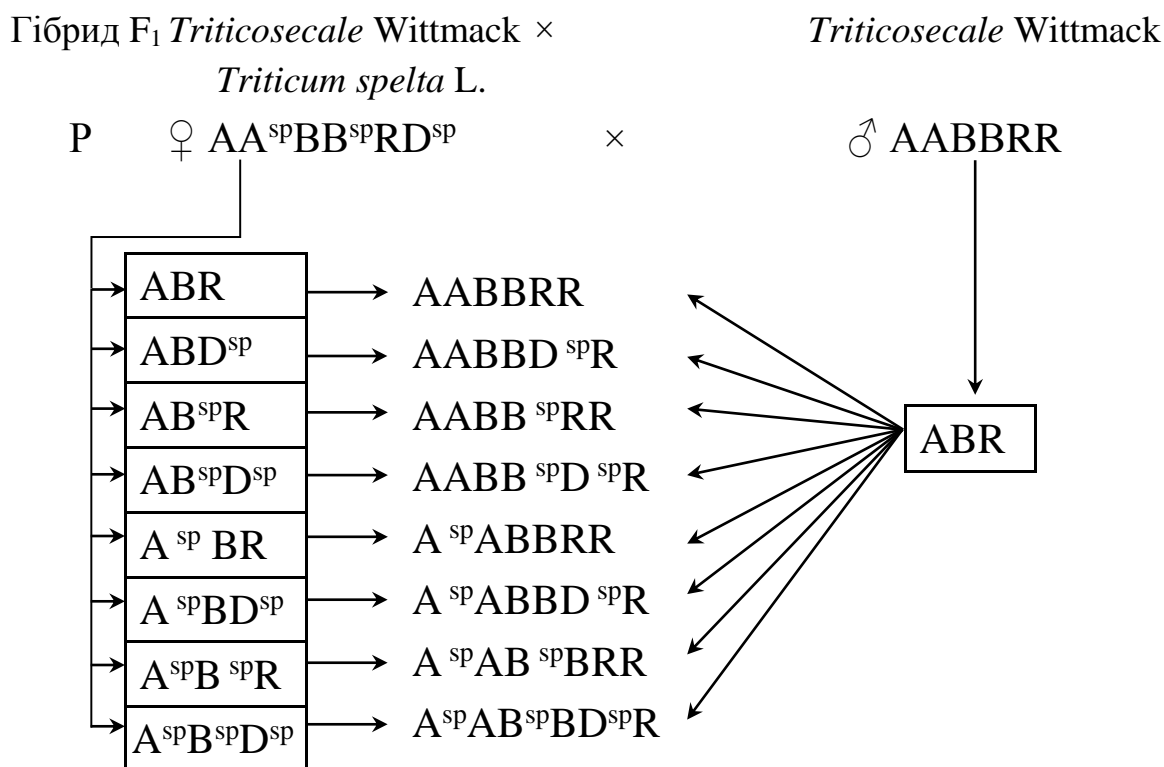


Рис. 8.3 Утворення функціональних гамет гібридів F_1 та генотипів рослин у $F_1 BC_1$

Такі гамети можуть мати від 0 до 100 % генетичного матеріалу пшениці спельта. Однак, процес утворення функціональних гамет і генотипів у беккросних нащадків є теоретичним в цілому для геномів, оскільки не враховується внутрішньогеномна перекомбінація хромосом, що може відбуватися в кожному субгеномі. Невідомо, яка кількість хромосом окремого субгеному комбінується в конкретному генотипі. До складу будь-якого із субгеномів можуть входити хромосоми різного походження: пшениці м'якої, твердої, спельти і жита.

У результаті беккросування отримано нащадки, що характеризуються різним ступенем насиченості геномами спельти і тритикале. Спостерігалось вищеплення рослин типових гексаплоїдних тритикале (генотип *AABBR*). Було відмічено стерильні та фертильні нащадки з різним рівнем прояву ознак батьківських форм [18].

Утворення рослин типових гексаплоїдних тритикале ймовірно відбувається в результаті поєднання гамет типу *ABR* та утворення нащадків з

геномною формулою $AABBRR$. Ці рослини за сукупністю фенотипових і морфологічних ознак ідентичні до тривидових гексаплоїдних тритикале. Вони мають оптимально озернений колос і високу частку квіток з фертильним пилком.

Утворення фертильних нащадків стає можливим за поєднання в їх геномі гомологічних субгеномів, між хромосомами яких проходить бівалентна кон'югація. Такі форми мають геномну формулу $A^{sp}AABBRR$, $AABB^{sp}RR$ або $A^{sp}AB^{sp}BRR$. Субгеноми A і B походять від пшениці м'якої та твердої, а субгеном R – від жита. Субгеноми A^{sp} і B^{sp} походять від пшениці спельта. Вони можуть складатися тільки з хромосом спельти, або бути скомбінованими з хромосом двох чи трьох видів пшениць, що залучалися до гібридизації. У таких нащадків спостерігався прояв ознак спельти (довгий колос, груба колоскова луска тощо) та поява нетипових для батьківських форм ознак (карликовість, скверхедність).

Експресія нових, не характерних для тривидових тритикале, ознак ймовірно пов'язана з присутністю в їх геномному складі генетичного матеріалу пшениці спельта, а фертильність пилку вказує на типове проходження мейозу.

У результаті беккросних схрещувань отримано нащадки зі стерильним колосом, що ймовірно пов'язано з присутністю в їх геномі двох не гомологічних субгеномів тритикале R і спельти D^{sp} . До таких слід віднести нащадки з ймовірними геномними формулами $AABBD^{sp}R$, $AABB^{sp}D^{sp}R$, $A^{sp}AABBD^{sp}R$ і $A^{sp}AB^{sp}BD^{sp}R$. Незбалансованість геномного та хромосомного складу може призводити до різних відхилень у проходженні мейозу. Це негативно впливає на фертильність пилку в отриманих рослин. Підвищення рівня фертильності у цих форм можливе за умови проходження нормальної бівалентної кон'югації між хромосомами усіх субгеномів і стабілізації мейозу.

У беккросних нащадків фенотиповий прояв ознак спельти дещо знижувався. У гібридів F_1BC_1 , мінливість рослин варіювала за фенотипом і

виходила за межі рівня мінливості ознак батьківських форм. Враховуючи морфологічні характеристики колосу та зернівок, рослини F_1BC_1 було розподілено на три групи морфотипів: морфотип пшениці спельта; морфотип тритикале; проміжний морфотип. Для рослин морфотипу спельта характерним було наявність довгого нещільного колосу (довжина колосу 14–16 см) та зеленого забарвлення рослин. Серед отриманих нащадків таких рослин було виявлено 12,1 %.

Колос рослин морфотипу тритикале дещо подовжений – 11–13 см. Для рослин цього морфотипу характерним є наявність опушення під колосом. Особливістю цієї групи є продовгувата зернівка сизого кольору та наявність довгих остюків. Кількісно в популяціях чотиривидових тритикале переважають рослини цього морфотипу. Їх частка сягала 42,5 % від загальної кількості отриманих рослин.

До проміжного морфотипу рослин увійшли зразки чотиривидових тритикале, що за сукупністю фенотипових ознак займали проміжне положення між батьківськими формами або характеризувались нетиповими для батьківських форм ознаками. Чисельність рослин цього морфотипу складала 26,9 %, зокрема, 8,6 % – карлики, 6,9 % – безості або напівостисті, 1,7 % – ранньостиглі та 9,7 % – із скверхедним колосом.

З метою стабілізації отриманих матеріалів гібриди F_1BC_1 самозапилювали упродовж кількох поколінь поспіль. Після кожного самозапилення у нащадків визначали рівень озерненості колосу, оскільки цей показник позитивно корелює з фертильністю пилку і вказує на відносну стабілізацію мейозу [37]. Кожне наступне самозапилення зумовлювало збільшення частки стабільних і добре озернених форм тритикале. Після п'ятого самозапилення було виділено 1137 шт. рослин із озерненістю колосу на рівні тривидових тритикале, з яких 316 шт. були озерненими більше ніж на 80 %, 471 – озернені на 71–80 %, а 350 шт. – на 61–70 %.

У процесі стабілізації фенотиповий прояв ознак спельти знижувався. Це може пояснюватися різними причинами, основною з яких є елімінація генома D^{sp} . У результаті цього втрачаються ознаки спельти, що чітко виражені в

гібридів F_1 . Це, наприклад, безостість і груба колоскова луска. Однак, у отриманих форм геноми спельти A^{sp} і B^{sp} залишаються. Присутність цих геномів обумовлювали наявність нових не типових для тривидових тритикале ознак, зокрема, довгий нещільний колос, скверхедний колос, зелене забарвлення рослин тощо. Прояв цих ознак у стабільних нащадків отриманих від схрещування тривидових тритикале та пшениці спельта дозволяє зробити висновок про присутність у створених нащадкахів геномів чотирьох батьківських форм – пшениці м'якої, твердої, спельти і жита.

Для підтвердження наявності генетичного матеріалу пшениці спельта у отриманих нащадків проводили електрофоретичний аналіз клейковинних білків зерна, що дозволив виділити зразки з наявним генетичним матеріалом пшениці спельта.

З отриманого потомства гібридів, створених за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта, сформовано робочу колекцію чотиривидових форм тритикале, що нині нараховує понад 600 зразків рекомбінантних форм, які різняться між собою за господарсько-цінними ознаками і морфо-біологічними властивостями.

На основі узагальнення результатів досліджень розроблено загальну селекційну схему створення і покращення тритикале за використання пшениці спельта (рис. 8.4).

Схема включає наступні етапи:

- схрещування тривидових тритикале із пшеницею спельта та отримання стерильних гібридів F_1 і незначної частки фертильних матеріалів;
- частину гібридів самозапилюють, частину повторно схрещують з тривидовими тритикале для підвищення рівня фертильності пилку;
- отримані після самозапилення та беккросування нащадки стабілізують самозапиленням;
- за стабілізації виділяють стерильні та фертильні форми;
- стерильні матеріали схрещують з тривидовими тритикале, а фертильні – повторно схрещують з батьківськими формами або ж само запилюють;



Рис. 8.4 Загальна селекційна схема створення та виділення гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L.

- після самозапилення та стабілізації виділяють стабільні гібридні популяції *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L. з фертильним пилком та озерним колосом [9].

8.2 Оцінка гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack/Triticum spelta* L.

За інтенсивного формотворчого процесу за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта отримано низку гібридних популяцій, що

аналізували за морфобіологічними властивостями та господарсько-цінними показниками. У результаті досліджень виділено зразки, що за врожайністю та елементами продуктивності колосу перевищували стандарти. Відібрано форми, що характеризувалися проявом окремих цінних ознак, зокрема, ранньостиглість, безостість, низькорослість, стійкість до шкідників і грибкових хвороб тощо. Виділені форми є селекційно-цінними і можуть використовуватись донорами окремих ознак для селекційного поліпшення тритикале різних напрямків використання.

Створені зразки характеризувалися широким діапазоном мінливості за ознакою «висота рослин». Варіювання ознаки зафіксовано в межах від 56 см до 140 см. Переважна більшість форм вирізнялася стеблостоєм 100–120 см, що відноситься до середньостеблової групи рослин. Виділено низькостеблові та короткостеблові форми, що мали врожайність і показники продуктивності колосу на рівні тривидових тритикале та карликові зразки (висота рослин менше 60 см), що за врожайністю не поступалися стандартам.

Отримане різноманіття чотиривидових форм тритикале за висотою рослин було розділено на три групи: середньостеблові (висота рослин 100–120 см); низькостеблові (80–100 см); короткостеблові (60–80 см). У кожній групі було відібрано чотири кращих зразки, що випробовували і детально аналізували. Стандартом для групи середньостеблових зразків було обрано сорт тритикале озимого Хлібодар Харківський, для короткостеблових і низькостеблових – сорт Алкід.

Основною метою гібридизації тривидових тритикале з пшеницею спельта було генетичне покращення форм тритикале, зміна архітекtonіки рослин, підвищення вмісту білка і клейковини, що дозволило б вдосконалити його хлібопекарські та технологічні властивості.

За результатами досліджень встановлено, що у середньостебловій групі рослин зразок 455 за вмістом білка перевищував стандарт на 2,2 % (табл. 8.1).

Урожайність та якість зерна гібридних популяцій *Triticosecale*Wittmack/*Triticum spelta* L., 2012–2017 рр.

Селекційний матеріал	Урожайність, т/га $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	До стандарту, \pm	Вміст білка, % $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	До стандарту, \pm	Вміст клейковини, % $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	До стандарту, \pm
Середньостеблові (100–120 см)						
Хлібодар Харківський (St)	4,60 \pm 0,03	–	11,7 \pm 0,04	–	25,5 \pm 0,11	–
478	4,81 \pm 0,05	+0,21	10,6 \pm 0,05	-1,1	23,1 \pm 0,08	-2,4
455	4,31 \pm 0,08	-0,29	13,9 \pm 0,02	+2,2	30,2 \pm 0,06	+4,7
465	4,22 \pm 0,10	-0,38	11,5 \pm 0,05	-0,5	24,6 \pm 0,07	-0,9
475	3,10 \pm 0,15	-1,50	12,5 \pm 0,03	+0,8	27,3 \pm 0,09	+1,8
Низькостеблові (80–100 см)						
Алکید (St)	6,81 \pm 0,03	–	10,0 \pm 0,04	–	21,4 \pm 0,07	–
484	7,10 \pm 0,02	+0,29	12,4 \pm 0,04	+2,4	26,9 \pm 0,04	+5,5
488	6,71 \pm 0,03	-0,10	12,6 \pm 0,06	+2,6	27,7 \pm 0,12	+6,3
466	6,12 \pm 0,05	-0,69	11,5 \pm 0,06	+1,5	25,2 \pm 0,08	+3,8
451	6,10 \pm 0,06	-0,71	12,0 \pm 0,03	+2,0	26,0 \pm 0,07	+4,6
Короткостеблові (60–80 см)						
Алکید (St)	6,80 \pm 0,02	–	10,0 \pm 0,04	–	21,4 \pm 0,07	–
469	6,81 \pm 0,02	+0,10	11,4 \pm 0,05	+1,4	25,8 \pm 0,10	+4,4
471	6,42 \pm 0,04	-0,38	13,6 \pm 0,02	+3,6	29,5 \pm 0,05	+8,1
473	6,40 \pm 0,04	-0,40	12,8 \pm 0,03	+2,8	28,0 \pm 0,06	+6,6
468	5,51 \pm 0,09	-1,29	11,6 \pm 0,05	+1,6	26,1 \pm 0,09	+4,7
<i>HIP</i> ₀₅	0,20	–	0,4	–	0,9	–

Він характеризувався найвищим вмістом клейковини – 30,2 %, що перевищувало стандарт на 4,7 % та інші досліджувані зразки на 0,7–9,8 %. У цій групі рослин також перевищував стандарт за вмістом білка (на 0,8 %) і клейковини (на 1,8 %) зразок 475.

У низькостебловій і короткостебловій групі рослин всі досліджувані зразки перевищували стандарт за вмістом білка та клейковини. Сорт-стандарт Алкід характеризується високою врожайністю, але не вирізнявся високими показниками якості зерна. Він мав вміст білка на рівні 10,0 %, а клейковини – 21,4 %.

У низькостебловій групі рослин підвищений вміст білка (12,6 і 12,4 %) та клейковини (27,7 і 26,9 %) було зафіксовано відповідно у зразків 488 та 484.

Серед короткостеблових форм кращим за досліджуваними показниками був зразок 471. В його зерні зафіксовано вміст білка 13,6 % і клейковини 29,5 %, що є одними із найвищих у досліді. Дещо поступався йому зразок 473 із вмістом білка 12,8 %, клейковини – 28,0 %. За гібридизації тривидових тритикале і пшениці вирішується проблема поєднання в одному генотипі високої врожайності тритикале та високого вмісту білка спельти. Це дозволить зробити тритикале однією з головних зернових культур виробництва.

Випробування кращих нащадків показало, що в групі середньостеблових зразків врожайність варіювала у межах 3,10–4,81 т/га. У цій групі рослин позитивно вирізнявся зразок 478, який перевищував за врожайністю сорт-стандарт на 0,21 т/га.

У групі низькостеблових зразків врожайність була вищою порівняно із середньостебловою групою, що можна пояснити відсутністю вилягання рослин створених матеріалів. Найвищою врожайністю у низькостебловій групі та в цілому за дослідом характеризувався зразок 484 – 7,10 т/га, що перевищувало стандарт на 0,29 т/га. Його висока врожайність поєднується з підвищеним вмістом білка (12,4 %).

Вчені зауважують [35, 36], що наднизькі форми тритикале не можуть сформувати високу врожайність, оскільки їх рослини не здатні в необхідному обсязі засвоювати поживні речовини з ґрунту. Проте, короткостеблові форми тритикале висотою < 80 см за врожайністю перевищували середньостеблові зразки. У групі короткостеблових форм урожайність зерна була в межах

5,51–6,81 т/га. Позитивно вирізнявся зразок 469, що за врожайністю перевищував стандарт на 0,10 т/га.

Під час досліджень аналізувалась стійкість отриманих нащадків до збудників хвороб. Встановлено, що всі досліджувані зразки чотиривидових тритикале є стійкими і високостійкими до борошнистої роси та септоріозу і характеризуються резистентністю або слабкою сприйнятливістю до бурої листової іржі. За результатами проведених досліджень виділено зразок 473, що має високу комплексну стійкість до основних грибкових хвороб (бура листова іржа, септоріоз, борошниста роса) і характеризується високими показниками врожайності, вмісту білка, клейковини та короткостебловістю. Створений зразок доцільно використовувати для подальшого селекційного вдосконалення тритикале.

Отримані гібридні популяції також характеризувалися низкою морфологічних особливостей та показників продуктивності колосу. Поряд з рослинами, що мали типову для гексаплоїдних тритикале будову колосу, формувалися генотипи зі спельтоїдним (довгий нещільний колос) та скверхедним (короткий ущільнений) типами.

Серед отриманих зразків виділено остисті, напівостисті та безості форми. Відібрано генотипи із гіллястим колосом, в якому формувалось 90–100 насінин (рис. 8.5). Гіллястоколосі форми тритикале є практично цінними для селекційного покращення озерненості колосу тритикале.



Рис. 8.5 Гіллястий колос тритикале (зразок 546/14).

Виділено популяції різних груп стиглості. Переважна більшість створених зразків мала сталий для тритикале вегетаційний період (280–290 діб), проте виділилися ранньостиглі (265–270 діб) та пізньостиглі (300–310 діб) форми.

За гібридизації тритикале і пшениці спельта виділено гібридні популяції з пшенично-житнім хромосомним заміщенням. Хромосомні заміщення можуть виникати внаслідок відсутності гомологічної кон'югації між хромосомами геномів *R* жита і *D^{sp}* спельти. Характерними ознаками цих форм є безостість колосу та крупне, виповнене зерно. Пшенично-житні хромосомні заміщення забезпечують покращення культури тритикале за низкою ознак, зокрема, збільшення вмісту білка і клейковини в зерні, зниження висоти рослин, поліпшення виповненості зерна та озерненості колосу тощо. У селекційному процесі зразки з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями доцільно використовувати цінним вихідним матеріалом або повноцінним сортом.

8.3 Агробіологічний потенціал та походження сортів тритикале озимого Наварра і Стратег

Незважаючи на значні досягнення в селекції тритикале сортів, що повністю б задовольняли виробника за врожайністю, якістю зерна та адаптивним потенціалом, поки що незначна кількість [1, 5, 10, 14, 15]. Тому створення нових високопродуктивних сортів тритикале озимого є актуальним завданням. У результаті наших досліджень було отримано високопродуктивні матеріали тритикале озимого за використання в селекційному процесі пшениці спельта.

Дослідження зі створення та виділення нових зразків розпочато під керівництвом Ф. М. Парія. Сорти отримано в результаті віддаленої гібридизації тривидових тритикале з пшеницею спельта (*Triticum spelta* L.) та використання багаторазових індивідуальних доборів [10, 14]. Вихідним

матеріалом використовували сорти тритикале ярого Хлібодар харківський і озимого – Розівська 6 та Алкід, а також зразок пшениці спельта з передгірських районів Карпат.

Гібридизацію проводили за кастрації квіток материнської форми і примусового запилення їх пилом батьківської форми. Збір урожаю та обліки продуктивності проводили у фазу повної стиглості. Гібридне потомство F_{2-5} аналізували за проявом морфологічних ознак і господарсько-цінних показників, зокрема висота рослин, довжина та забарвлення колосу, щільність колосу, вимолочуваність зерна, маса зерна з головного колосу, маса 1000 зерен, вміст у зерні білка та клейковини, показники якості клейковини, врожайність тощо.

Контрольне сортовипробування відібраних кращих зразків проводили на дослідних ділянках Уманського НУС, а Державну науково-технічну експертизу сортів – упродовж 2015–2018 рр. у 17 обласних Державних центрах експертизи сортів рослин різних регіонів України.

Сорти створено методом віддаленої гібридизації тривидових форм тритикале та пшениці спельта з наступними індивідуальними відборами в F_{2-4} і повторними поліпшуючими відборами у F_{5-6} за показниками продуктивності та якості зерна (рис. 8.6 і 8.7).

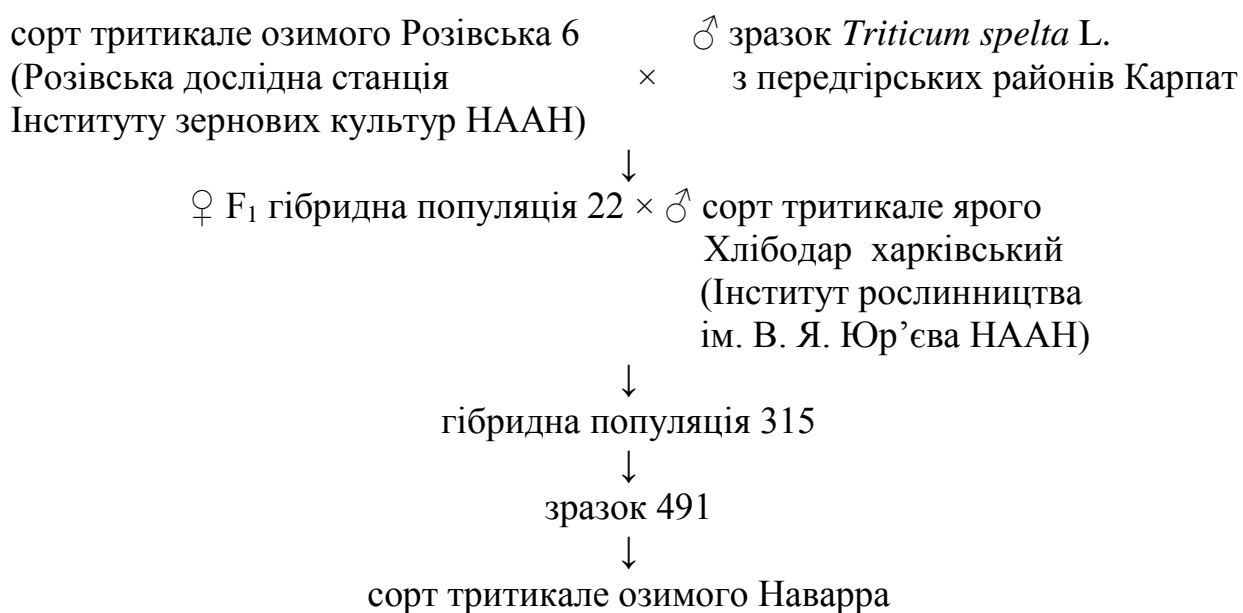


Рис. 8.6 Схеми родоуду сорту тритикале озимого Наварра.

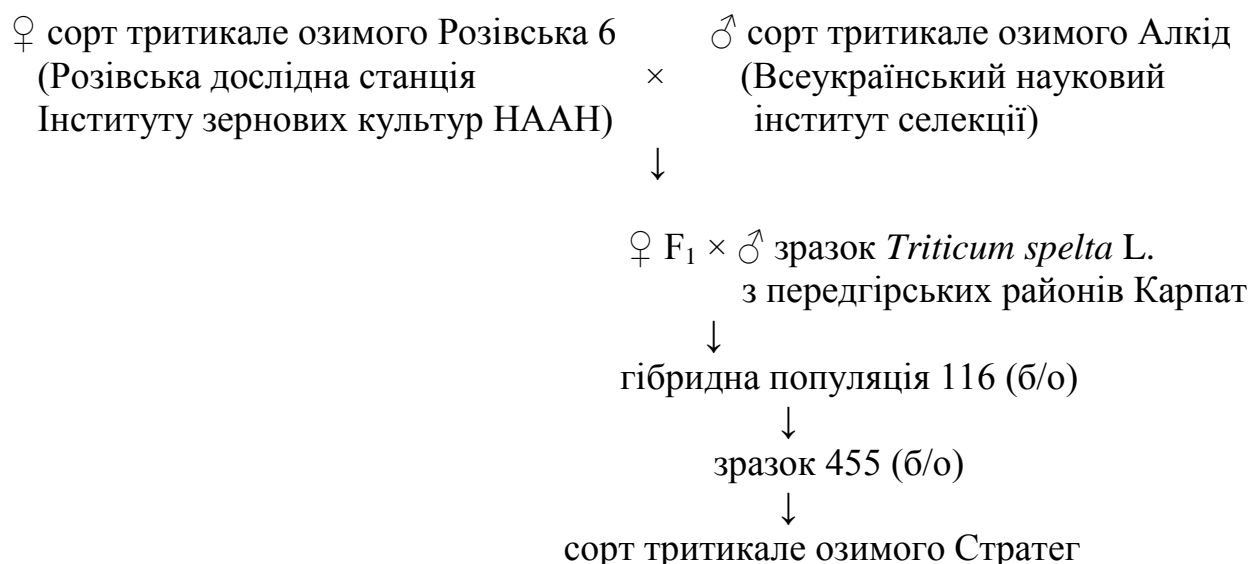


Рис. 8.7 Схема розведення сорту тритикале озимого Стратег.

Під час створення нових сортів ставилося на вирішення важливе завдання – підвищення вмісту білка та клейковини в зерні за рахунок інтрогресії у генотип гексаплоїдних тритикале генетичного матеріалу пшениці спельта. Окрім того, гібридизація озимих форм з ярими забезпечує значне формоутворення, зокрема, високу частку та ступінь трансгресій щодо продуктивності, кущистості, маси зерна з рослини і маси 1000 зерен. Генотип сорту Наварра поєднує генетичний матеріал сортів тривидових тритикале різного типу розвитку, що створено в селекційних установах розташованих у віддалених еколого-географічних зонах України, зокрема, Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН та Розівської дослідної станції Інституту зернових культур НААН. Як материнську форму для схрещувань використовували сорт тритикале озимого Розівська 6, який запилювали пилом пшениці спельта. Гібриди F₁ характеризувалися стерильністю пилку. З метою підвищення фертильності проведено їх схрещування з сортом тритикале ярого Хлібодар харківський [22].

Генотип сорту Стратег поєднує генетичний матеріал сортів тривидових тритикале селекційних установ розташованих також у віддалено еколого-географічних зонах, Розівської дослідної станції Інституту зернових культур

НААН і Всеукраїнського наукового інституту селекції. Серед нащадків отриманих у результаті гібридизації відібрано популяцію 105, яку схрестили із зразком пшениці спельта. Гібриди F₁ вирізнялися стерильністю пилку. Для підвищення фертильності було проведено беккросування рослин з материнською формою – сортом тривидового тритикале Розівська 6 [23].

Гібридне потомство вирізнялося широким генетичним різноманіттям, зокрема, розщепленням за висотою рослин, типом розвитку, остистістю, морфологічною будовою колосу, забарвленням рослин тощо.

За багаторазового індивідуального добору відібрано кращі зразки, що аналізували в селекційному розсаднику за проявом господарсько-цінних ознак. Паралельно відібрано типові колосся рослин тритикале і закладено розсадники випробування поколінь першого і другого року для ведення первинного насінництва. Після жорсткого вибракування сімей за показниками продуктивності, якості зерна та стійкості до вилягання було відібрано матеріали з яких, після апробації, виділили високопродуктивні зразки 491 та 455 (безоста форма), що аналізували у конкурсному сортовипробуванні.

За результатами досліджень встановлено, що середня врожайність зразка 491 за період конкурсного сортовипробування становила 5,97 т/га, що істотно перевищувало середній груповий стандарт (табл. 8.2).

Зразок характеризується високим рівнем прояву господарсько-цінних ознак, зокрема за висотою рослин (102 см), істотно поступається середньому груповому стандарту і суттєво перевищує його за стійкістю до вилягання, а за показниками якості зерна (вміст клейковини – 21,7 %, натура зерна – 690 г/л, маса 1000 зерен – 47,8 г) неістотно відрізняється від показників контрольного варіанту.

Середня врожайність зразка 455 становила 4,96 т/га, що було на рівні середнього групового стандарту. Зразок вдало поєднує високу врожайність з високими показниками якості зерна (вміст клейковини 29,8 %, білка – 13,0 %, натура зерна – 685 г/л). Маса 1000 насінин – 48,2 г.

Показники продуктивності створених зразків тритикале озимого за конкурсного сортовипробування в умовах Уманського НУС, 2012–2015 рр.

Показник		Середній груповий стандарт	Зразок 491	Зразок 455	НІР ₀₅
Урожайність, т/га		5,17	5,97	4,96	0,22
Висота рослин, см		110	102	107	4
Вилягання	%	25,1	8,2	41,7	–
	бал стійкості	5	7	5	–
Вміст клейковини, %		21,5	21,7	29,8	0,9
Вміст білка, %		11,5	11,4	13,0	0,5
Натура зерна, г/л		685	690	685	32
Маса 1000 зерен, г		47,9	47,8	48,2	2,0

Примітка. Груповий стандарт – сорти Алкід, Раритет.

За результатами трирічного конкурсного сортовипробування у 2015 році зразки 491 та 455 передано на Державну науково-технічну експертизу під назвами сорт Наварра і сорт Стратег. Апробація сортів тривала впродовж 2015–2018 рр. в 17 областях України.

Середня врожайність сорту Наварра у зоні Полісся становила 5,46 т/га, що перевищувало середні за зоною показники на 1,0 т/га (табл. 8.3).

Сорт вирізняється високими показниками якості зерна, зокрема, вмістом білка – 13,1 %, масою 1000 зерен – 48,6 г та характеризується високою стійкістю (8,3–9,0 бали) до несприятливих чинників навколишнього середовища (осипання, посуха, грибкові хвороби). Проте необхідно відмітити незначне вилягання рослин (бал стійкості – 6,5). У зоні Лісостепу врожайність сорту була нижчою і становила 5,29 т/га. Проте слід зазначити його вищу стійкість до несприятливих біотичних та абіотичних чинників навколишнього середовища, яка в цій зоні не поступалася середньому груповому стандарту (8,5–9,0 балів). Потрібно підкреслити, що в зоні Лісостепу у сорту Наварра зафіксовано зниження висоти рослин до 94 см,

порівняно з аналогічним показником у зоні Полісся (114 см), що позитивно вплинуло на його стійкість проти вилягання (7,5 балів).

Таблиця 8.3

Господарсько-цінні ознаки створених сортів тритикале озимого за результатами Державної науково-технічної експертизи, 2015–2018 рр.

Показник		Лісостеп			Полісся		
		Умовний стандарт	Наварра	Стратег	Умовний стандарт	Наварра	Стратег
Урожайність, т/га		5,59	5,26	5,13	4,46	5,46	5,03
Стойкість (бал) до,	осипання	8,9	9,1	9,1	9,1	8,8	8,8
	посухи	8,5	8,5	8,5	8,5	8,8	8,5
	вилягання	8,1	7,5	8,6	8,6	6,5	7,0
	кореневих гнилей	9,0	9,0	9,1	9,1	9,0	9,0
	фузаріозу	9,0	9,0	9,1	9,1	8,5	8,5
	борошнистої роси	9,0	9,0	9,1	9,1	9,0	9,0
	бурої іржі	9,0	9,0	9,1	9,1	8,3	8,8
Висота рослин, см		104	94	109	112	114	140
Череззерниця, %		12,7	20,0	19,0	16,6	12,3	14,7
Маса 1000 зерен, г		47,8	48,3	49,2	46,6	48,6	48,9
Вміст білка, %		–	13,0	14,3	–	13,1	14,0

Врожайність сорту Стратег у зоні Полісся становила в середньому 5,03 т/га, що перевищувало середні за зоною показники на 0,57 т/га. Сорт характеризується високою якістю зерна – вміст білка в зерні – 14,0 %, маса 1000 зерен – 48,9 г. Сорт має комплексну високу стійкість (8,5–9,0 балів) до несприятливих чинників навколишнього середовища та вирізняється незначним виляганням рослин (7,0 балів), що ймовірно пов'язано з висотою стеблостою 140 см.

У зоні Лісостепу врожайність сорту Стратег (5,13 т/га) була нижчою порівняно з середніми показниками зони (5,59 т/га). Проте сорт

характеризувався високим вмістом у зерні білка (14,3 %) та середньою висотою рослин 109 см, що позитивно вплинуло на стійкість проти вилягання (8,6 балів).

За результатами Державної науково-технічної експертизи сорти Наварра і Стратег занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2018 році і рекомендовано до вирощування у зонах Полісся та Лісостепу.

Сорт Наварра за рівнем плоідності відноситься до гексаплоїдних форм ($2n = 6x = 42$). Різновидність – *Erythrospermum*. Тип розвитку – озимий. Він належить до середньоранньої групи рослин з вегетаційним періодом 275–280 діб. Вирізняється вирівняним стеблостоем і рівномірним дозріванням. Кущ напівпрямостоячий, рослини – високі з восковим нальотом. Колос – циліндричний, середньої довжини (11,4 см), нещільний (16,0 шт. колосків/10 см колосового стрижня), у фазу повної стиглості – білого кольору, остистий, неопушений. Зернівка – яйцеподібна, середньої величини, світло-коричневого забарвлення.

Сорт Стратег за рівнем плоідності відноситься до гексаплоїдних форм ($2n = 6x = 42$). Різновидність – *Lutescens* Тип розвитку – озимий. Сорт має часткове *IRS/IAL*, пшенично-житнє хромосомне заміщення. Належить до середньоранньої групи рослин з вегетаційним періодом 275–280 діб. Вирізняється вирівняним стеблостоем і рівномірним дозріванням. Кущ – напівпрямостоячий, рослини високі з восковим нальотом вегетативних органів. Колос напівбулавовидний, довгий (13,8 см), нещільний (16,0 шт. колосків/10 см колосового стрижня), у фазу повної стиглості – білого кольору, безостий, неопушений. Зернівка – яйцеподібна, крупна, світло-коричневого кольору.

Створені сорти тритикале озимого Наварра і Стратег можуть слугувати цінним вихідним матеріалом для подальшого селекційного вдосконалення культури.

Отже, за віддаленої гібридизації еколого-географічно віддалених матеріалів тривидових тритикале різного типу розвитку та пшениці спельта створено сорти тритикале озимого Наварра (а. с. № 180915) і Стратег (а. с.

№ 180916), які занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2018 року, що характеризуються високим вмістом білка (13,0–14,7 %) та врожайністю понад 5,00 т/га. За селекційного процесу отримано низку зразків, що вирізняються високим вмістом у зерні білка. Їх доцільно використовувати для отримання нових високопродуктивних сортів культури.

Висновки за розділом 8

1. Розроблено загальну технологічну схему селекційного покращення тритикале озимого. Показано можливість поліпшення культури за використання пшениці спельта і стабілізації отриманих нащадків. Доведено можливість створення чотиривидових тритикале за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта.

2. Зі створених гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. виділено матеріали, що характеризуються спектром мінливості за архітектонікою рослини і низкою господарсько-цінних ознак.

3. Аналіз отриманих нащадків за якістю зерна дозволив відібрати два зразки з високими показниками: середньостебловий зразок 455 (вміст білка – 13,9 %, клейковини – 30,2 %) і короткостебловий зразок 471 (вміст білка – 13,6 %, клейковини – 29,5 %).

4. Виділено зразок 484, що поєднує високу врожайність (7,10 т/га) з підвищеним вмістом білка (12,4 %) і клейковини (26,9 %) та короткостебловий зразок 473, який має комплексну стійкість до хвороб і характеризується високими показниками врожайності, вмісту білка та клейковини.

5. Отримано генетичне різноманіття зразків за показниками господарської цінності та придатності до селекційного поліпшення тритикале озимого різного напрямку використання.

6. Створено високопродуктивні селекційні матеріали тритикале озимого, що передані на Державну науково-технічну експертизу (заявки № 15022004, № 15022003) та отримано авторські свідоцтва на сорти Наварра (№ 180915) і

Стратег (№ 180916), які занесено до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2018 року.

За матеріалами розділу опубліковано п'ять наукових праць, отримано три патенти на корисну модель та два авторських свідоцтва на сорти рослин [8–14, 18, 22, 23].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 8

1. Білітюк А. П., Гірко В. С., Каленська С. М. та ін. Тритикале в Україні. за ред. А. П. Білітюка. Київ, 2004. 376 с.
2. Буштевич, В.Н. Генетические основы селекции озимого тритикале на устойчивость к септориозу (*Septoria nodorum* Berk.). Автореф. к-та с. – х. наук. Жодино, 2002. 20 с.
3. Гірко В. С., Гірко О. В. Тритикале. Здобутки селекції, насінництво, сортові технології вирощування та шляхи господарського використання. Посібник українського хлібороба. 2012. Т. 1 С. 111–127.
4. Гірко В. С., Гірко О. В., Волощук С. І. Вплив елементів технології вирощування на врожайність тритикале озимого. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН». 2010. Вип. 3. С. 238–246.
5. Господаренко Г. М., Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна тритикале ярого за різних норм і строків внесення азотних добрив. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. № 1. С. 6–9.
6. Грабовец А.И. Селекция тритикале. Зернофураж России. Москва-Киров: Дом печати Вятка, 2009. С. 206–220.
7. Гриб С. И. Селекция тритикале в Беларуси: результаты, проблемы и пути их решения. Тритикале: Материалы Международной практической конференции *Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов и секции тритикале отделения растениеводства РАСХН*. Ростов-на-Дону: ДЗНИИСХ, 2010. С. 74–78.

8. Диордиева И. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Ренгач П. Н., Коцюба С. П., Макаруч М. А. Использование спельты (*Triticum spelta* L.) в селекции на качество зерна тритикале (*Triticosecale* Witmack). *Сельскохозяйственная биология*, 2019. Т. 54. № 1. С. 31–37. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.1.31eng.
9. Диордиева И. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Полторецька С. П., Коцюба С. П. Селекційне вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта: монографія; за ред. Л. О. Рябовол. Умань: Візаві, 2019. 214 с.
10. Диордиева И. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Наварра. *Вісник Полтавської ДДА. Полтава*, 2019, № 2 (93). С.13–19.
11. Диордиева И. П., Рибалка О. І., Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Рябовол Я. С., Заболотна І. Р., Єщенко О. В., Любич В. В. Патент на корисну модель № 101705 від 25.09.2015 р. (Україна). Спосіб створення і відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале; Заявл. 06.04.2015; Опубл. 25.09.2015, Бюл. № 18. 4 с.
12. Диордиева И. П., Рибалка О. І., Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Рябовол Я. С., Заболотна І. Р., Єщенко О. В., Любич В. В. Патент на корисну модель № 101706 від 25.09.2015 р. (Україна). Спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале; Заявл. 06.04.2015; Опубл. 25.09.2015, Бюл. № 18. 4 с.
13. Диордиева И. П., Рябовол Я. С. Добір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за наявністю морфологічних ознак спельти. *Селекція і насінництво*. Харків, 2016. Вип. 110. С. 60–66.
14. Диордиева И. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Стратег. *Наукові доповіді НУБіП України*. Київ. 2019. № 2 (78). С. 84–89.
15. Любич В. В., Новіков В. В. Порівняльна характеристика технологічних властивостей зерна тритикале озимого та пшениці озимої. *Зернові продукти і комбікорми*. 2015. № 4. С.14–18.

16. Мельник В. С., Рябчун В. К. Гетерозис. Особенности использования. *Семеноводство*, 2010. С. 17–19.
17. Орлова И. Н. Нестабильность числа хромосом в мейозе гексаплоидных *Triticale* и исследование ее причин. *Генетика*, 1970. С. 5–16.
18. Парій Ф. М., Парій М. Ф., Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Заболотна І. Р., Любич В. В. Патент на корисну модель № 89585 від 25.04. 2014 р. (Україна). Спосіб відбору R/D заміщених форм тритикале; Заявл. 09.09.2013; Опубл. 25.06. 2014, Бюл. № 12. 4 с.
19. Писарев В. Е. Изменчивость потомства амфидиплоидов «яровая пшеница × яровая рожь». *Доклады ВАСХНИЛ*. Вып. 12. 1947. С. 40–48.
20. Ригин Б. В., Орлова И. Н. Пшенично-ржаные амфидиплоиды. Ленинград, 1977. 250 с.
21. Рябчун В. К., Шатохин В. И., Мельник В. С. и др. Выращивание ярового тритикале для стабилизации производства зерна. Руководство украинского хлебороба. Харьков, 2010. С. 199–203.
22. Свідоцтво № 180915 «Про авторство на сорт рослин». Наварра. Тритикале (озиме). Заявка № 15022003. Автор(и): Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., Діордієва І. П., Заболотна І. Р., Любич В. В. (Районоване у 2018 р.)
23. Свідоцтво № 180916 «Про авторство на сорт рослин». Стратег. Тритикале (озиме). Заявка № 15022004. Автор(и): Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Задерака О. І., Діордієва І. П., Заболотна І. Р., Любич В. В. (Районоване у 2018 р.)
24. Шулиндин А. Ф. Синтез трёхвидовых пшенично-ржаных амфидиплоидов. *Генетика*. 1970. Т. 6. С. 23–35.
25. Щипак Г. В. Селекция сортов озимой твёрдой пшеницы и тритикале с повышенными адаптивными и урожайными свойствами. *Селекция полевых культур*: сборник научных трудов. Харьков, 2008. С. 42–88.
26. Arseniuk, E., & T. Oleksiak. Production and breeding of cereals in Poland. In E. Arseniuk (ed.) *Proc. 5th Int. Triticale Symp.* IHAR, Radzikow. Poland, 2002. P. 11–20.

27. Blatter R.H. E., Jacomet S. & Schlumbaum A. Spelt-specific alleles in HMW glutenin genes from modern and historical European spelt (*Triticum spelta* L.). *Theor Appl Genet.* 2002. V. 104. P. 329–337.
28. De Costa C. T., Albuquerque A. C., Nascimento Junior A., Marcelino F.C. & Pereira J. F. Genetic diversity of Brazilian triticales evaluated with genomic wheat microsatellites. *Pesqui Agropecu Bras.* 2007. P. 1577–1586.
29. Dospechov B. A. Methodology of field experiment (with basics of statistical processing of research results). Agropromizdat, Moscow. 1985. P. 351.
30. Dvorak J., Deal K. R., Luo M. C., You F. M., Borstel K. V. & Dehghani H. The Origin of Spelt and Free-Threshing Hexaploid Wheat. *Journal of Heredity.* 2012. № 103 (3). P. 426–441.
31. 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 Res.* 2012. № 128. P. 167–179
32. Hills M. J., Hall L. M., Messenger D. F., Graf R. J., Beres B. L. & Eudes F. Evaluation of crossability between triticale (\times *Triticosecale* Wittmack) and common wheat, durum wheat and rye. *Environ. Biosafety Res.* 2007. № 6. P. 249–257.
33. Hongmei L., Xiaobian Z., Xiangnan L., Junying C., Dangqun C. & Feng C. Molecular characterization of secaloindoline genes in introduced CIMMYT primary hexaploid triticale. *The crop journal.* 2017. № 20. P. 1–8.
34. Ittu Gh., Saulescu N., Ittu M. & Mustatea P. Achievements in triticale breeding \times (*Triticosecale* Witt.). *Annals Fundulea.* 2007. № 75. P. 73–82.
35. Kalih R., Maurer H. P., Hackauf B. & Miedaner T. Effect of a rye dwarfing gene on plant height, heading stage, and Fusarium head blight in triticale \times (*Triticosecale* Wittmack). *Theor Appl Genet.* 2014. № 127 (7). P. 1527–1536.
36. Kuleung C., Baenziger P. S., Kachman S. D. & Dweikat I. 2006. Evaluating the genetic diversity of triticale with wheat and rye SSR markers. *Crop Science.* № 46. P. 1692–1700.

37. Lelley T., Larter E. N. Meiotic regulation in triticale: Interaction of the rye genotype and specific wheat chromosomes on meiotic pairing in the hybrid, *Can. J. Genet. Cytol.* 1980. №. 22 (1). P. 1–6.
38. Lukaszewski A. J. Cytogenetically engineered chromosomes 1R to improve bread-making quality of hexaploid triticale. *Crop science.* 2006. № 46. P. 2183–2194.
39. Ng P. K. W., Sconlon M. G., Bushuk W. A. Catalog of biochemical fingerprints of registered canadian wheat cultivars by electrophoresis and high – perphormanse liquid chromatografy. University of Manitoba, Winnipeg. 1988. P. 175.
40. Oettler G., Tams S. H., Utz H. F., Bauer E. & Melchinger A. E. Prospects for hybrid breeding in winter triticale: Heterosis and combining ability for agronomic traits in European elite germplasm. *Crop Science.* 2005. № 45. P. 1476–1482.
41. Pena R. J. Food uses of triticale. Triticale improvement and production. In: FAO Plant production and protection paper. M. Mergoum, H. Gomez-Macpherson (eds), Rome, 2004. P. 37–48.
42. Randhawa H. S., Eudes F., Beres B., Graf R., Fedak G., Comeau A., Wos H, Brzezinski W., Arseniuk E., Zimny J., Wos J. Triticale of improved bread-making quality. In: Prohens J, Badenes ML (eds). *Modern variety breeding for present and future needs: proceedings of 18th EUCARPIA general congress.* Valencia, 2008. P. 661.
43. Rubalka O. I., Morgun V. V., Morgun B. V. & Pochunok V. M. Triticale agronomic potential and perspectives. *Plant physiology and genetics.* 2015. № 47 (2). P. 95–111.
44. State qualification methodology of plant varieties expertise on definition of suitability indicators for distribution in Ukraine (grains, grouts, and leguminous species) Ukrainian institute plant varieties expertise, Kyiv. 2012. № 2. P. 81.
45. Ukalska J. & Kociuba W. Phenotypical diversity of winter triticale genotypes collected in the Polish gene bank between 1982 and 2008 with regard to major quantitative traits. *Field Crops Res.* 2013. № 149. P. 203–212.

РОЗДІЛ 9

ХАРАКТЕРИСТИКА СТВОРЕНИХ СОРТІВ І ЗРАЗКІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

9.1 Методи створення та агробіологічний потенціал сортів жита озимого Сіріус і зразка 271/16

Завданням селекції жита озимого насамперед є реалізація селекційних програм створення сортів і гібридів зернового напрямку, що передбачає виділення матеріалів інтенсивного типу, які б характеризувалися врожайністю зерна 8,0–9,0 т/га, висотою рослин 70–100 см, кількістю зерен у колосі 70–80 шт., масою 1000 зерен 35–45 г, вмістом білка в зерні до 14 % та комплексною стійкістю до хвороб. Завдання селекції визначається зоною та місцем вирощування [1, 6].

За створення високоврожайних сортів-синтетиків жита озимого для гібридизації ефективно залучати лінії, виділені з матеріалів донорів генів господарсько цінних ознак і популяцій різного генетичного походження, що проходять спрямований селекційний відбір та інбридинг упродовж тривалого часу за ознаками короткостебловості, розміру зернівки та комплексної стійкості до основних хвороб [8, 32].

У проведених дослідженнях спрямованих на створення батьківського компонента закріплення стерильності в селекційних схемах використовували матеріали різного походження, зокрема, сорти Хлібне, Боротьба, Дозор, Синтетик 38, Харківське 98 та гібрид Первісток F₁. За гібридизації сортів з гібридом було отримано понад 50 ліній-кандидатів у закріплювачі стерильності [21, 26].

Створені лінії ймовірно матимуть і високу комбінаційну здатність, адже їх батьківський компонент (гібрид) характеризується високою комбінаційною здатністю. За переопилення ліній, зазвичай, отримують матеріали з високим гетерозисним ефектом.

За результатами порівняльного сортовипробування 12 створених зразків перевищували за врожайністю сорт-стандарт Харківське 98. Всі лінії отримано за гібридизації сорту Боротьба, Синтетик 38, Хлібне (материнська форма) та гібриду Первісток F₁ (батьківська форма). Зі створених матеріалів виділили по 15 рослин, що вирізнялись наступними характеристиками: висота рослин – менше 110 см, маса 100 зерен – більше 4,5 г, маса зерна з колосу – більше 1,8 г. Насіння відібраних рослин об'єднали в синтетичну популяцію та висіяли на ізолюваній ділянці для панміктичного перезаплення.

Отже, за селекційного процесу створення ліній-кандидатів у закріплювачі стерильності одночасно було отримано високопродуктивну гібридну популяцію – сорт Сіріус (рис. 9.1).

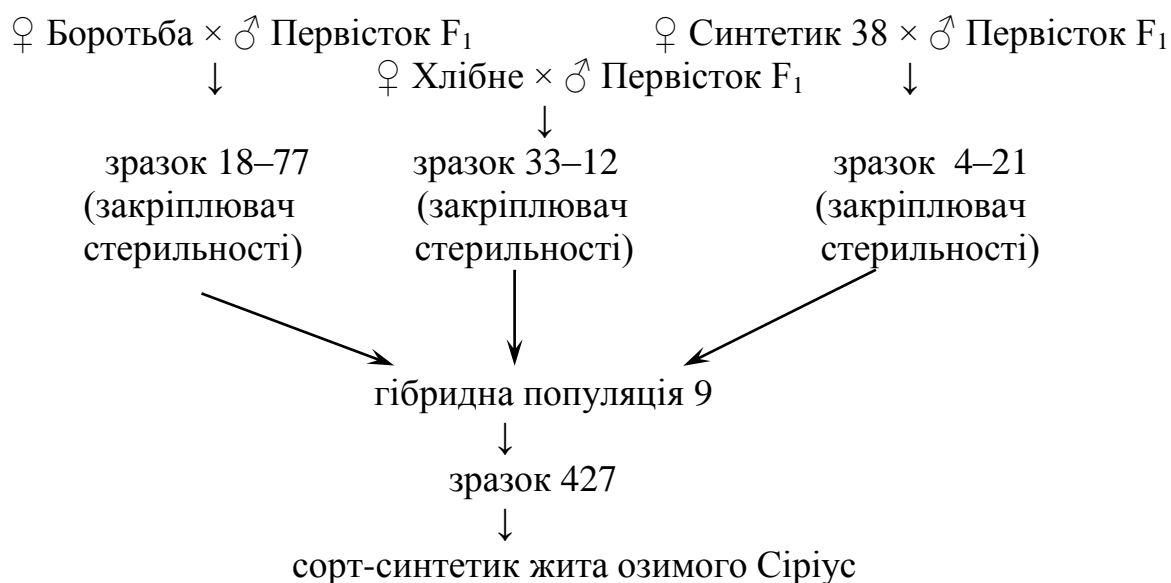


Рис. 9.1 Схема родоводу сорту жита озимого Сіріус.

За створення кандидатів у закріплювачі стерильності проведено низку гібридизацій вітчизняних сортів жита озимого з іноземними гібридами.

За материнську форму обрано вітчизняні матеріали, що мають відмінну адаптивність і пристосованість до кліматичних умов Правобережного Лісостепу України, а за батьківську – гібриди іноземної селекції, як донори генів високої продуктивності.

Зразок 271/16 виділено з кандидатів у закріплювачі стерильності отриманих за гібридизації вітчизняного сорту Синтетик 38 з іноземним гібридом фірми KWS Varasetto з наступним беккросуванням на гібрид (рис. 9.2).

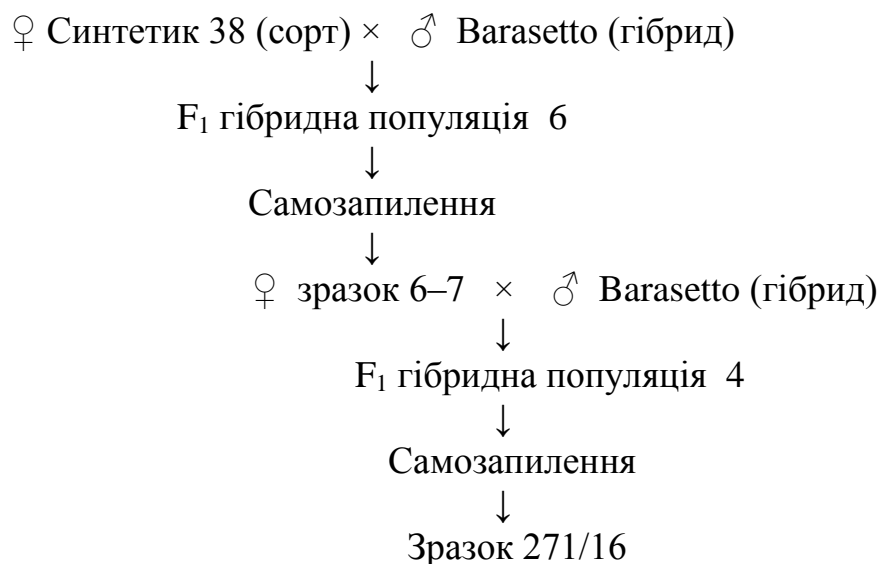


Рис 9.2 Схема родоvodu зразка жита озимого 271/16.

За сортовипробування та апробації встановлено, що сорт-синтетик Сіріус і зразок 271/16 високоврожайні та стійкий до основних хвороб (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Потенціал урожайності створених матеріалів жита озимого

Сорт, зразок	Рік							Відхилення від стандарту	
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Середня	т/га	%
Хлібне (st)	6,52	6,21	6,80	5,38	7,78	6,03	6,45	–	–
Сіріус	8,81	8,23	8,87	7,21	9,30	7,40	8,30	+1,85	28,7
Зразок 271/16	–	–	9,18	7,81	8,43	8,37	8,45	+2,00	31,0
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0,4</i>	–	–	–

У результаті досліджень встановлено, що сорт Сіріус і зразок 271/16 за врожайністю мали істотну перевагу перед стандартом, яка в середньому

склала 29 і 31 %, відповідно.

З метою з'ясування, за якими параметрами створені матеріали перевищували сорт-стандарт, проведено порівняльну характеристику біолого-статистичних параметрів кількісних ознак. З кожного зразка було проаналізовано 50 рослин.

Аналіз елементів продуктивності за основними фенотиповими показниками дозволив встановити, за рахунок чого новостворені сорти мали вищу врожайність та за якими показниками перевищували сорт-стандарт Хлібне (табл. 9.2).

За висотою сорт Сіріус відноситься до низькорослих форм з доміантною короткостебловістю, а зразок 271/16 – до середньостеблових. Середню висоту рослин зафіксовано на рівні 98 ± 3 та 103 ± 4 см, відповідно.

Створений сорт мав продуктивну куцистість на рівні 9,7 стебел на рослину, що на 9,3 % вище контролю. Довжина колосу сорту Сіріус на 16,1 % перевищувала стандарт. Зразок 271/16 за продуктивною куцистістю перевищував контрольний варіант на 14,8 %, а за довжиною колосу – на 25,3 %. Кількість квіток і зерен у колосі створених матеріалів була істотно більшою за контроль, а озерненість колосу, як показник пропорційний вказаним, відповідно, також (72 і 80 %).

Маса зерна з колосу та рослини у сорту Сіріус істотно на 21 % і 33 % перевищувала показник контрольного варіанта, а зразка 271/16 – відповідно на 14 і 38 %. За щільністю колосу та масою 100 зерен показники апробованого матеріалу фіксували на рівні сорту-стандарту Хлібне.

За оцінкою стійкості рослин до комплексу основних грибкових хвороб створені матеріали були стійкі до фузаріозу, бурої і стеблової іржі та слабо сприйнятливі до борошнистої роси (табл.9.3).

Борошнистою россою (*Erysiphe graminis*) уражуються листки, листові піхви, та стебла рослин. Симптомами проявлення хвороби було формування світлого павутинистого нальоту та подушечок борошнистого нальоту спочатку білого, а потім жовтувато-сірого забарвлення.

Таблиця 9.2

Фенотипові кількісні ознаки зразків жита озимого

Сорт, зразок	Фенотипова ознака									
	Висота рослини, см	Продуктивна кущистість за роздіженого посіву, шт.	Довжина колосу, см	Кількість квіток в колосі, шт.	Кількість зерен в колосі, шт.	Озерненість колосу, %	Щільність колосу, шт/см	Маса зерна з колосу, г	Маса зерна з рослини, г	Маса 100 зерен, г
Хлібне (стандарт)	95±4	8,8±1,1	9,9±0,6	56,4±2,5	36,4±1,7	64,5±1,2	3,7±0,1	1,4±0,1	9,9±1,6	4,4±0,1
Сіріус	98±3	9,7±1,5	11,5±1,3	62,1±2,2	44,8±1,4	72,1±2,1	3,9±0,1	1,7±0,2	13,2±1,4	4,6±0,2
Зразок 271/16	103±4	10,1±1,4	12,4±1,0	76,3±2,8	60,8±2,0	79,7±1,5	3,8±0,2	1,6±0,3	13,7±1,1	4,2±0,2
НІР ₀₅	4	0,5	0,4	2,1	1,8	3,2	0,1	0,1	1,0	0,2

Перші ознаки хвороби зафіксовано восени у фазу кушення, а найбільше її поширення відмічали у фази колосіння та цвітіння. Ураження рослин сорту Сіріус борошнистою росю фіксували на рівні 30,8 % за інтенсивності ураження 15,0 %, а рослин зразка 271/16 – 23,7 % за інтенсивності 13,2 %, що перевищувало показник стандарту.

Таблиця 9.3

Бал стійкості до хвороб та стресових чинників, 2014–2019 рр.

	Показник	Хлібне (стандарт)	Сіріус	Зразок 271/16
Стійкість (бал) до,	осипання	8,0	8,7	9,0
	посухи	8,3	9,0	8,7
	вилягання	8,2	8,2	8,6
	фузаріозу	7,1	7,5	7,1
	борошнистої роси	5,3	5,5	6,2
	бурої листкової іржі	7,0	7,0	7,2
	стеблова іржа	8,1	7,1	7,5

Ураження рослин створених матеріалів бруою листковою іржею (*Puccinia dispersa*) та стебловою іржею (*Puccinia graminis*) було на рівні контролю з балом стійкості 7,0 і 7,2, відповідно.

Апробований матеріал характеризується високою стійкістю до вилягання, посухи та осипання зерна.

За результатами Державної науково-технічної експертизи сорт Сіріус занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2015 році і рекомендовано до вирощування в зонах Полісся та Лісостепу. Зразок 271/16 після розмноження на ізолюваній ділянці планується у 2020 році до передачі на Державну науково-технічну експертизу.

Сорт Сіріус – зернового напрямку, диплоїдний ($2n = 14$), низькостебловий (висота рослин 98 см). Тип розвитку – озимий. Форма куща прямостояча,

продуктивна кущистість за розрідженого посіву – 9,7 шт. стебел на рослину. Колеоптіль короткий за довжиною, з помірним антоціановим забарвленням. Прапорцевий листок середньої довжини та ширини з короткою піхвою, що має помірний восковий наліт. Колос середньої довжини (11,5 см), нещільний, має прямостояче положення у просторі та помірний сизий наліт. Зернівка видовжена, середньої довжини, зі світлим забарвленням алейронового прошарку. Маса 1000 зерен 46 г. Сорт стійкий до вилягання, осипання та посухи. Ураження хворобами – незначне [30].

Зразок 271/16 – зернового напрямку, диплоїдний ($2n = 14$), середньостебловий (103 см). Тип розвитку – озимий. Форма куща прямостояча, продуктивна кущистість за розрідженого посіву – 10,1 шт. стебел на рослину. Колеоптіль короткий за довжиною, з помірним антоціановим забарвленням. Прапорцевий листок середньої довжини та ширини з короткою піхвою. Колос середньої довжини (12,4 см), нещільний, має прямостояче положенням у просторі та помірний сизий наліт. Стебло під колосом має незначний антоціановий відтінок. Зернівка видовжена, середньої довжини, зі світлим забарвленням алейронового прошарку. Маса 1000 зерен 42 г. Сорт стійкий до вилягання, осипання та посухи. Ураження хворобами – незначне.

Отже, за використання в селекційних схемах гібридизації генетичного матеріалу сортів і промислових гібридів жита озимого вітчизняного та іноземного походження створено вихідні зразки (закріплювачі стерильності), що дало можливість за вільного комбінування генів їх популяцій отримати сорт-синтетик Сіріус і зразок 271/16. За результатами Державної науково-технічної експертизи сорт Сіріус занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2015 році і рекомендовано до вирощування в зонах Полісся та Лісостепу. Зразок 271/16 розмножується для передачі на Державну науково-технічну експертизу.

9.2 Походження та агробіологічний потенціал сорту пшениці м'якої озимої Артаплот

За використання в селекційному процесі пшениці спельта створено низку нових високопродуктивних матеріалів пшениці м'якої озимої. Серед матеріалів було виділено зразок з високим потенціалом врожайності та якості зерна.

Дослідження зі створення та виділення нового сорту розпочалися у 2010 рр. під керівництвом Ф. М. Парія. Сорт створено в результаті ступінчастих схрещувань сортів пшениці м'якої озимої Копилівчанка та Крижинка із зразком пшениці спельта (*Triticum spelta* L.) з передгірських районів Карпат з наступною гібридизацією отриманих нащадків між собою та за використання багаторазових індивідуальних доборів (рис. 9.3).

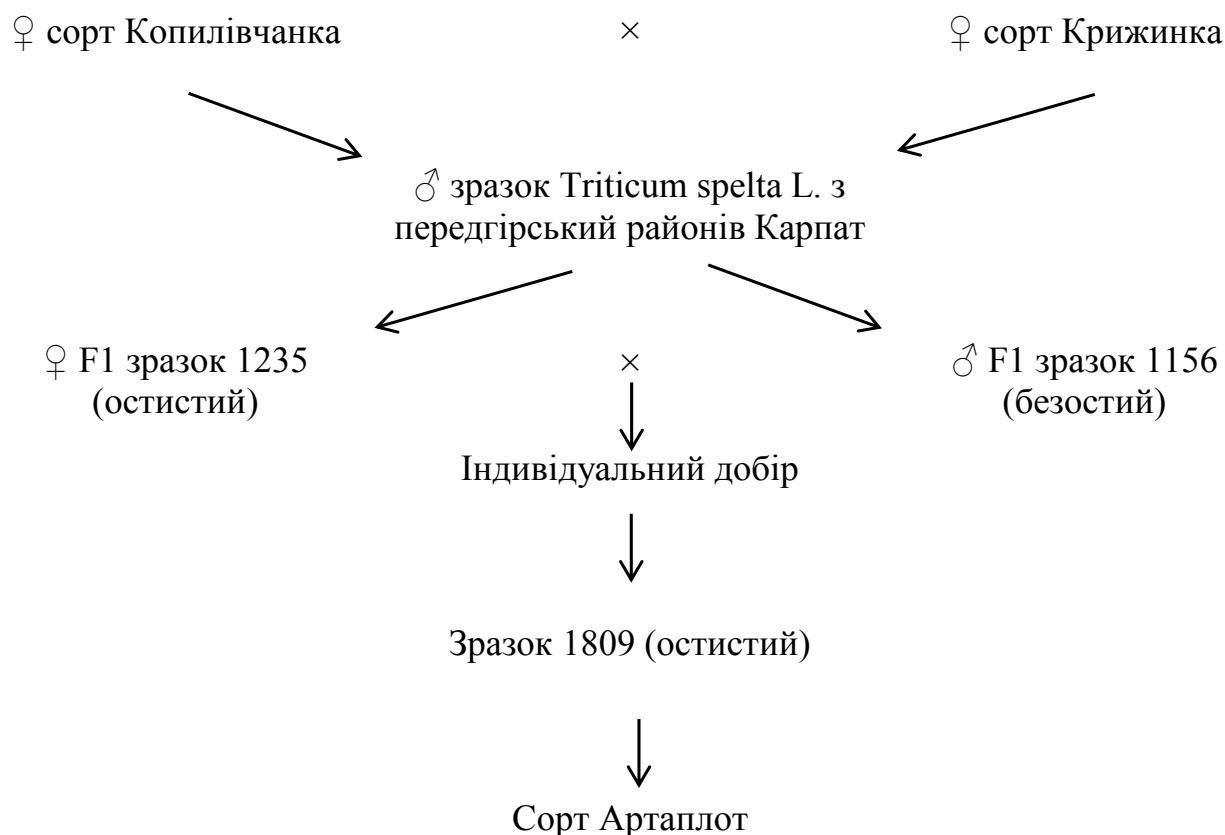


Рис. 9.3 Схеми родоуду сорту пшениці м'якої озимої Артаплот.

Генетичне різноманіття, що залучено до гібридизації, забезпечило широкий формотворчий процес у генераціях гібридів. При цьому, особливу увагу приділяли детальному аналізу матеріалу в початкових ланках селекційного процесу, оскільки рекомбінаційна мінливість в F_{2-4} забезпечує нові адаптивні і трансгресивні за господарсько-цінними ознаками форми рослин.

Нащадки отримані за гібридизації схрестили між собою, що дозволило отримати 12 гібридних популяцій з широкою генетичною основою. Гібридне потомство F_{2-5} аналізували за проявом морфологічних і господарсько-цінних ознак, зокрема, висота рослин, довжина і забарвлення колосу, щільність колосу, вимолочуваність зерна, маса зерна з головного колосу, маса 1000 зерен, вміст у зерні білка і клейковини та показники її якості, врожайність тощо. За індивідуального добору було відібрано чотири кращі зразки, що аналізували у селекційному розсаднику за низкою господарсько-цінних ознак. Після аналізу та апробації за показниками продуктивності колосу, якості зерна та стійкості до вилягання було відібрано два селекційних номери з високими якісними характеристиками, що продовжили аналізувати в конкурсному сортовипробуванні. Для ведення первинного насінництва паралельно відібрали типові колосся рослин пшениці і заклали розсадники випробування поколінь 1-го і 2-го року. Таким чином було відселектовано остисту лінію 1809.

За період конкурсного сортовипробування (2012–2015 рр.) в умовах Уманського НУС зразок 1809 мав середню врожайність 6,38 т/га (табл. 9.3). Він характеризувався комплексною високою стійкістю до несприятливих чинників навколишнього середовища, зокрема, осипання, бурої іржі та борошнистої роси.

Позитивною ознакою зразка 1809 є висока стійкість до вилягання, що пов'язано з низьким стеблостоем (80 см) та наявністю міцної, грубої соломини. За вмістом клейковини в зерні (36,1 %) зразок істотно перевищував середній груповий стандарт і характеризувався великою масою

1000 зерен (46,8 г) і натурою зерна (690 г/л). За результатами трирічного конкурсного сортовипробування зразок 1809 у 2015 р. передано на Державну науково-технічну експертизу під назвою Артаплот [31, 34].

Таблиця 9.3

**Господарсько-цінні ознаки зразка пшениці м'якої озимої 1809
за конкурсного сортовипробування в умовах Уманського НУС,
2013–2015 рр.**

Показник		Груповий стандарт*	Зразок 1809	<i>НІР₀₅</i>
Урожайність, т/га		6,21	6,38	0,23
Висота рослин, см		86	80	4
Стійкість (бал) до	осипання	9,0	9,0	—
	вилягання	8,6	9,0	—
	бурої іржі	8,5	8,5	—
	борошнистої роси	8,4	8,2	—
Клейковина	%	34,2	36,1	1,2
	ІДК	75	70	—
	Група якості	I	I	—
Натура зерна, г/л		680	690	31
Маса 1000 зерен, г		45,8	46,8	2,1
Довжина колосу, см		13,2	14,0	0,5
Щільність колосу, шт/10 см колосового стрижня		19,5	19,2	0,7
Вегетаційний період, діб		290	287	11

Примітка. Груповий стандарт – сорти пшениці м'якої озимої Копилівчанка, Фаворитка, Подолянка.

Апробацію сорту проводили впродовж 2015–2018 рр. у 17 обласних Державних центрах експертизи сортів рослин різних областей України [16, 18]. За цей період середня врожайність сорту Артаплот в зонах Полісся та Лісостепу була на рівні 6,15–6,19 т/га, що перевищувало середні для зони Полісся показники на 0,53 т/га, проте поступалися середнім для зони Лісостепу показникам на 0,23 т/га (табл. 9.4).

Господарсько-цінні ознаки сорту пшениці м'якої озимої Артаплот за результатами Державної науково-технічної експертизи, 2015–2018 рр.

Показник		Лісостеп		Полісся	
		Умовний стандарт	Артаплот	Умовний стандарт	Артаплот
Урожайність, т/га		6,38	6,15	5,66	6,19
Стійкість (бал) до	осипання	8,7	8,7	8,8	8,5
	посухи	8,7	8,4	8,8	8,3
	вилягання	8,7	9,0	8,7	9,0
	кореневих гнилей	8,5	8,6	9,0	8,7
	фузаріозу	9,0	9,0	9,0	8,8
	борошнистої роси	9,0	9,0	9,0	9,0
	бурої іржі	9,0	8,9	9,0	8,5
	зимостійкість	8,6	8,7	8,8	8,5
	клопа-черепашки	8,7	8,7	9,0	9,0
	мухи шведської	9,0	9,0	9,0	8,7
Висота рослин, см		89	84	90	86
Вологість зерна, %		12,3	13,9	13,7	13,7
Маса 1000 зерен, г		43,7	43,3	45,2	46,0
Вміст білка, %		—	14,8	—	14,3
Клейковина	%	—	31,2	—	30,6
	ІДК	—	75	—	75
	Група якості	—	I	—	I

Високу стійкість рослин сорту Артаплот до низки несприятливих чинників навколишнього середовища відмічено в обох зонах вирощування з несуттєвими коливаннями за часткою уражених рослин. Залежно від зони вирощування зафіксовано відмінності за масою 1000 зерен: у Лісостепу цей показник становив 43,3 г, а на Поліссі – 46,0 г. Вміст білка в зерні сорту Артаплот варіював у межах 14,3–14,8 %.

За результатами Держаної науково-технічної експертизи сорт Артаплот занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2019 р. і рекомендовано до вирощування в зоні Полісся.

Сорт Артаплот – середньостиглий, вегетаційний періодом 285–290 діб. Вирізняється вирівняним стеблостоем і рівномірним дозріванням. Тип розвитку – озимий. Кущ – прямостоячий, рослини без воскового нальоту. Колос – призматичний, довгий (14,0 см), середньої щільності, у фазу повної стиглості – червоного кольору, остистий. Зернівка – яйцеподібна, крупна, світло-коричневого забарвлення. Має задовільний рівень зимо- і посухостійкості, толерантний до хвороб, стійкий до осипання та проростання зерна в колосі.

Отже, за віддаленої гібридизації пшениці м'якої озимої та пшениці спельта створено сорт пшениці м'якої озимої Артаплот, який занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2019 р. Сорт характеризується підвищеним вмістом білка (14,3–14,8 %) та врожайністю понад 6,0 т/га.

У процесі створення сорту Артаплот отримано низку зразків, що характеризуються високим вмістом у зерні білка. Вони використовуються як вихідний матеріал для отримання нових високопродуктивних сортів культури.

9.3 Агробіологічна характеристика зразків пшениці м'якої озимої, створених за гібридизації географічно-віддалених форм

Генетично-селекційне поліпшення сортів сільськогосподарських культур є одним з найефективніших методів підвищення врожайності та резистентності проти абіотичних і біотичних чинників середовища та енергоекономічності вирощування культури, зокрема, пшениці озимої [27, 29, 36].

У процесі низки діалельних схрещувань за гібридизації вітчизняних та іноземних сортів пшениці м'якої озимої створено низку екологічно-пластичних матеріалів. У результаті індивідуальних доборів виділено зразки, що характеризувались високою продуктивністю. Найкращі номери було відібрано та проаналізовано за якісними господарсько-цінними ознаками [19, 23].

Продуктивність зразків аналізували при розміщенні ділянок латинським квадратом, за якого кількість варіантів дорівнює кількості повторень, а родючість ґрунту визначається у двох взаємно перпендикулярних напрямках (рис. 9.4). Створені зразки випробовували у п'ятиразовій повторності. Площа облікової ділянки становила 10 м².

1	2	3	4	5	1. Фаворитка (st.)
3	5	4	1	2	2. 4075
4	3	2	5	1	3. 6151
5	4	1	2	3	4. 3872
2	1	5	3	4	5. 6254

Рис. 9.4 Розміщення ділянок випробування пшениці м'якої озимої.

Сівбу проводили в оптимальні для зони строки. Перед сівбою насіння всіх зразків було очищено і прокалібровано на решетах фракції 2,4 і 2,6 мм та оброблено протруйником Максим Форте.

Аналіз результатів врожайності показав перевагу створених зразків у порівнянні з вітчизняним сортом-стандартом (табл. 9.5).

Середня врожайність сорту Фаворитка в дослідженнях становила 6,45 т/га. Найвищу врожайність формував зразок 3872 – 7,53 т/га, що на 17 % перевищувало стандарт. Істотно нижчі результати було зафіксовано у зразків 6151 та 4075, що суттєво (на 13,3 і 9,9 %) вище, аніж у сорту Фаворитка. Найнижчу врожайність серед виділених матеріалів зафіксовано у номера 6254, проте і він на 3 % перевищував показник стандарту.

**Урожайність (т/га) зразків пшениці м'якої озимої, створених за
гібридації еколого-географічно віддалених форм**

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	Відхилення від стандарту	
	2014	2015	2016	2017	2018		т/га	%
Фаворитка (st)	6,15	6,72	6,48	6,28	6,16	6,45	–	–
4075	6,81	7,35	7,11	7,00	7,20	7,09	0,64	9,9
6151	7,05	7,59	7,30	7,23	7,42	7,31	0,86	13,3
3872	7,28	7,79	7,51	7,41	7,64	7,53	1,08	16,7
6254	6,24	7,0	6,64	6,51	6,78	6,63	0,18	2,8
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,28</i>	<i>0,30</i>	<i>0,29</i>	<i>0,31</i>	<i>0,33</i>	<i>0,34</i>	–	–

Слід також зазначити, що найвищу врожайність зразків отримано в 2015 році, дещо нижчу в 2016, найнижчу – в 2014 році, що пов'язано впливом умов навколишнього середовища на процес формування врожаю.

Щоб з'ясувати умови перевищення врожайності апробованих матеріалів над сортом-стандартом, було проаналізовано основні фенотипові показники рослин (висоту, продуктивну кущистість, довжину колосу, кількість квіток і зерен у колосі, озерненість і щільність колосу, масу зерна з колосу і з рослини, масу 1000 зерен (табл. 9.6). З кожного зразка було відібрано для аналізу 50 рослин.

За висотою істотно вирізнялись рослини сорту-стандарту Фаворитка (95 см). Отримані матеріали були істотно нижчими за висотою стеблостою. Висота рослин пшениці залежить від генотипу організму і контролюється генами *RhtA6*, *RhtB1*, *RhtD1* та *Rht8*, що локалізовані, відповідно, у хромосомах 6A, 4DS, 4BS і 2DL [3]. Використовуючи в якості однієї з батьківських форм низькорослі іноземні сорти було досягнуто зменшення висоти стебла та, відповідно, підвищення стійкості рослин до вилягання. Візуальна оцінка посівів у фазу молочної стиглості дозволила охарактеризувати всі зразки стійкими до вилягання з балом стійкості дев'ять.

Таблиця 9.6

Аналіз господарсько-цінних ознак зразків пшениці м'якої озимої,
2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Фенотипова ознака										
	Висота рослин, см	Продуктивна кущистість, шт. стебел/рос.	Довжина колосу, см	Кількість квіток у колосі, шт.	Кількість зерен у колосі, шт.	Озерненість колосу, %	Щільність колосу, шт. зерен/см	Маса зерна з колосу, г	Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 зерен, г	
Фаворитка (st)	95±5	2,9±0,2	9,0±0,6	50,7±4,5	45,2±3,3	89,2±1,6	5,0±0,4	1,81±0,2	5,25±1,2	40,0±0,3	
4075	69±3	3,2±0,3	14,5±0,9	78,6±6,1	73,1±5,1	93,0±1,5	5,1±0,3	3,09±0,2	9,89±1,4	42,4±0,4	
6151	84±3	3,9±0,4	13,5±0,7	63,3±5,0	59,8±3,8	94,5±1,4	4,4±0,2	2,68±0,3	10,45±1,0	45,2±0,5	
3872	67±3	3,6±0,3	12,5±0,5	64,8±5,7	60,6±4,5	93,5±1,5	4,9±0,4	3,41±0,2	12,28±1,1	55,0±0,4	
6254	92±4	4,1±0,5	12,0±0,5	62,7±4,4	56,5±4,4	90,1±1,2	4,7±0,3	1,67±0,1	6,85±0,6	40,2±0,4	
<i>НІР</i> ₀₅	5	0,2	0,6	3,4	2,8	1,3	0,2	0,2	1,1	2,1	

Апробуючи рослинний матеріал з нормою висіву 4 млн. рослин на гектар, отримали продуктивну кущистість у середньому за генотипами 3,7 шт. стебел на рослину, що істотно перевищувало показник сорту-стандарту. Найвищу продуктивну кущистість в досліді було зафіксовано у зразка 6254 (4,1 шт. стебел/рослину).

У середньому за дослідом довжина колосу становила 13,1 см. Зустрічались також рослини з довжиною колосу до 16,1 см. Найдовший колос мали рослини зразка 4075 (14,5 см). Найбільша кількість квіток формувалася у колосі зразка 4075 (78,6 шт.). Цей показник істотно вирізнявся від середнього значення апробованих матеріалів за дослідом. Найвищий показник озерненості колосу зафіксовано у зразка 6151 (на рівні 94,5 %), що істотно перевищувало сорт-стандарт Фаворитка (89,2 %). Найбільшу щільність колосу мав зразок 4075 – 5,1 шт. зерен/см колосу. Середня щільність колосу в досліді становила 4,8 шт. зерен/см.

За масою зерна з колосу істотно вирізнявся номер 3872 (3,41 г), хоча в досліді зустрічались рослини з показником 3,79 г. Відповідно, маса зерна з рослини, що залежить від маси зерна з колосу і кількості продуктивних стебел на рослині, була також найбільшою у цього зразка (12,28 г).

Маса 1000 зерен коливалась у межах від 38 до 56 г. Найкрупніше насіння було у рослин зразка 3872 – 55 г. Показники всіх інших матеріалів були істотно нижчими.

Навесні проводили аналіз зимостійкості та інтенсивності розвитку створених зразків пшениці.

Стійкість рослин до дії низьких негативних температур – один з основних чинників, що виявляє рівень реалізації потенціалу продуктивності озимої пшениці в більшості агрокліматичних зон її вирощування. Саме тому створення високоморозо-, зимостійких сортів культури, що відповідають потребам сучасного сільськогосподарського виробництва, є важливою проблемою вітчизняної селекції. Одним з успішних шляхів вирішення цієї проблеми є створення та реалізація генетичної теорії отримання сортів, стійких до низьких температур [5, 10].

Одним з перших дослідників, хто звернув увагу на різний рівень перезимівлі рослинного матеріалу, був Н. Nilsson-Ehle. Досліджуючи позитивні та негативні трансгресії в розщеплюваннях, він відмітив полігенний тип успадкування ознаки у пшениці м'якої озимої. У наступному це питання широко вивчалось і обговорювалось [9, 17].

Переважну більшість робіт присвячено характеру успадкування морозостійкості в поколінні F_1 [3, 28]. Відзначається, що стійкість до дії низької негативної температури проявляється як рецесивна, домінантна ознака або ознака з проміжним успадкуванням. Окрім того, відмічено, що характер її успадкування залежить від вихідних батьківських форм, а також умов загартування і температурного навантаження. Однак більшість дослідників [17] висловлюють думку, що морозостійкість гібридів F_1 від схрещування озимих сортів пшениці має проміжне успадкування з відхиленням у бік морозостійкішої батьківської форми. Встановлено, що гібриди F_1 , зазвичай, поступаються за морозостійкістю кращій з батьківських форм на 1–7 % і переважають гірші батьківські форми на 14–40 % [9, 28]. Відмічено також проміжний і рецесивний характер успадкування ознаки морозостійкості у озимо-ярих гібридів. Значну кількість досліджень проведено з виявлення гетерозисного ефекту морозостійкості. Проте цей ефект фіксували лише у 1–17 % комбінацій, а рівень його проявлення був незначним.

У літературі знайдено інформацію [3], що на морозостійкість, як фізіологічної властивості рослинного організму, суттєво впливає цитоплазма. На основі вивчення результатів перезимівлі селекційного матеріалу, отриманого в результаті реципрокних схрещувань, вчені прийшли до висновку щодо позитивного впливу материнського організму на морозостійкість гібридів пшениці. Такий вплив спостерігали у поколіннях F_2 – F_3 .

Для отримання більш повної інформації щодо особливостей генетичного контролю морозостійкості у гібридів пшениці озимої в останні роки широко

застосовуються діалельні схрещування. У результаті їх використання, а також методу топкросу, виявлено комбінаційну здатність багатьох сортів за морозостійкістю. При цьому встановлено [3], що вищою загальною комбінаційною здатністю характеризуються сорти з високим рівнем стійкості до дії низьких негативних температур.

Однак діалельний аналіз не дозволяє встановити генотипи вивчених сортів зі стійкості до дії низьких негативних температур і не викриває механізми генних взаємодій, що застосовуються до конкретної комбінації, знижуючи практичну цінність отриманих даних. Окрім того, використовуючи діалельні схрещування, вчені часто керуються гіпотезою про незалежне розподілення генів у батьків та відсутності епістазу, однак це не завжди підтверджується [3, 5, 22, 35].

Глибокі генетичні дослідження з вивчення природи морозостійкості показали [9, 35], що стійкість пшениці м'якої контролюється складною генетичною системою. Нині ідентифіковано 13 хромосом, що детермінують прояв морозостійкості: 1A, 5A, 7A, 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 1D, 2D, 4D, 5D. Характерно, що в різних сортів цей контроль здійснюється як однотипними хромосомами, так і різними з різною їх кількістю.

Вивчаючи електрофоретичні спектри запасних білків, було встановлено зв'язок різних сортів пшениці м'якої озимої з алелями гліадинкодуєчих локусів. У запасних білках найбільш морозостійких сортів завжди присутні блоки компонентів гліадину Gld 1A1 або Gld 1A2, Gld 1D5, Gld 6A3, Gld 6D2.

Аналізуючи причини різкого підвищення морозостійкості гексаплоїдних пшениць, вчені [5, 35] вказують на першочергове значення додавання геному D до генотипу АВ тетраплоїдних видів. Однак, інші [35] на основі вивчення взаємодії генів у синтетичних амфідиплоїдів доводять, що підвищення морозостійкості пшениці м'якої пов'язано не з геномом D, а є результатом мутацій та рекомбінацій з наступним добором на гексаплоїдному рівні. Проте здатність до перезимівлі пшениці насамперед визначається озимим

типом розвитку культури. Результати цитогенетичних і біохімічних досліджень підтверджують висновки про полігенну природу морозостійкості.

Кліматичні та погодні умови вирощування пшениці озимої в Україні характеризуються різноманітністю і значною непередбачуваністю. Перш за все це стосується перезимівлі, коли рослини витримують вплив осінньої та весняної посухи, морозів і відлиг, крижаних кірок, видування, вимокання, випрівання та інших несприятливих чинників.

Зимостійкість пшениці визначали за методиками Державного сортовипробування. Оцінювання селекційного матеріалу за цією ознакою проводили навесні, шляхом підрахунку відсотку рослин, що перезимували до загальної кількості рослин, що ввійшли в зиму.

Погодні умови 2014–2016 років були сприятливими для вирощування зернових культур. Можливо через це рослини переважної більшості зразків після відновлення весняної вегетації вирізнялись інтенсивним наростанням біомаси. Для визначення розподілу зразків колекції за балом зимостійкості вираховували відсоткову частку генотипів за рівнем прояву цього показника (рис. 9.5).

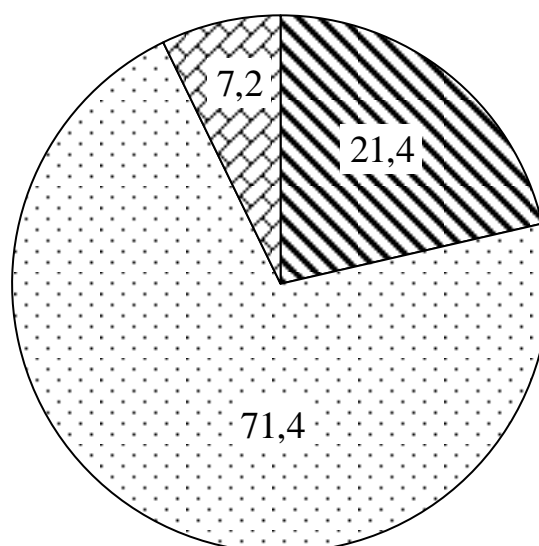


Рис. 9.5 Розподіл зразків колекції за зимостійкістю (2014–2016 рр.), %:

■ – 9 балів; ▨ – 8,0-8,9 балів; ▩ – 7,0-7,9 балів.

Загалом, за найвищим балом стійкості (9,0) виділено 21,4 % матеріалу від загальної кількості досліджуваних зразків. Бал стійкості 8,0–8,9 мали 71,4 % зразків. Дещо нижчі показники зимостійкості (7,0–7,9 бали) зафіксовано у 7,2 % матеріалів. Загалом майже 93,0 % досліджуваних колекційних зразків, що мали високий бал зимостійкості, доцільно використовувати в селекційних схемах зі створення високопродуктивних зимостійких форм пшениці м'якої озимої.

У результаті досліджень встановлено, що створені, за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, матеріали характеризувались високою морозо- і зимостійкістю (табл. 9.7).

Таблиця 9.7

Показники зимостійкості та відновлення весняної вегетації зразків пшениці м'якої озимої, 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Зимостійкість, бал	Інтенсивність відновлення весняної вегетації, бал	Кількість апробованих рослин		
			Восени, шт.	Навесні, шт.	Рослини, що перезимували, %
Фаворитка, st	8,4	7,3	129	110	85,2
3872	8,6	6,9	137	124	90,5
4075	9,0	6,2	141	136	96,5
6151	8,7	5,6	142	131	92,3
6254	8,5	6,4	136	122	89,7
<i>НІР</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>	–	–	–

Зимостійкість рослин пшениці озимої контролюється генами *Fro* і *Fro*, що знаходяться, відповідно, в хромосомах 5В та 5А. Всі апробовані зразки мали досить високу зимостійкість. Суттєвого випадання рослин не спостерігали. Часта рослин сорту-стандарту Фаворитка, що перезимували, склала 85,2 %. Порівняно з контролем найкраще зарекомендував себе селекційний зразок 4075. На час весняного відновлення вегетації відсоток рослин, що успішно перезимували, сягав 96,5 %. Для інших матеріалів

кількість живих рослин після перезимівлі була істотно меншою і варіювала в межах 89,7–92,3 %.

При створенні матеріалів на основі еколого-географічно віддалених форм особливу увагу звертають на інтенсивність після зимового розвитку отриманих рослин. Ознака контролюється геном *Ppd*, що знаходиться в 2D хромосомі. Найінтенсивнішим розвитком після перезимівлі характеризується сорт-стандарт Фаворитка (7,3 бали). Створені зразки мали істотно нижчу інтенсивність відростання біомаси у весняний період. Це пов'язано з їх походженням. Батьківські форми, в якості яких використовували іноземні матеріали були пізньостиглими, що спричинило у нащадків затримку весняної вегетації рослин.

Оцінка резистентності до хвороб створених зразків пшениці м'якої озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. Використання стійких до хвороб сортів економічно найефективніший і екологічно безпечний метод захисту рослин. На рослинах стійких сортів патогени майже не розвивається. В умовах епіфітотій зниження врожайності резистентних форм незначне, засоби захисту застосовуються в невеликій кількості, або зовсім не використовуються [15, 25].

Успішна селекція створення стійких до хвороб матеріалів повинна ґрунтуватися на фундаментальних знаннях щодо генетичної природи стійкості рослини хазяїна та вірулентності патогенів. Резистентність рослини забезпечується існуючою групою специфічних генів стійкості, що діють на першій, детермінантній фазі взаємодії рослини та патогена. Продукти цих генів призначені для розпізнавання чужорідних метаболітів патогена [12]. У селекції пшениці найбільшу цінність мають гени, що забезпечують сортам стабільну стійкість до хвороб незалежно від генетичного різноманіття патогенів і погодних умов вирощування. Такими генами найчастіше є домінантні моно- й олігогени. Низка інших генів стійкості, за твердженням Е. Е. Гешеле [2], можуть бути лише стимуляторами головних генів.

У селекції зернових колосових культур на стійкість до фітопатогенів найчастіше застосовують гібридизацію, мутагенез і біотехнологічні методи. Використання гібридизації дозволяє значно збільшити наявність генотипового різноманіття. Проте різні типи взаємодії генів, явище зчепленого успадкування, генетичні та фізіологічні кореляції істотно обмежують рекомбінацію ознак у гібридних організмів [4, 20, 24].

Найпоширенішими та шкодочиннішими хворобами пшениці озимої в Україні є борошниста роса, фузаріоз колосу, септоріоз, снігова плісень тощо. Недобір урожаю за ураження цими хворобами в різні роки може сягати від 15 до 40 %.

Борошниста роса – це одна з найшкодочинніших хвороб пшениці озимої. Вона може призводити до значного зниження врожаю та його якості у різних регіонах країни. Збудником хвороби є сумчастий гриб *Erysiphe graminis*, що належить до класу сумчастих грибів *Ascomycetes*. Шкідливість хвороби виявляється у зменшенні асиміляційної поверхні листків, руйнуванні хлорофілу та інших пігментів. Фіксується зниження кущистості рослин і, за сильного ураження, затримання колосіння, передчасне відмирання листків уражених рослин. Інтенсивний розвиток хвороби може бути причиною зменшення кількості і маси зерен та недобору врожаю від 15 до 36 % [17].

У пшениці м'якої ідентифіковано 16 генів стійкості до борошнистої роси, з них вісім отримано від інших видів і родів: *Pm2* і *Pm6* від *T. timopheevii*, *Pm4a* і *Mld* – від *T. durum*, *Pm4b* – від *T. persicum*, *Pm5* – від *T. dicoccum*, *Pm7* і *Pm8* – від *S. secale* [33].

Фузаріоз колосу – одна з найпоширеніших хвороб пшениці. Особливо інтенсивно вона проявляється у вологі роки зі зниженою температурою у другій половині вегетації рослин, що стримує дозрівання зерна. Уражене колосся спочатку набуває блідо-рожевого відтінку, а потім на лусочках колосків формуються блідо-рожеві, оранжево-червоні або червоні

подушечки, які поступово зливаються і утворюють наліт, що вкриває всю поверхню колосу. Іноді червонуваті подушечки утворюються на зерні. Фузаріоз легко діагностується, коли здорове колосся ще зберігає зелений колір, а уражені колоски або весь колос біліють. За вологої і теплої погоди на уражених колосках з'являються дрібні темно-сині або чорні перитеції.

Збудниками фузаріозу колосу є незавершені гриби роду *Fusarium*, порядку *Hyphomycetales*. Частіше зустрічаються *Fusarium graminearum*; *Fusarium avenaceum*. При дозріванні злаків патогени утворюють грибницю і конідіальне спороношення у вигляді червонуватих подушечок не тільки на колосках і зернах, а й на піхвах листків, вузлах і навіть біля основи стебла.

Стійкість рослин до фузаріозу контролюється генами *Fhb1* і *Fhb2* розташованих у хромосомах *3BS* і *6BS*, відповідно [11, 13].

Септоріоз – хвороба збудником якої є недосконалі гриби з роду *Septoria*. Найчастіше на пшениці озимій зустрічаються *Septoria tritici*, *Septoria graminum*, які уражають переважно листки і піхви листків та *Septoria nodorum*, що уражує всі надземні органи, зокрема і колосся. Найпоширеніший у регіонах достатнього зволоження, особливо в Північному Лісостепу і Поліссі. Септоріоз призводить до зменшення асиміляційної поверхні, передчасного всихання листків і рослин, ламкості стебел, слабкого розвитку колосу, передчасного досягання хлібів, зниження врожаю зерна та погіршення його посівних і технологічних якостей. Шкодочинність цієї хвороби останнім часом зростає. Втрати врожаю за ураження можуть сягати до 40 %.

Нині ідентифіковано низку генів стійкості до септоріозу *Stb1–Stb12*, *StbAc1* і *StbAc2* [2, 4]. Джерелами стійкості культурної пшениці до збудників є її споріднені види (*Triticale*, *Triticum timopheevii*, *T. fungicidum*, *T. monococcum*, *T. boeoticum*, *T. kiharae*, *T. urartu*, *T. zhukovskui*, *T. tauschii*) і дикорослі співродичі (*Agropyrum elongatum*, *Aegilops sguarrosa*, *Ae. speltoides*, *Ae. sharonensis*), від яких стійкість перенесена у культурні сорти шляхом міжвидової і віддаленої гібридизації [13].

Метою наших досліджень була ідентифікація та виділення резистентних до основних хвороб зразків пшениці м'якої озимої, створених за гібридизації еколого-географічно віддалених форм для використання їх у селекційному процесі в якості донорів стійкості.

Основний облік матеріалу за стійкістю до борошнистої роси проводили у фазу колосіння, що за міжнародною класифікацією ВВСН 55–59 фази (табл. 9.8).

Таблиця 9.8

**Резистентність до борошнистої роси створених зразків
пшениці м'якої озимої, 2014–2016 рр.**

Селекційний матеріал	Інтенсивність ураження рослин за роками, %				Відхилення від стандарту, %	Бал стійкості
	2014	2015	2016	Середнє		
Фаворитка, st	12,8	13,2	13,9	13,3	–	7
4075	3,7	4,1	4,3	4,0	– 9,3	9
6151	4,5	4,7	5,0	4,7	– 8,6	8
3872	5,8	6,2	6,4	6,1	– 7,2	8
6254	7,3	7,5	8,0	7,6	– 5,7	8
<i>НІР₀₅</i>	0,6	0,7	0,7	0,7	–	–

Найнижчу інтенсивність ураження борошнистою росю продемонстрували рослини зразка 4075, з часткою ураження на рівні 4,0 %, що на 9,3 % нижче показника сорту-стандарту Фаворитка – 13,3 %. Зразки 6151, 3872 і 6254 також були істотно резистентнішими щодо рослин контрольного варіанту. Інші номери істотно поступались вищевказаним матеріалам за стійкістю.

Слід також зазначити, що в 2016 році ця хвороба мала значне поширення, що пов'язано з погодними умовами вирощування культури. Зараження борошнистою росю спостерігали восени на прикореневих і нижніх стеблових листках.

Облік фузаріозного ураження колосу проводили у фазу молочної стиглості, що за класифікацією ВВСН 70–75 фази (табл. 9.9).

**Резистентність до фузаріозу колосу створених зразків
пшениці м'якої озимої, 2014–2016 рр.**

Селекційний матеріал	Інтенсивність ураження рослин за роками, %				Відхилення від стандарту, %	Бал стійкості
	2014	2015	2016	Середнє		
Фаворитка (st.)	8,2	7,8	11,3	9,1		8
4075	6,1	6,2	7,9	7,7	– 1,4	8
6151	6,9	6,8	9,4	6,9	– 2,2	8
3872	6,2	6,6	8,7	7,2	– 1,9	8
6254	7,0	7,3	10,4	8,2	– 0,9	8
<i>HIP₀₅</i>	0,6	0,6	0,7	0,7	–	–

Найвищу стійкість до фузаріозу було зафіксовано в зразка 6151. Відсоток уражених рослин в середньому склав 6,9 %, що на 2,2 % нижче від стандарту. Зразки 3872, 4075 і 6254 перевищували за стійністю сорт Фаворитка на 1,9, 1,4 та 0,9 %, відповідно.

Основний облік стійкості рослин до септоріозу проводили в фазу колосіння, а за класифікацією ВВСН у 60–69 фази (табл. 9.10). Повністю імунних до септоріозу сортів пшениці не виявлено.

Таблиця 9.10

**Резистентність до септоріозу створених зразків
пшениці м'якої озимої, 2014–2016 рр.**

Селекційний матеріал	Інтенсивність ураження рослин за роками, %				Відхилення від стандарту, %	Бал стійкості
	2014 р.	2015 р.	2016 р.	Середнє		
Фаворитка, st	11,2	11,8	11,6	11,5	–	7
4075	8,2	7,9	8,0	8,0	– 3,5	8
6151	7,9	7,5	6,4	7,3	– 4,2	8
3872	7,5	7,7	6,5	7,0	– 4,5	8
6254	8,1	7,9	7,4	7,8	– 3,7	8
<i>HIP₀₅</i>	0,7	0,6	0,7	0,7	–	–

Інтенсивність ураження відібраних зразків септоріозом за роками, була відносно вирівняною. Найвищу резистентність до септоріозу на рівні 7,0 % (8 балів) мали рослини зразків 3872 та 6151. Істотно нижчу стійкість мали рослини номерів 4075 та 6254.

Створені матеріали (зразки 4075, 3872, 6151, 6254) показали істотну перевагу за резистентністю до борошнистої роси, фузаріозу колосу та септоріозу у порівнянні з сортом-стандартом Фаворитка. Для остаточної ідентифікації резистентності селекційних матеріалів доцільно залучати сучасні методи молекулярної генетики, що дозволить обґрунтовано підтвердити джерела генів стійкості [14].

Отже, нині значно розширено уявлення про генетично детерміновані властивості морозостійкості та резистентності до хвороб пшениці м'якої озимої, що забезпечує цілеспрямоване проведення селекційних досліджень зі створення стійких до низки абіотичних і біотичних чинників матеріалів. Встановлено, що за гібридизації еколого-географічно віддалених форм створено зразки пшениці м'якої озимої, що за продуктивністю, якісними показниками та стійкістю до хвороб істотно перевищують сорт-стандарт Фаворитка. Доведено, що зразки 4075, 6151, 3872, 6254 можуть використовуватись донорами генів господарсько-цінних ознак і слугувати вихідними формами за створення нових сортів культури.

Зразки 3872 (сорт Фрея) та 6151 (сорт Уманська царівна) у 2018 році, зразок 6254 (сорт Євразія) у 2019 році передано, а створений зразок 4075 після розмноження буде відправлено, на Державну науково-технічну експертизу.

9.4 Економічна ефективність вирощування створених сортів озимих зернових колосових культур.

Першочергове значення за будь-якої технології вирощування культури належить економічним критеріям. Важливими питаннями під час створення

сорту є його господарсько-цінні характеристики і конкурентоспроможність за врожайністю та прибутковістю.

Основними економічними показниками, що характеризують ефективність виробництва зерна є врожайність, валовий збір, реалізаційна ціна, чистий прибуток від реалізації зерна, собівартість продукції і рівень рентабельності.

У табл. 9.11 наведено розрахунки економічної ефективності вирощування створених сортів жита озимого, пшениці м'якої озимої і тритикале озимого, занесених до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні, за сортовипробування в умовах дослідного поля Уманського НУС.

В основу розрахунків економічної ефективності взяті ціни на сільськогосподарську та промислову продукцію, що склалися на біржовому ринку України в 2019 році. Зокрема, реалізаційна ціна товарного зерна жита озимого – 4800,00 грн/т, пшениці м'якої озимої – 5300,00 та тритикале озимого – 4650,00 грн/т. Виробничі витрати розраховували згідно типових технологічних карт вирощування досліджуваних культур для зони Лісостепу.

Аналіз отриманих показників доводить ефективність вирощування зернових культур, оскільки високою рентабельністю (144–231 %) характеризувалися навіть сорти-стандарти.

Враховуючи розраховані згідно типових технологічних карт затрати на вирощування культур: жито озиме – 9633,50 грн/га; пшениця м'яка озима – 9943,70; тритикале озиме – 9750,20 грн/га, і реалізаційної ціни 1 т продукції, рівень рентабельності для створених сортів за культурами склав відповідно – 314 % (Сіріус), 240 (Артоплот), 182 (Наварра) і 139 % (Статег).

Проведені розрахунки підтверджують високу економічну ефективність впровадження у виробництво створених сортів озимих зернових колосових культур. Очікуваний умовно-чистий прибуток за вирощування жита озимого сорту Сіріус складає 30,21 тис.грн/га, пшениці м'якої озимої сорту Артаплот – 23,87, а тритикале озимого сортів Наварра і Стратег – відповідно,

17,71 і 13,56 тис.грн/га.

Таблиця 9.11

**Економічна ефективність вирощування створених сортів озимих
зернових культур, 2019 р.**

Показник	Жито		Пшениця		Тритикале		
	Сорт						
	Стандарт **	Сіріус	Стандарт ***	Артоплот	Стандарт ***	Наварра	Стагет
Урожайність, <i>т/га</i>	6,45	8,30	6,21	6,38	5,17	5,97	4,96
Приріст (±) до стандарту, <i>т/га</i>	–	1,90	–	0,17	–	0,80	-0,21
Вміст у зерні білка, %	–*	–*	17,1	18,1	11,5	11,4	13,0
Збір білка, <i>т/га</i>	–*	–*	1,06	1,15	0,59	0,68	0,64
Приріст (±) до стандарту, %	–*	–*	–	0,09	–	0,09	0,05
Ціна реалізації, <i>грн/т</i>	4800,00	4800,00	5300,00	5300,00	4600,00	4600,00	4700,00
Вартість валової продукції, <i>грн/га</i>	30960,00	39840,00	32913,00	33814,00	23782,00	27462,00	23312,00
Матеріально- грошові витрати, <i>грн/га</i>	9633,50	9633,50	9943,70	9943,70	9750,20	9750,20	9750,20
Собівартість зерна, <i>грн/т</i>	1493,60	1160,7	1601,20	1558,60	1885,90	1633,20	1965,80
Умовно-чистий прибуток, <i>тис.грн/га</i>	21,34	30,21	22969,30	23,87	14,03	17,71	13,56
Рентабельність, %	221	314	231	240	144	182	139

Примітка. * – не регламентується; ** стандарт – сорт Хлібне; *** груповий стандарт – сорти пшениці м'якої озимої Копилівчанка, Фаворитка, Подолянка; **** стандарт – сорти Алкід, Раритет.

Висновки за розділом 9.

1. За використання в селекційному процесі сортів і гібридів жита озимого вітчизняного та іноземного походження створено вихідні матеріали (закріплювачі стерильності), що дало можливість за вільного комбінування генів їх популяцій отримати сорт-синтетик Сіріус, який занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні та зразок 271/16, який після розмноження буде передано на Державну науково-технічну експертизу.

2. За віддаленої гібридизації пшениці м'якої озимої та пшениці спельта створено сорт пшениці м'якої озимої Артаплот, що характеризується високим вмістом білка (14,3–14,8 %) та врожайністю понад 6,0 т/га. Сорт занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2019 року.

3. За гібридизації еколого-географічно віддалених форм створено зразки пшениці м'якої озимої з високою продуктивністю та комплексною стійкістю до низки біотичних та абіотичних чинників. Отримані зразки 3872 (сорт Фрея) та 6151 (сорт Уманська царівна) у 2018 році, зразок 6254 (сорт Євразія) у 2019 році передано, а створений зразок 4075 після розмноження буде відправлено, на Державну науково-технічну експертизу.

4. Створені матеріали доцільно використовувати в селекційних схемах гібридизації донорами генів господарсько-цінних ознак для отримання нових високопродуктивних сортів хлібних культур.

За матеріалами розділу опубліковано п'ятнадцять наукових праць та отримано два авторських свідоцтва на сорти рослин [7, 17–31, 34].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ 9

1. Авраменко С., Цихмейструк М., Глибокий О., Шелекін В. Нові аспекти вирощування жита озимого. *Агробізнес сьогодні*. № 17 (216). 2011. С. 18–21.

2. Бабаянц О. В., Бабаянц Л. Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. СГИ-НЦСС. Одеса: ВМВ, 2014. 401 с.
3. Бригс Ф. Ноулз П. Научные основы селекции растений. Москва: Колос, 1972. 399 с.
4. Васильківський С. П., Власенко В. А. Розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу в селекції зернової культури. *Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці ім. Ремесла*. Київ: Аграрна наука, 2002. Вип. 2. С. 12–17.
5. Глухова Н., Ельников М., Рябчун Н. Современная селекция озимой пшеницы. *Зерно*. 2007. № 1. С. 32–37.
6. Дерев'янку В. П., Егоров Д. К. Актуальные вопросы гетерозисной селекции озимой ржи. Харків, 2008. 152с.
7. Діордієва І. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Артоплот. *Зернові культури*. 2019. Т. 3. № 1. С. 7–12.
8. Єгоров Д. К., Циганко В. А., Дерев'янку В. П., Олійник О. О. Особливості селекції сортів та гібридів озимого жита. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. Одеса, 2010. Вип. № 16 (56). С. 104–109.
9. Животков Л. А., Бирюков С. В., Степаненко А. Я. и др. Пшеница. Под ред. Л. А. Животкова. Киев: Урожай, 1989. С. 58–65.
10. Кобылянский В. Д., Лукьянова В. М., Радионова Н. А. Теоретическое и практическое создание коллекции ржи и зернофуражных культур. *Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции*. Ленинград, 1987. Т. 100. С. 40–52.
11. Коломієць Л. В., Волощук С. І., Волощук Г. Д., Гірко В. С. Можливість гаметофітного добору на стійкість пшениці до *Fusarium graminearum Schwabe*. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 297–305.

- 12.Крючкова Л. О. Генетичні основи стійкості пшениці до грибних хвороб. *Физиология и биохимия культурных растений*, 2010. Т. 49. № 3. С. 148–154.
- 13.Крючкова Л. О. Хвороби озимої пшениці, які спричиняються некротрофними грибними патогенами та методи їх діагностики: Автореф. дис... д-ра біол. наук. Київ, 2007. 40 с.
- 14.Лісневич Л. О., Радченко О. М., Глазко В. І. Принципи і застосування молекулярно-генетичних маркерів пшениці. *Физиология и биохимия культурных растений*, 2006. 38, № 1. С. 3–18.
- 15.Лісовий М. П. Генетика стійкості рослин до збудників хвороб: аспекти історичного розвитку та перспективи досліджень. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 263–279.
- 16.Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Київ: Український інститут експертизи сортів рослин, 2015. 133 с.
- 17.Пшениця спельта: монографія. Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, М. Ф. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, Я. С. Рябовол, О. Г. Сухому. За ред. Г. М. Господаренка. Київ: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2016. 312 с.
- 18.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Агробіологічні особливості сорту пшениці м'якої озимої Артоплот. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 175-річчю заснування Уманського національного університету садівництва *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства*. Умань, 2019. С. 52–53.
- 19.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Аналіз морозо-, зимостійкості створених зразків пшениці м'якої озимої. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання аграрної науки*, присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС. Умань, 2018. С. 162–163.

20. Рябовол Я. С., Диордиева И. П., Коцюба С. П., Новак Ж. М., Новак А. В. Адаптивна селекція пшениці м'якої озимої на устійчивість к грибовим захворюванням с использованием еколого-географически отдаленных форм. Material the international research and practical conference *The development of nature sciences: problems and solutions*. Brno, the Czech Republic. Brno, 2018. P. 56–59.
21. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Створення і випробування сорту жита озимого Сіріус. *Посібник українського хлібороба*. Харків, 2015. Т. 1. С. 85–87.
22. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Контроль зимостійкості зразків пшениці м'якої озимої. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Проблеми збалансованого ведення землеробства в сучасних господарсько-економічних умовах*. Рівне, с. Шубків, 2016. С. 131–132.
23. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Оцінка створених зразків пшениці м'якої озимої за низкою господарсько-цінних ознак. *Зернові культури*. 2017. Том 1. № 1. С. 26–31.
24. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Оцінювання резистентності до хвороб створених зразків пшениці м'якої озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2017. Вип. 91. Ч. 1. С. 202–209.
25. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Селекція пшениці озимої на стійкість до церкоспороозної гнилі. Матеріали Міжнародної наук. конф. «Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання). Умань, 2017. С. 217–219.
26. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Сорт жита озимого для екологічного землеробства. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства*. Умань, 2017. С. 39–40.
27. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Створення нових селекційних матеріалів пшениці м'якої озимої за гібридизації еколого-географічно віддалених сортів. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2016. Вип. № 2. С. 69–71.

- 28.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Характеристика зразків пшениці м'якої озимої за зимостійкістю. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2016. Вип. № 89. С. 29–37.
- 29.Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Діордієва І. П. Стійкість до хвороб зразків пшениці м'якої озимої, створених гібридизацією географічно віддалених форм. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Львів–Оброшино, 2019. Вип. 65. С. 124–133.
- 30.Свідоцтво № 140924 «Про авторство на сорт рослин». Сіріус. Жито посівне (озиме). Заявка № 11003007. Автор(и): Парій Ф. М., Парій М. Ф., Скорик В. В., Симоненко Н. В., Парій Я. Ф., Парій Ю. О., Скорик В. В., Рябовол Я. С. (Районоване у 2014 р.)
- 31.Свідоцтво № 180868 «Про авторство на сорт рослин». Артаплот. Пшениця м'яка (озима). Заявка № 15012037. Автор(и): Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Новак Ж. М., Полянецька І. О., Задерака О. І., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Заболотна І. Р., Діордієва І. П., Якимчук Р. А., Любич В. В. (Районоване у 2018 р.)
- 32.Тимошук Т. М., Чайка О. В., Ничипорук В. В., Орищук О. С., Ничипорук О. О. Сорт як фактор формування стійких агроценозів жита озимого. *Вісник Сумського НАУ*. Суми, 2013. № 3 (25). С. 218–221.
- 33.Чекалін М. М., Тищенко В. М., Баташова М. Є. Селекція та генетика окремих культур: навчальний посібник. Полтава: ФОП Говоров С. В., 2008. 368 с.
- 34.Черно О. Д., Рябовол Я. С. Вплив різних систем удобрення на технологічні показники зерна пшениці сорту Артемісія. *Збірник наукових праць СГІ–НЦНС*. 2016. Вип. 27(67). С. 170–176.
- 35.Balint A. Some theoretical problems of inbreeding. 7-th Congr. EUCARPIA. Budapest, 1974. P. 98–102.
- 36.Raats D. Functional genomics to improve wheat disease resistance. Proceedings of the 13-th international wheat genetics symposium. Tulln, 2017. P. 56.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової проблеми щодо вдосконалення систем гібридизації та добору генетичних джерел і створення вихідного матеріалу, стійкого до низки біотичних та абіотичних чинників, за аналізу закономірностей змін та успадкування ознак у процесі селекції при використанні в технологічній схемі біотехнологічних методів, для отримання високопродуктивних сортів і гібридів зернових хлібних культур, що має важливе значення для біологічної науки та аграрної галузі України.

1. Розроблено та теоретично обґрунтовано нові технології селекційного процесу отримання вихідного матеріалу жита озимого та пшениці м'якої озимої за використання біотехнологічної ланки, що дає можливість інтенсифікувати процес створення нових високопродуктивних вихідних компонентів гібридизації.

2. Підтверджено, що зміна архітекtonіки рослин є ефективним інструментом забезпечення формування нових морфобіологічних особливостей рослин та оптимізації структури їх популяції, спрямованих на підвищення продуктивності жита озимого. Доведено, що за гібридизації еколого-географічно віддалених матеріалів створено нові морфотипи рослин зі зміненою структурою колосу, що дає можливість підвищити продуктивність культури за рахунок формування додаткових рядів квіток і колосків на стрижені основного колосу та, відповідно, насіння.

3. Показано, що за ведення гетерозисної селекції жита озимого для спрощення відбору компонентів гібридизації доцільно використовувати генетичні маркери. Встановлено, що гени *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листової пластинки, *L/l* «безлігульність», *P/p* розлогої форми куща, *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу» та *H1/h1* домінантної короткостебловості можуть слугувати ефективними маркерами для візуальної ідентифікації ознаки «стерильність–фертильність» і «гібридність»

рослин жита озимого на різних етапах онтогенезу рослин, що прискорює процес відбору вихідних форм.

4. Підтверджено, що ознаки «еректоїдне розміщення листкової пластинки», «лігульність», «безвосковий наліт» контролюються моногенно. Гени *Sp/sp* і *W/w* успадковуються за типом неповного домінування при формуванні в гетерозигот проміжної ознаки за схемою 1: 2: 1, а ген *L/l* – за законом домінування та схемою 3: 1. Встановлено, що зразки носії рецесивних маркерних ознак генів *Sp/sp*, *L/l* мають більший вміст хлорофілу *a + b* у фотосинтезуючих органах і, відповідно, продуктивність рослин, а гетерозиготи за геном *W/w* мають більший вміст хлорофілу *a + b* порівняно з гомозиготними формами (*W W*, *w w*).

5. Розроблено та теоретично обґрунтовано схеми реципрочно-функціонального перетворення вихідного матеріалу із залученням у селекційний процес географічно-віддалених форм, що скорочує термін отримання генетичного різноманіття материнських і батьківських компонентів гібридизації та сприяє створенню високопродуктивних комбінаційно здатних форм для ведення гетерозисної селекції жита озимого.

6. Доведено, що модифіковане живильне середовище Мурасіге–Скуга, що містить 825,0 мг/л амонію азотнокислого, 1,0 мг/л піридоксину-НСІ, 1,0 мг/л тіаміну-НСІ, 1,0 мг/л L-глутаміну, 3,0 мг/л гліцину та додатково – 5,0 мг/л аскорбінової кислоти, 1,0 мг/л 6-бензиламінопурину, 0,5 мг/л індолілоцтової кислоти, 0,1 мг/л гіберелінової кислоти є оптимальним для індукції розвитку меристем і розмноження рослин жита озимого, що дає можливість клонування цінного вихідного матеріалу в культурі *in vitro*, а живильне середовище MS доповнене 1,0 мг/л індолілоцтової кислоти, 0,5 мг/л гіберелінової кислоти та 0,3 мг/л 6-бензиламінопурину є оптимальним для формування та інтенсивного наростання коренів у 96,3±1,1 % біоматеріалу за ризогенезу рослин культури.

7. З'ясовано, що за використання культури незрілих зародків можна частково подолати постгамну несумісність жита озимого та пшениці м'якої озимої. Вихід проростків за ембріокультури залежить від віку зародка,

генотипу вихідного матеріалу та складу живильного середовища.

8. Модифіковано склад живильного середовища Мурасіге–Скуга з додаванням 1,5 мг/л 6-бензиламінопурину, 0,5 мг/л індолілоцтової кислоти, 0,5 мг/л гібереліну, 1,0 мг/л L-глутаміну, 2,0 мг/л гліцину, 0,3 мг/л серину, 100 мг/л мезоінозиту, 60,0 г/л сахарози, що забезпечує вихід проростків з дев'ятидобових незрілих зародків жита в середньому за генотипами на рівні 35,3 %. Підтверджено, що попередня передобробка експланту низькою позитивною температурою (3–5 °С), за введення в ізольовану культуру, підвищує вихід макроструктур до 42,8 %.

9. Встановлено, що для проростання невиповненого щуплого насіння, отриманого за самозапилення рослин жита озимого, доцільно використовувати культуру зрілих зародків, яка забезпечує отримання проростків на рівні 70,0 %.

10. Встановлено ефективність використання аерогідропонних технологій для вкорінення та адаптації клонованих рослин жита озимого. Розроблено склад живильного розчину для вкорінення, що поєднує $\frac{1}{2}$ MS, 1,0 мг/л ІОК, 0,5 мг/л гетероауксину, 0,3 мг/л 6-бензиламінопурину, 1,0 мг/л гіберелінової кислоти, що забезпечує отримання програмованої кількості адаптованого вихідного матеріалу культури з розгалуженою кореневою системою.

11. Визначено умови створення активної генетичної колекції жита озимого за тривалого депонування рослин. Оптимальним є використання зміни температурного режиму (6–10 °С) та модифікація живильних середовищ агар-агаром (12,0 г/л) і сахарозою (40,0 мг/л), що дає можливість сформувати і зберігати активну колекцію селекційного матеріалу на рівні 81,3 % за переведення біоматеріалу в стан анабіозу та сформувати банк цінних генотипів.

12. Підтверджено, що гібридизація еколого-географічно віддалених матеріалів пшениці м'якої озимої сприяє формуванню генетичного різноманіття форм, що вирізняються спектром мінливості селекційно-цінних ознак і можуть слугувати донорами генів високої продуктивності та комплексної стійкості до низки біотичних та абіотичних чинників. Встановлено істотне варіювання

ступеня домінантності (h_p) за характером успадкування елементів структури врожаю гібридів F_1 залежно від ознаки та комбінації схрещування від наддомінування ($h_p > +1$) до депресії ($h_p < -1$). У більшості гібридів фіксували позитивне домінування та наддомінування.

13. Встановлено, що за поєднання генетичного матеріалу іноземних і вітчизняних форм можна отримати зразки з високою продуктивністю та якістю зерна. Виділено високоврожайні зразки гібридних комбінацій *Mulan* × *Щедрість одеська* (7,9 т/га) і *СН Комбін* × *Зорепад* (8,4 т/га) з відмінними показниками якості зерна (білок 13,3 та 14,2 %, натура зерна 811 та 816 г/л) і *Bankir* × *Пилипівка* (7,2 т/га), *Patras* × *Пилипівка* (7,4 т/га), *Mulan* × *Щедрість одеська* та *СН Комбін* × *Зорепад* – високими хлібопекарськими властивостями (седиментація 47,5–50,8 мл, число падіння 408–455 с), що доцільно використовувати вихідним донорним матеріалом у селекційному процесі.

14. За гібридизації високопродуктивних іноземних сортів і вітчизняних форм, носіїв пшенично-житніх транслокацій, отримано генетичне різноманіття матеріалів, зокрема, зразки з ПЖТ і встановлено, що успадкування в нащадків транслокацій фіксується на рівні 5–10 %.

15. Підтверджено, що матеріали пшениці м'якої озимої з пшенично-житньою транслокацією *1AL/1RS* мають значно вищі показники якості зерна, аніж з транслокацією *1BL/1RS*. Доведено, що за рекомбінації еколого-географічно віддалених форм (*Фаворитка* × *Дагмар*) отримано зразки з ПЖТ *1BL/1RS* (120–1, 120–3, 123–1 та 196–1), які характеризуються високою якістю зерна (білок 13,4–15,0 %, сира клейковина 29,1–34,1 %, число падіння 240–294 с), а це підтверджує необхідність проведення тотального аналізу для виділення матеріалів з *1BL/1RS* транслокацією з метою використання їх донорами генів у селекції на якість.

16. Встановлено, що наявність у геномі пшенично-житньої транслокації істотно підвищує морозостійкість рослин пшениці м'якої озимої та доведено, що матеріали з ПЖТ *1BL/1RS* (311/14, 312/14, 314,14) мають вищу

морозостійкість порівняно до зразків з транслокацією *1AL/1RS*.

17. Виявлено, що генетична рекомбінація генів у міжвидових гібридів *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. дозволяє створити спельтоїдні форми пшениці м'якої озимої (зразки 1678, 1684, 1689) зі зміненою архітектонікою рослин та високим вмістом у зерні білка (понад 15,8 %).

18. За гібридизації *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. у першому поколінні формуються спельтоїди, що характеризуються грубою колосковою лускою і ускладненим обмолотом зерна. Встановлено, що ці ознаки успадковуються за типом домінантного епістазу за схемою розщеплення гетерозигот 12 : 3 : 1. Підтверджено, що ген *Tg/tg*, який контролює наявність грубої колоскової луски є епістатичним відносно гена *Q/q*.

19. Розроблено загальну технологічну схему селекційного покращення тритикале озимого за віддаленої гібридизації *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. та показано можливість поліпшення матеріалів за отримання чотиривидових форм культури, що поєднують генетичний матеріал пшениці м'якої, пшениці твердої, пшениці спельта і жита.

20. Зі створених гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. виділено матеріали, які характеризуються спектром мінливості за архітектонікою рослини та низкою господарсько-цінних ознак, що дало можливість виділити зразок 484, який поєднує високу врожайність (7,1 т/га) з підвищеним вмістом білка (12,4 %) і клейковини (26,9 %) та короткостебловий зразок 473, який має комплексну стійкість до хвороб (борошниста роса, фузаріоз, бура іржа) і характеризується високою врожайністю (6,4 т/га) та якістю зерна (білок 13,6 %, клейковина 29,5 %).

21. Виділено джерела генів господарсько-цінних ознак і створено колекцію вихідного матеріалу: жита озимого з короткостебловістю (8–4, 243–1, 246–1), шестирядковим колос (257), багатокolosковістю (88, 19–5), еректоїдним розміщенням листової пластинки (303/15, 289/15), безлігульністю (59–1), безвосковим нальотом фотосинтезуючих органів (103/16, 314–22), високою куцистістю (188); пшениці м'якої озимої, що характеризується високою якістю зерна, за комбінації еколого-географічно віддалених форм (35/14–5,

135/14–51, 71/14–12, 74/14–45), з пшенично-житньою транслокацією *1BL/1RS* (120–1, 120–3, 123–1, 196–1), високою морозостійкістю (311/14, 312/14, 314,14), спельтоїдні форми (1817, 1689); тритикале озимого з високим вмістом у зерні білка і короткостебловістю (469, 471), гіллястоколосковістю (546/14). Теоретично обґрунтовано шляхи його залучення до селекційного процесу отримання нових сортів і гібридів.

22. Апробація розроблених селекційних технологій отримання вихідного матеріалу дала можливість у співавторстві створити сорти жита озимого Сіріус, пшениці м'якої озимої Артаплот, тритикале озимого Наварра і Стратег, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, та сорти пшениці м'якої озимої Уманська царівна, Фрея та Євразія, які передано на Державну науково-технічну експертизу, відповідно, у 2018 та 2019 роках. Встановлено високу економічну ефективність впровадження у виробництво створених сортів озимих зернових колосових культур за рентабельності 139–314%.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

Для використання в рамках прикладних, теоретичних селекційних, навчальних програм рекомендуються:

- технології селекційного процесу зі створення вихідного матеріалу зернових хлібних культур з визначеними господарсько-цінними ознаками для отримання сортів і гетерозисних гібридів, що включають біотехнологічну ланку;
- способи контролю стерильності жита озимого на ділянках гібридизації, що дає змогу за маркерними генами *Sp/sp*, *L/l*, *P/p*, *W/w*, *Epr1/epr1* і *H/hl* ідентифікувати ознаку «стерильність–фертильність» материнського стерильного компонента до цвітіння рослин (патенти № 91021, 103730, 117608, 120739, 127222);
- способи контролю гібридності рослин жита озимого, що спрощують контроль гібридності рослин і дозволяють контролювати рівень гібридності насіння промислових партій та використовувати для сівби партії насіння з високим рівнем гібридності (патенти № 91020, 103729, 117602, 120738, 127223);
- спосіб відбору високопродуктивних форм жита, що за зміною архітекtonіки колосу дозволяє вирізняти цінні генотипи культури (патент № 110527);
- схеми реципрочно-функціонального перетворення вихідного матеріалу жита озимого, використання яких дає змогу отримати генетичне різноманіття компонентів гібридизації для ведення гетерозисної селекції культури;
- селекційні технології з використанням вдосконаленого методу культури зародків і мікроклонування для розмноження та збереження генетично-ідентичного цінного матеріалу жита озимого;
- вдосконалені селекційні технології створення генетичного різноманіття вихідних матеріалів пшениці м'якої озимої за використання в системі

гібридизації іноземних і вітчизняних сортів, зокрема, з пшенично-житніми транслокаціями та пшениці спельта;

- розроблену загальну технологічну схему селекційного покращення тритикале озимого за віддаленої гібридизації *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L.;
- спосіб відбору R/D заміщених форм тритикале (патент № 89585) та способи створення і відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале (патент № 101705, 101706) для візуального визначення чотиривидових форм культури;
- створений вихідний матеріал, донор генів господарсько цінних ознак жита озимого (форми зі зміненою архітектонікою колосу та рослини вцілому, стерильна материнська форма, закріплювачі стерильності, відновлювачі фертильності), пшениці м'якої озимої (зразки з пшенично-житніми транслокаціями, високопродуктивні зразки отримані за гібридизації географічно віддалених матеріалів і з пшеницею спельта) та тритикале озимого (зразки чотиривидових тритикале) для отримання нових гібридів і сортів зернових хлібних культур.

Для біотехнологічного процесу рекомендуються:

- модифіковані живильні середовища для отримання регенерантів за використання культури зрілих і незрілих зародків, розмноження, вкорінення та формування морфогенного калюсу рослин жита озимого і пшениці м'якої озимої;
- спосіб індукування розвитку меристем і розмноження рослин жита озимого (патент № 126908);
- технології індукції ризогенезу та вкорінення рослин за використання аерогідронних установок для прискореного розмноження й адаптації вихідного матеріалу в селекції жита озимого;
- технологічна схема переведення рослин жита озимого у стан анабіозу з використанням методу температурного обмеження для створення банку цінного селекційного матеріалу;

- методичні вказівки «Використання мікроклонального розмноження при створенні вихідних матеріалів жита озимого» (Умань, 2018), «Індукція ризогенезу та вкорінення рослин жита озимого в культурі *in vitro*» (Умань, 2019) для фахівців біотехнологічних лабораторій, науково-дослідних інститутів і селекційних станцій, здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників навчальних закладів.

Для використання в сільськогосподарському виробництві рекомендуються створені та занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, сорти:

- жита озимого Сіріус;
- пшениці м'якої озимої Артаплот;
- тритикале озимого Наварра і Стратег.

ДОДАТКИ

Додаток А

**Коротка біологічна та господарська характеристика вихідного
селекційного матеріалу**

Селекційний матеріал (сорт, гібрид)	Країна походження	Коротка біологічна і господарська характеристика
1	2	3
Пшениця м'яка озима (<i>Triticum aestivum</i> L.)		
Кубус	Німеччина	Сорт низькостебловий, високопродуктивний, пізньостиглий. Відрізняється високою морозо- та зимостійкістю, стійкістю до бурої іржі та септоріозу листя. За якістю зерна відноситься до цінних пшениць.
Банкір	Німеччина	Сорт середньостебловий, високопродуктивний. За якістю зерна відноситься до цінних пшениць. Має високу масу 1000 зерен.
Патрас	Німеччина	Сорт короткостебловий, високопродуктивний. Має підвищену стійкість до вилягання, морозостійкість, комплексну стійкість до борошнистої роси, бурої іржі та септоріозу листя. За якістю зерна відноситься до цінних пшениць.
Матрікс	Німеччина	Сорт короткостебловий, високопродуктивний, пізньостиглий. Відрізняється підвищеною зимостійкістю, стійкістю до борошнистої роси та стеблової іржі. Має високу якість зерна та масу 1000 зерен.
Самурай	Німеччина	Сорт короткостебловий, високопродуктивний. Відрізняється підвищеною стійкістю до вилягання, комплексною стійкістю до борошнистої роси, септоріозу листя. Зимостійкість – вище середньої. За якістю зерна відноситься до філлерів.
Етана	Німеччина	Сорт короткостебловий, середньостиглий, високопродуктивний. Відрізняється високою стійкістю до вилягання, комплексною стійкістю до борошнистої роси та бурої іржі. Зимостійкість – вище середньої. Має високу якість зерна та масу 1000 зерен. За якістю зерна відноситься до цінних пшениць.

1	2	3
Дагмар	Франція	Сорт середньостебловий, середньопізній. Характеризується високою зимостійкістю, комплексною стійкістю до борошнистої роси, бурої іржі та септоріозу листя.
Фронтерас	Канада	Сорт середньостебловий, високоврожайний. Відрізняється стійкістю до вилягання, середньою стійкістю до борошнистої роси, бурої іржі та септоріозу листя. Зимостійкість – висока, посухостійкість – середня.
Подольанка	ІФРГ, МП	Сорт середньостебловий, ранньостиглий. Відрізняється високою зимостійкістю, комплексною стійкістю до борошнистої роси, септоріозу листя і середньою стійкістю до бурої іржі. Має високу якість зерн та масу 1000 зерен.
Золотоколоту	ІФРГ, МП	Сорт середньостебловий, ранньостиглий. Відрізняється стійкістю до вилягання, середньою стійкістю до борошнистої роси та бурої іржі. Зимостійкість – висока.
Крижинка	МП	Сорт середньостебловий, ранньостиглий. Характеризується високою зимостійкістю, стійкістю до борошнистої роси, фузаріозу та септоріозу. За якість зерна відноситься до сильних пшениць.
Зорепад	СГІ-НЦНС	Сорт середньостебловий, ранньостиглий. Відрізняється високою зимостійкістю та якість зерна.
Борія	ІФРГ	Сорт середньостебловий, середньостиглий. Відрізняється високою зимостійкістю, стійкістю до септоріозу листя і середньою стійкістю до борошнистої роси та бурої іржі. Має високу якість зерна.
Фаворитка	ІФРГ	Сорт середньостебловий, високопродуктивний, середньостиглий. Характеризується високою зимостійкістю, стійкістю до септоріозу листя та середньою стійкістю до борошнистої роси. Якість зерна – середня.
Щедрість одеська	СГІ-НЦНС	Сорт низькостебловий, середньодуктивний. Відрізняється досить високою стійкістю до вилягання, морозо-, зимостійкістю, стійкістю до септоріозу листя і середньою стійкістю до борошнистої роси та бурої іржі. Має високу якість зерна.

1	2	3
Журавка одеська	СГІ-НЦНС	Сорт середньостебловий, середньоранній. Характеризується високою стійкістю до вилягання, морозо-, зимостійкістю. Середньостійкий до листостеблових хвороб. За якістю зерна належить до сильних пшениць.
Традиція одеська	СГІ-НЦНС	Сорт середньостебловий, високопродуктивний. Має високу стійкість до вилягання, морозо-, зимостійкість. Середньостійкий до листостеблових хвороб. Якість зерна – висока.
Мудрість одеська	СГІ-НЦНС	Сорт низькостебловий, високопродуктивний, ранньостиглий. Virізняється високою стійкістю до вилягання, морозо-, зимостійкістю, комплексною стійкістю до хвороб. За якістю зерна відноситься до сильних пшениць.
Віген	СГІ-НЦНС	Сорт середньостебловий, середньоранній. Характеризується високою стійкістю до вилягання, морозо-, зимостійкістю, комплексною стійкістю до борошнистої роси та бурої іржі, середньою – до септоріозу листя. Належить до філерів, має високі показники якості зерна.
Світанок Миронівський	МІП	Сорт середньостебловий, високопродуктивний, середньостиглий. Virізняється високою стійкістю до вилягання, зимостійкістю, стійкікий до борошнистої роси і бурої іржі. Середньостійкий до септоріозу листя. Належить до цінних пшениць.
Істина одеська	СГІ-НЦНС	Сорт низькостебловий, високопродуктивний, ранньостиглий. Тривалість вегетаційного періоду 240 діб. Має стійкість до вилягання та зимостійкість. Характеризується середньою стійкістю до основних фітохвороб. Висока якість зерна. Відноситься до сильних пшениць.
Лебідка одеська	СГІ-НЦНС	Сорт низькостебловий, високопродуктивний, ранньостиглий. Virізняється підвищеною стійкістю до вилягання, морозо-, зимостійкістю та середньою стійкістю до листостеблових хвороб. Якість зерна – висока.

1	2	3
Пилипівка	СПІ-НЦНС	Сорт середньостебловий, середньоранній. Характеризується високою стійкістю до вилягання, морозостійкістю та середньою – до листостеблових хвороб. За якістю зерна належить до цінних пшениць.
Артаплот	Уманський НУС, ВНІС	Сорт низькостебловий, середньопродуктивний. Відрізняється досить високою стійкістю до вилягання, морозо-, зимостійкістю та стійкістю до септоріозу листя. Середньостійкий до борошнистої роси і бурої іржі. Має високу якість зерна.
Артеміда	ННЦ «Інститут землеробства НААН», ВНІС	Сорт середньостебловий, середньопродуктивний, середньопізній. Відрізняється достатньою стійкістю до вилягання, морозо-, зимостійкістю, стійкістю до ураження септоріозом листя. Середньостійкий до борошнистої роси та бурої іржі. Висока маса 1000 зерен. За якістю зерна відноситься до цінних пшениць.
Артемісія	Уманський НУС, ВНІС	Сорт середньостебловий, середньопродуктивний. Відрізняється високою морозо-, зимостійкістю та стійкістю до бурої іржі. Середньостійкий до борошнистої роси та септоріозу листя.
Краснодарська 99	Російська Федерація	Сорт середньостебловий, високопродуктивний, ранньостиглий. Характеризується високою зимо- та посухостійкістю, підвищеною стійкістю до борошнистої роси та корневих гнилей. За якістю зерна відноситься до сильних пшениць.
Пшениця спельта озима (<i>Triticum spelta</i> L.)		
Зоря України	ВНІС	Сорт високопродуктивний, висостебловий, пізньостиглий. Відрізняється високою морозо-, зимостійкістю, стійкістю до бурої іржі та септоріозу листя. Має високу якість зерна.
Європа	Уманський НУС, ВНІС	Сорт середньорослий, середньопродуктивний, пізньостиглий. Відрізняється високою стійкістю до вилягання, посухостійкістю і морозо-, зимостійкістю. Має високу якість зерна.

1	2	3
Жито озиме (<i>Secale cereale</i> L.)		
Palazzo	Німеччина	Гібрид диплоїдний, низькостебловий. Має підвищену стійкість до вилягання і комплексну стійкість до бурої, стеблової іржі та борошнистої роси.
Quttino	Німеччина	Гібрид диплоїдний, середньостебловий. Має стійкість до борошнистої роси і септоріозу та підвищену морозо-, зимостійкість.
Barassetto	Німеччина	Гібрид диплоїдний, середньостебловий високоврожайний. Характеризується комплексною стійкістю до вилягання та осипання.
PH-97	Німеччина	Гібрид диплоїдний, середньостебловий високоврожайний. Має стійкість до вилягання, бурої іржі та септоріозу.
DH-240, DH-245, DH-246	Німеччина	Гібриди диплоїдні компанії Штрубе, короткостеблові, високоврожайні. Мають комплексну стійкість до бурої та стеблової іржі.
Синтетик 38	Носівська СДС МП	Сорт диплоїдний, середньостебловий середньостиглий. Характеризується підвищеною стійкістю до осипання, борошнистої роси та септоріозу. Зимостійкість – висока.
Хлібне	Носівська СДС	Сорт диплоїдний, низькостебловий, середньостиглий, високопродуктивний, з високою. Має високу стійкість до вилягання, осипання та морозо-, зимостійкість.
Дозор	Носівська СДС МП	Сорт диплоїдний, середньостебловий високопродуктивний. Зимостійкість – висока. Має підвищену стійкість до вилягання та осипання. Низька стійкість до основних хвороб.
Боротьба	Носівська СДС	Сорт диплоїдний, низькостебловий високоврожайний. Має високу стійкість до вилягання та осипання.
Карлик 1	Носівська СДС	Сорт диплоїдний, короткостебловий (карлик), високоврожайний. Характеризується високою посухостійкістю та морозо-, зимостійкістю.

1	2	3
Карлик 2	Носівська СДС	Сорт диплоїдний, короткостебловий (карлик), високоврожайний. Virізняється високою морозо-, зимостійкістю та стійкістю до вилягання і осипання.
Харківське 98	Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва	Сорт диплоїдний, середньостебловий високопластичний. Має підвищену стійкість до вилягання і високу потенційну врожайність.
Первісток F ₁	Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва	Гібрид (перший в Україні та країнах СНД) середньостебловий, високопродуктивний, високо пластичний, з комплексною стійкістю до хвороб.
Тритикале озиме (<i>Triticosecale Wittmack</i>)		
Розівська 6	ДУ Інститут зернових культур НААН	Сорт високопластичний з підвищеною посухостійкістю та адаптивністю. Має порівняно високі технологічні та хлібопекарські якості.
Розівська 7	ДУ Інститут зернових культур НААН	Сорт високопластичний з підвищеною посухостійкістю та адаптивністю. Virізняється високою зимо- і посухостійкістю. Має високі хлібопекарські якості.
Ладне	Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва	Сорт зерноукісний. Virізняється підвищеною морозо-, зимостійкістю, стійкістю до бурої іржі та септоріозу.
Юнга	Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва	Сорт середньостебловий, високопродуктивний, з високою морозо-, зимо-, посухостійкістю та високим адаптивним потенціалом.
Алкід	Уманський НУС, ВНІС	Сорт короткостебловий, середньостиглий. Має високу стійкість до снігової плісняви та бурої іржі. Характеризується підвищеною жаро-, посухостійкістю, стійкістю до вилягання та осипання.
Тактик	Уманський НУС, ВНІС	Сорт середньостебловий, високоврожайний. Має підвищену морозо-, зимостійкість, стійкість до вилягання та осипання.
Стратег	Уманський НУС, ВНІС	Сорт середньостебловий, безостий. Virізняється наявністю в геномі житньо-пшеничної транслокації <i>1AL/1RS</i> . Характеризується високою морозо-, зимостійкістю. Має високу якість зерна.

Додаток Б 1

Склад основного живильного середовища (Murashige T., Skoog F., 1962;
Gamborg O.L., Eveleigh D.E., 1968; Nitsch J. P., 1972)

Компоненти середовища	Кількість речовини в середовищі, мг/л		
	Мурасіге–Скуга (MS)	Гамборга (B ₅)	Нича (H)
Основні неорганічні поживні речовини:			
NH ₄ NO ₃	1650	–	720
KNO ₃	1900	2500	950
CaCl ₂ * 2H ₂ O	440	150	166
MgSO ₄ * 7H ₂ O	370	250	185
(NH ₄) ₂ SO ₄	–	134	–
KH ₂ PO ₄	170	–	68
Na ₂ H ₂ PO ₄ * H ₂ O	–	150	–
NH ₄ H ₂ PO ₄	–	–	–
Об'єм вихідного розчину на 1 л середовища, мл	50	50	50
Джерело мікроелементів:			
H ₃ BO ₃	6,2	3,0	10,0
MnSO ₄ * H ₂ O	22,3	10,0	25,0
CoCl ₂ * 6H ₂ O	0,025	0,25	–
CuSO ₄ * 5H ₂ O	0,025	0,25	0,025
ZnSO ₄ * 7H ₂ O	8,6	2,0	10,0
Na ₂ MoO ₄ * 2H ₂ O	0,25	0,25	0,25
KJ	0,83	0,75	–
Об'єм вихідного розчину на 1 л середовища, мл	1	2	1
Джерело заліза F-хелат:			
FeSO ₄ * 7H ₂ O	27,8	27,8	27,8
Na ₂ -ЕДТА * 2H ₂ O	37,3	37,3	37,3
Об'єм вихідного розчину на 1 л середовища, мл	5	5	5

Додаток Б 2

**Прописи модифікованих живильних середовищ для культивування
незрілих зародків жита озимого**

Базове живильне середовище*	Регулятори росту, мг/л				Шифр середовища
	6-БАП	кінетин	β-ІОК	ГК ₃	
MS	1,0		0,5	0,1	MS-1 ₃
MS	1,5		0,5	0,1	MS-2 ₃
MS	2,0		0,5	0,1	MS-3 ₃
MS	1,0		0,5	0,5	MS-4 ₃
MS	1,5		0,5	0,5	MS-5 ₃
MS	2,0		0,5	0,5	MS-6 ₃
MS	1,0	0,5	0,5	0,5	MS-7 ₃
MS	1,5	0,5	0,5	0,5	MS-8 ₃
MS	2,0	0,5	0,5	0,5	MS-9 ₃
H	1,0		0,5	0,5	H-10 ₃
H	1,5		0,5	0,5	H-11 ₃
H	2,0		0,5	0,5	H-12 ₃
B ₅	1,0		0,5	0,5	B ₅ -13 ₃
B ₅	1,5		0,5	0,5	B ₅ -14 ₃
B ₅	2,0		0,5	0,5	B ₅ -15 ₃

Примітка. *MS – макро- та мікроелементи за прописом середовища Мурасіге–Скуга; B₅ – макро- та мікроелементи за прописом середовища Гамбурга; H – макро- та мікроелементи за прописом середовища Ніча.

Додаток В

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Пшениця спельта. Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, М. Ф. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, **Я. С. Рябовол**, О. Г. Сухому; за ред. Г. М. Господаренка. Київ: СІК ГРУП УКРАЇНА, 2016. 312 с. (20 % авторства).
2. **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Генетичні основи створення батьківських компонентів гібридів жита озимого: монографія. Умань: Візаві, 2017. 188 с. (80 % авторства).
3. Диордиева І. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Полторецький С. П., Коцюба С. П. Селекційне вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта: монографія; за ред. Л. О. Рябовол. Умань: Візаві, 2019. 214 с. (35 % авторства).

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

4. **Iaroslav Riabovol**, Iudmila Riabovol, Iryna Diordiieva, Serhii Poltoretskyi, Andrii Lubchenco, Lidia Kononenko, Vitaliy Kryzhanovskiy Evaluation of resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of ecologically and geographicflly remote forms. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018, 8(3). P. 33–37. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
5. I. Diordiieva, L. Riabovol, **I. Riabovol**, O. Serzhyk, A. Novak and S. Kotsiuba The characteristics of wheat collection samples created by *Triticum aestivum* L/ *Triticum spelta* L. hybridization. *Agronomy Reséarch*. 2018. V. 16, № 5. P. 2005–2015. DOI: 10.15159/AR.18.181. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

6. Диордиева И. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Ренгач П. Н., Коцюба С. П., Макарчук М. А. Использование спельты (*Triticum spelta* L.) в селекции на качество зерна тритикале (*Triticosecale* Witmack). Сельскохозяйственная биология, 2019. Т. 54. № 1. С. 31–37. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.1.31eng. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*

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

7. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Апробація способів отримання гібридів жита озимого за різних генетичних систем контрольованого розмноження. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2014. Вип. № 85. С. 8–13. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
8. **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М., Рябовол Л. О., Заболотна І. Р., Діордієва І. П. Гібридна пшениця: проблеми, можливості, переваги перспективи. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2014. Вип. № 86. С. 210–214. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
9. **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Апробація донорних короткостеблових форм жита озимого. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2015. Вип. № 87. С. 61–66. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
10. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Адаптація клонованого рослинного матеріалу жита озимого до умов *ex vitro*. *Вісник Сумського НАУ*. Суми, 2015. Вип. 3 (29). С. 61–66. *(Теоретичне обґрунтування, проведення*

польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

11. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Зміна архітектоніки колосу, як один із чинників підвищення продуктивності жита озимого. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2016. Вип. № 1. С. 69–71. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
12. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Характеристика зразків пшениці м'якої озимої за зимостійкістю. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2016. Вип. № 89. С. 29–37. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
13. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Створення нових селекційних матеріалів пшениці м'якої озимої за гібридизації еколого-географічно віддалених сортів. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2016. Вип. № 2. С. 69–71. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
14. Діордієва І. П., **Рябовол Я. С.** Добір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за наявністю морфологічних ознак спельти. *Селекція і насінництво*. Харків, 2016. Вип. 110. С. 60–66. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
15. Черно О. Д., **Рябовол Я. С.** Вплив різних систем удобрення на технологічні показники зерна пшениці сорту Артемісія. *Збірник наукових праць СГІ–НЦНС*. 2016. Вип. 27(67). С. 170–176. *(Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*

16. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Генетичний контроль господарсько-цінних ознак вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2017. Вип. 90. Ч. 1. С. 105–112. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
17. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Визначення температурного режиму для формування активної колекції вихідного селекційного матеріалу жита озимого. *Збірник наукових праць. Агробіологія*. Біла Церква, 2017. Вип. № 1 (131). С. 68–73. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
18. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Оцінювання резистентності до хвороб створених зразків пшениці м'якої озимої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань, 2017. Вип. 91. Ч. 1. С. 202–209. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
19. Рябовол Л. О., Кисельова М. І., Любич В. В., Полянецька І. О., **Рябовол Я. С.** Формування врожайності та вмісту білка в зерні спельтоподібних гібридів F₃₋₅, одержаних гібридизацією *Triticum aestivum* L/ *Triticum spelta* L. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків, 2017. Вип. 111. С. 107–114. (Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
20. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Оцінка створених зразків пшениці м'якої озимої за низкою господарсьео-цінних ознак. *Зернові культури*. 2017. Том 1. № 1. С. 26–31. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

21. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Регуляторна модифікація живильного середовища для ризогенезу рослин жита озимого в культурі *in vitro*. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2017. Вип. № 2. С. 64–66. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
22. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Оцінка якості зерна селекційних зразків пшениці м'якої озимої. *Вісник Львівського НАУ: агрономія*. 2018. № 22(1). С. 194–200. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
23. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Полянецька І. О., Желейна В. В., Улянич І. Ф., **Рябовол Я. С.** Якість крупи швидкого приготування із зерна спельта залежно від температури екстрагування. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2018. Вип. № 1. С. 111–117. (Проведення лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
24. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Продуктивна кущистість та клонування рослин жита озимого. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 1 (77). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/11768/10910>. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
25. **Рябовол Я. С.** Генетичний аналіз і відбір зразків пшениці м'якої озимої за генами резистентності до хвороб. *Збірник наукових праць УНУС*. Умань: Сочинський М. М., 2019. Вип. 94. Ч. 1.: Сільськогосподарські науки. С. 118–127.
26. Діордієва І. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Стратег. *Наукові доповіді НУБіП України*. Київ. 2019. № 2 (78). Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.012>. (Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

27. Діордієва І. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Агробіологічний потенціал та походження сорту тритикале озимого Наварра. *Вісник Полтавської ДАА. Полтава, 2019, № 2 (93). С.13–19. (Проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
28. Діордієва І. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Артоплот. *Зернові культури. Т. 3. № 1. 2019. С. 7–12. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
29. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Діордієва І. П. Стійкість до хвороб зразків пшениці м'якої озимої, створених гібридизацією географічно віддалених форм. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Львів–Оброшино, 2019. Вип. 65. С.124–133. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
30. Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А., Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.** Роль аллельного и неаллельного взаємодіяння генів в механізмі виникнення гетерозиса. *Фактори експериментальної еволюції організмів. Київ, 2019. Т. 24. С. 177–182. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*
- Статті у міжнародних наукових періодичних зарубіжних виданнях**
31. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Стимуляція ризогенеза рослин ржи озимої с використанням аэрогидропонных технологій. *Земледелие и защита растений, Білорусь. 2015. № 6 (103). С. 18–19. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).*

32. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Оценка доноров короткостебельности ржи озимой для селекционного процесса. Научно-практический журнал *Земледелие и защита растений*. Республика Беларусь, 2017. Вып. № 5 (114). С. 30–32. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
33. Sergei Hablak, **Riabovol Iaroslav**. Somatic heterosis signs root system in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*. J Psychol Clin Psychiatry. 2018. № 5 (3). P. 171–174. DOI: 10.15406/jabb.2018.05.00134. (Проведення лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
34. Диордиева И. П., **Рябовол Я. С.** Показатели качества зерна образцов пшеницы созданных путем гибридизации *Triticum aestivum* L/*Triticum spelta* L. *Вестник БГСХА*. 2018. № 4. С. 35–38. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).
35. **Riabovol L. O.**, Diordiieva I. P., Riabovol Ya. S., Polyanetska I. O., Lubchenco A. I. and Novak Zh. M. Triticale breeding improvement with the use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2018. V. 16 (1). P. 54–58. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Статті в інших наукових виданнях України

36. **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Створення і випробування сорту жита озимого Сіріус. *Посібник українського хлібороба*. Харків, 2015. Т. 1. С. 85–87. (Теоретичне обґрунтування, проведення польових і лабораторних досліджень, узагальнення отриманих результатів, оформлення та написання статті).

Патенти

37. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Скорик В. В. Патент на корисну модель № 91021 від 25.06. 2014 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності жита озимого на ділянках гібридизації; Заявл. 09.09.2013; Опубл. 25.06. 2014, Бюл. № 12. 4 с.
38. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Скорик В. В. Патент на корисну модель № 91020 від 25.06. 2014 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого; Заявл. 09.09.2013; Опубл. 25.06. 2014, Бюл. № 12. 4 с.
39. Парій Ф. М., Парій М. Ф., Діордієва І. П., **Рябовол Я. С.**, Заболотна І. Р., Любич В. В. Патент на корисну модель № 89585 від 25.04. 2014 р. (Україна). Спосіб відбору *R/D* заміщених форм тритикале; Заявл. 09.09.2013; Опубл. 25.06. 2014, Бюл. № 12. 4 с.
40. Діордієва І. П., Рибалка О. І., Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. **Рябовол Я. С.**, Заболотна І. Р., Єщенко О. В., Любич В. В. Патент на корисну модель № 101705 від 25.09.2015 р. (Україна). Спосіб створення і відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале; Заявл. 06.04.2015; Опубл. 25.09.2015, Бюл. № 18. 4 с.
41. Діордієва І. П., Рибалка О. І., Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. **Рябовол Я. С.**, Заболотна І. Р., Єщенко О. В., Любич В. В. Патент на корисну модель № 101706 від 25.09.2015 р. (Україна). Спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале; Заявл. 06.04.2015; Опубл. 25.09.2015, Бюл. № 18. 4 с.
42. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Патент на корисну модель № 103730 від 25.12. 2015 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності жита озимого за геном *L/l* «безлігульність»; Заявл. 06.07.2015; Опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24. 4 с.
43. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Патент на корисну модель № 103729 від 25.12. 2015 р. (Україна). Спосіб

- контролю гібридності рослин жита озимого за геном *Ll* «безлігульність»; Заявл. 06.07.2015; Опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24. 4 с.
44. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Парій М. Ф., Парій Я. Ф. Патент на корисну модель № 110527 від 10.10.2016 р. (Україна). Спосіб відбору високопродуктивних форм жита; Заявл. 18.04.2016; Опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19. 4 с.
45. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 117608 від 26.06.2017 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності жита озимого за геном *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки; Заявл. 20.02.2017; Опубл. 26.06.2017, Бюл. № 12. 4 с.
46. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 117602 від 26.06.2017 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *Sp/sp* еректоїдної орієнтації листкової пластинки; Заявл. 20.02.2017; Опубл. 26.06.2017, Бюл. № 12. 4 с.
47. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 120739 від 10.11.2017 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого за геном *P/p* розлогої форми куща; Заявл. 19.06.2017; Опубл. 26.06.2017, Бюл. № 21. 4 с.
48. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 120738 від 10.11.2017 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *P/p* розлогої форми куща; Заявл. 19.06.2017; Опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21. 4 с.
49. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 126908 від 10.07.2018 р. (Україна). Спосіб індукування розвитку меристем та розмноження рослин жита озимого; Заявл. 05.02.2018; Опубл. 10.07.2018, Бюл. № 13. 6 с.
50. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 127222 від 25.07.2018 р. (Україна). Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого за геном *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу»; Заявл. 05.02.2018; Опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14. 4 с.

51. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Патент на корисну модель № 127223 від 25.07.2018 р. (Україна). Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу»; Заявл. 05.02.2018; Опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14. 4 с.

Авторські свідоцтва на сорти рослин

52. Свідоцтво № 140924 «Про авторство на сорт рослин». Сіріус. Жито посівне (озиме). Заявка № 11003007. Автор(и): Парій Ф. М., Парій М. Ф., Скорик В. В., Симоненко Н. В., Парій Я. Ф., Парій Ю. О., Скорик В. В., **Рябовол Я. С.** (Районоване у 2014 р.) (10 % авторства).
53. Свідоцтво № 180915 «Про авторство на сорт рослин». Наварра. Тритикале (озиме). Заявка № 15022003. Автор(и): Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.**, Задерака О. І., Діордієва І. П., Заболотна І. Р., Любич В. В. (Районоване у 2018 р.) (20 % авторства).
54. Свідоцтво № 180916 «Про авторство на сорт рослин». Стратег. Тритикале (озиме). Заявка № 15022004. Автор(и): Парій Ф. М., Парій М. Ф., Парій Я. Ф., Рябчун В. К., Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.**, Задерака О. І., Діордієва І. П., Заболотна І. Р., Любич В. В. (Районоване у 2018 р.) (20 % авторства).
55. Свідоцтво № 180868 «Про авторство на сорт рослин». Артаплот. Пшениця м'яка (озима). Заявка № 15012037. Автор(и): Парій Ф. М., Парій Я. Ф., Парій М. Ф., Новак Ж. М., Полянецька І. О., Задерака О. І., Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.**, Заболотна І. Р., Діордієва І. П., Якимчук Р. А., Любич В. В. (Районоване у 2018 р.) (20 % авторства).

Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації

56. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Проблеми та перспективи розвитку селекції гібридного жита в Україні. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених присвячена 170-й річниці від дня заснування Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. С. 74–75.

- 57.Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.** Використання біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур на кафедрі генетики, селекції рослин та біотехнології. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Генетика і селекція: досягнення та проблеми*, присвяченої 170-річчю Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. С. 6–7.
- 58.Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М. Клонування рослин жита озимого в культурі *in vitro*. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Генетика і селекція: досягнення та проблеми*, присвяченої 170-річчю Уманського національного університету садівництва. Умань, 2014. С. 106–108.
- 59.Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.** Вплив складу живильного середовища на клонування рослин жита озимого в культурі *in vitro*. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки*. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2014. С. 17–18.
- 60.**Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Дослідження форм жита озимого з геном домінантної короткостебловості *Hl/hl*. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки*. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2014. С. 16–17.
- 61.Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого. *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 20.
- 62.Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Спосіб контролю стерильності жита озимого на ділянках гібридизації. *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 21.
- 63.Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого на ділянках гібридизації за використання гена *w/w* «восковий наліт». *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 25.

64. Парій Ф. М., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за використання гена *w/w* «восковий наліт». *Інноваційні розробки Уманського НУС*. Умань, 2014. С. 24.
65. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Підбір живильного середовища для укорінення рослин жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Тернопіль, 2014. С. 71–72.
66. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Перспективи розвитку селекції гібридної пшениці в Україні. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Гетерозис: досягнення та проблеми*, присвяченої 110-річчю від дня народження видатного генетика Ю. П. Мірюти. Умань, 2015. С. 104–105.
67. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Характеристика багатоколоскових вихідних матеріалів жита озимого. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Інноваційні шляхи розвитку сучасного овочівництва*. Умань, 2015. С. 44–45.
68. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Створення банку вихідного матеріалу жита озимого за використання біотехнологічних методів. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2015. С. 102–103.
69. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Використання аерогідропонних технологій для укорінення рослин жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції*. Кам'янець-Подільський, 2015. С. 70–71.
70. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Характеристика форм жита озимого з рецесивними алелями гена *L1* «безлігульність». Матеріали Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта*, присвяченої світлій пам'яті Ф. М. Парія. Умань, 2016. С. 303–305.
71. Заболотна І. Р., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Характеристика багатоколоскових вихідних матеріалів пшениці озимої. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта* присвяченої світлій пам'яті Ф. М. Парія. Умань, 2016. С. 98–99.

72. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Умови формування активної колекції вихідних матеріалів жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи*. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 158–159.
73. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Оцінка якості зерна колекційних зразків жита озимого. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*. Умань, 2016. С. 62–63.
74. Черно О. Д., **Рябовол Я. С.** Вплив тривалого застосування добрив на окремі технологічні показники якості клейковини. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 100-річчю селекції пшениці в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннізнавства та сортовивчення. Одеса, 2016. С. 120–121.
75. **Рябовол Я. С.** Фоточутливість, як основна ознака ранньостиглості сортів пшениці м'якої озимої. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції *Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі*. Тернопіль, 2016. С. 63–65.
76. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Вплив регуляторів росту на клонування рослин жита озимого. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Іноваційні технології виробництва рослинницької продукції*. Умань, 2016. С. 82–83.
77. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Індукція формування та пасажування калюсу жита озимого в культурі *in vitro*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Овочівництво України: історія, традиції, перспективи*, присвяченої 95-річчю створення кафедри овочівництва. Умань: Візаві, 2016. С. 67–69.
78. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Індукція формування калюсної тканини жита озимого в ізольованій культурі. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур*. Київ, 2016. С. 118.

79. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Формування насіння пшениці м'якої озимої за гібридизації сортів вітчизняної та зарубіжної селекції. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2016. С. 81.
80. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Адаптація клонованого матеріалу жита озимого за перенесення в польові умови вирощування. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції*. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 52–54.
81. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Контроль зимостійкості зразків пшениці м'якої озимої. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Проблеми збалансованого ведення землеробства в сучасних господарсько-економічних умовах*. Рівне, с. Шубків, 2016. С. 131–132.
82. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Залежність показника зав'язування насіння пшениці м'якої озимої від періоду запилення. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*. Дніпро, 2016. С. 162–164.
83. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Селекція пшениці озимої на стійкість до церкоспорозної гнилі. Матеріали Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань, 2017. С. 217–219.
84. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Формування насіння пшениці м'якої озимої за гібридизації сортів різних еколого-географічних зон. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин. Київ, 2017. С. 75–77.

85. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Аналіз деяких морфологічних ознак створених зразків жита озимого та використання їх у селекції. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Київ, 2017. С. 234–235.
86. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Аналіз продуктивності зразків пшениці м'якої озимої за гібридизації сортів вітчизняної та зарубіжної селекції. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Технологічні аспекти вирощування часнику, інших цибулинних і сільськогосподарських рослин*. Умань, 2017. С. 217–219.
87. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Отримання чистолінійного матеріалу жита озимого за використання культури незрілих зародків. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю від дня народження професора Наумова Г. Ф. та 80-річчю заснування кафедри генетики, селекції та насінництва. Харків, 2017. С. 286–288.
88. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Використання культури зрілих зародків для розмноження цінних зразків жита озимого. Матеріали VI науково-практичної конференції з міжнародною участю *Біотехнологія: звернення та надії*. Київ, 2017. С. 81–82.
89. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Условия формирования банка исходных материалов ржи озимой. Матеріали XIX Міжнародної наукової конференції з елементами наукової школи молодих вчених *Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России*, присвяченої 75-річчю від дня народження доктора біологічних наук, Заслуженого діяча науки РФ, академіка Російської екологічної академії, професора Гайірбега Магомедовича Абдурахманова. Махачкала, 2017. С. 263–265.
90. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Сорт жита озимого для екологічного землеробства. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства*. Умань, 2017. С. 39–40.

91. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Характеристика зразків жита озимого з рецесивними алелями гена *Sp/sp* «еректоїдне розміщення листка». Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання сучасної аграрної науки*. Умань, 2017. С. 105–106.
92. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Використання генетичних маркерів для ідентифікації матеріалів у селекції жита озимого. Матеріали VII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань, 2018. Умань: Сочинський М. М., С. 218–219.
93. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Гуменюк О. В. Використання інбридингу в селекції жита озимого. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Інноваційні агротехнології*. Умань, 2018. С. 109–110.
94. **Рябовол Я. С.** Продуктивна куцистість та клонування рослин жита озимого. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Актуальні питання землеробства*. Умань, 2018. С. 18–19.
95. **Рябовол Я. С.** Якість зерна створених селекційних матеріалів пшениці м'якої озимої. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції *Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*. Умань: Сочинський М. М., 2018. С. 59–61.
96. **Рябовол Я. С.**, Диордиева И. П., Коцюба С. П., Новак Ж. М., Новак А. В. Адаптивная селекция пшеницы мягкой озимой на устойчивость к грибковым заболеваниям с использованием эколого-географически отдаленных форм. Material the international research and practical conference *The development of nature sciences: problems and solutions*. Brno, the Czech Republic. Brno, 2018. P. 56–59.
97. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Вплив генотипу на інтенсивність кушення та клонування рослин жита озимого. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*. Умань, 2018. С. 153–154.

98. Диордиева И. П., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Коцюба С. П. Экологическая пластичность и стабильность образцов пшеницы спельты по урожайности зерна. Материалы Международной конференции *Natural and Technical Sciences*. Будапешт, 2018. С. 7–9.
99. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Створення стійких до хвороб зразків пшениці м'якої озимої за гібридизації еколого-географічно віддалених форм. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції *Наукові основи підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*. Харків, 2018. С. 232–233.
100. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Агроекологічні особливості створення ранньостиглих сортів пшениці м'якої озимої. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 10-річчю створення кафедри екології та безпеки життєдіяльності *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства*. Умань, 2018. С. 25–27.
101. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Аналіз морозо-, зимостійкості створених зразків пшениці м'якої озимої. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання аграрної науки*, присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС. Умань, 2018. С. 162–163.
102. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Умови ризогенезу рослин жита озимого в ізольованій культурі. Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань: Сочинський М. М., 2019. С. 219–221.
103. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О., Кертон М. Створення та відбір за генами *SBM 1* і *LR 34* зразків пшениці м'якої озимої. Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань: Сочинський М. М., 2019. С. 217–219.
104. Хаблак С. Г., Абдуллаева Я. А., **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Теорія аллельного і неаллельного механізму виникнення гетерозиса. Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)*. Умань: Сочинський М. М., 2019. С. 265–269.

105. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Показники якості зерна створених зразків жита озимого. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції *Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*. Умань, 2019. С. 66–67.
106. **Рябовол Я. С.** Селекційне моделювання сортозразків, як спосіб підвищення продуктивності зернових культур. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції *Актуальні питання агротехнологій*. Умань: Уманський НУС. 2019. С. 21–23.
107. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Створення та оцінка морозостійких зразків пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*. Умань, 2019. С. 100–103.
108. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Агробіологічні особливості сорту пшениці м'якої озимої Артоплот. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 175-річчю заснування Уманського національного університету садівництва *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства*. Умань, 2019. С. 52–53.
109. **Рябовол Я. С.** Формування насіння пшениці м'якої озимої за гібридизації форм з пшенично-житніми транслокаціями. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання аграрної науки*, присвяченої 175-річчю з дня заснування Уманського національного університету садівництва. Умань, 2019. Київ: Основа, 2019. С. 103–104.

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

Методичні рекомендації

110. **Рябовол Я. С.**, Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Способи створення та випробування нових гібридів жита озимого. Методичні рекомендації. Умань: Уманський НУС, 2016. 27 с.

111. Рябовол Л. О., **Рябовол Я. С.** Використання маркерних генів при створенні вихідних компонентів гібридів жита озимого. Методичні рекомендації. Умань: Уманський НУС, 2017. 24 с.
112. **Рябовол Я. С.**, Рябовол Л. О. Використання мікроклонального розмноження рослин при створенні вихідних матеріалів жита озимого. Методичні рекомендації. Умань: Уманський НУС, 2018. 32 с.
113. Рябовол Я. С. Індукція ризогенезу та укорінення рослин жита озимого в культурі *in vitro*. Методичні рекомендації виробництву. Умань: Уманський НУС, 2019. 16 с.

Додаток Д 1

**ДЕРЖАВНА ВЕТЕРИНАРНА ТА
ФІТОСАНІТАРНА СЛУЖБА УКРАЇНИ**

СВІДОЦТВО

№ 140924

**ПРО АВТОРСТВО
НА СОРТ РОСЛИН**

Сіріус
назва сорту


Жито посівне (озиме)
Secale cereale L.
ботанічний таксон

Заявка № 11003007

Автор(и):

<p>Парій Федір Микитович Парій Мирослав Федорович Скорик Віктор Варфоломійович Симоненко Ніна Вікторівна</p>	<p>Парій Ярослав Федорович Парій Юлія Олександрівна Скорик Володимир Вікторович Рябовол Ярослав Сергійович</p>
--	--

Директор Департаменту
 фітосанітарної безпеки


 Романченко В.О.

Додаток Д 2



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

СВІДОЦТВО

№ 180868

ПРО АВТОРСТВО НА СОРТ РОСЛИН

Артаплот

назва сорту

Пшениця м'яка (озима)

Triticum aestivum L.

ботанічний таксон

Заявка № 15012037

Автор(и):

Парій Федір Микитович
Парій Мирослав Федорович
Полянець Ірина Олегівна
Рябовол Людмила Олегівна
Заболотна Іванна Романівна
Якимчук Руслан Андрійович

Парій Ярослав Федорович
Новак Жанна Миколаївна
Задерака Олексій іванович
Рябовол Ярослав Сергійович
Діордієва Ірина Павлівна
Любич Віталій
Володимирович

Заступник директора Департаменту
аграрної політики та
сільського господарства



О. Альшанова

Додаток Д 3



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

СВІДОЦТВО

№ 180916

ПРО АВТОРСТВО
НА СОРТ РОСЛИН

Стратег

назва сорту

Тритикале (озиме)

Triticosecale Witt.

ботанічний таксон

Заявка № 15022004

Автор(и):

Парій Федір Микитович

Парій Мирослав Федорович

Рябовол Людмила Олегівна

Задерака Олексій іванович

Заболотна Іванна Романівна

Парій Ярослав Федорович

Рябчун Віктор Кузьмович

Рябовол Ярослав Сергійович

Діордієва Ірина Павлівна

Любич Віталій

Володимирович

Заступник директора Департаменту
аграрної політики та
сільського господарства



Альшанова

Додаток Д 4



**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ**

СВІДОЦТВО

№ 180915

**ПРО АВТОРСТВО
НА СОРТ РОСЛИН**

Наварра
назва сорту

Тритикале (озиме)
Triticosecale Witt.
ботанічний таксон

Заявка № 15022003

Автор(и):

Парій Федір Микитович	Парій Ярослав Федорович
Парій Мирослав Федорович	Рябчун Віктор Кузьмович
Рябовол Людмила Олегівна	Рябовол Ярослав Сергійович
Задерака Олексій іванович	Дюрдєва Ірина Павлівна
Заболотна Іванна Романівна	Любич Віталій Володимирович


**Заступник директора Департаменту
аграрної політики та
сільського господарства**



О. Альшанова


Додаток Е 1

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
 О.О. Непочатенко



«Затверджую»

В.о. директора Уманської
дослідно-селекційної станції
ІБК і ЦБ НААН України
 А.В. Моргун



АКТ

**ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ
від 28 жовтня 2015 року**

Даний акт складено завідувачем відділу селекції С. Г. Трушом з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва Я.С. Рябоволом, з другого боку, в тому, що отримані при допомозі біотехнологічних методів матеріали жита озимого передано Я.С. Рябоволом у відділ селекції з метою проведення господарсько-біологічної оцінки та екологічного випробування.

Завідувач відділу селекції
Уманської дослідно-селекційної станції
Інституту біоенергетичних
культур і цукрових буряків
НААН України

С.Г. Труш

Викладач кафедри генетики, селекції рослин
та біотехнології Уманського національного
університету садівництва

 Я.С. Рябовол



Додаток Е 2

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О.О. Непочатенко



«Затверджую»

В.о. директора Уманської
дослідно-селекційної станції
ІБК і ЦБ НААН України
А.В. Моргун



АКТ

**ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ
від 28 жовтня 2015 року**

Даний акт складено завідувачем відділу селекції С. Г. Трушом з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва Я.С. Рябоволом, з другого боку, в тому, що Я.С. Рябовол у період з 2014 р. по 2015 р. передав для апробації та впровадження у селекційний процес наступні розробки:

- спосіб отримання чисельного вихідного матеріалу жита озимого з використанням біотехнологічних методів для оптимізації селекційної процесу при створенні гетерозисних гібридів;
- спосіб контролю стерильності жита озимого на ділянках гібридизації;
- спосіб контролю гібридності жита озимого;
- методику мікроклонального розмноження рослин *Secale cereale* L.

Завідувач відділу селекції
Уманської дослідно-селекційної станції
Інституту біоенергетичних
культур і цукрових буряків
НААН України



С.Г. Труш

Викладач кафедри генетики, селекції рослин
та біотехнології Уманського національного
університету садівництва

Ярощак Я.С. Рябовол

Додаток Е 3

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О.О. Непочатенко
10.12 2015 р.



«Затверджую»

В.о. директора Уманської
дослідно-селекційної станції
ІБК і ЦБ НААН України
10.12 2015 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Уманська науково-дослідна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України в лиці завідувача відділу селекції С. Г. Труша.

Даним актом підтверджує, що результати наукової роботи Я.С. Рябовола за темою «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для гетерозисної селекції основних зернових культур» використовуються в селекційному процесі Уманської науково-дослідна станція ІБК і ЦБ НААН України.

Вид впроваджень – новий гібрид жита озимого.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення рівня врожайності відносно стандарту на 28%.

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 12712 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

Ярослав

Я.С. Рябовол

Від Уманської дослідно-
селекційної станції
ІБК і ЦБ НААН України
завідувач відділу селекції

С.Г. Труш

С.Г. Труш



Додаток Е 4

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету

садівництва, професор

О. О. Непочатенко

18. 10. 2016 р.

«Затверджую»

Директор
ПСП «Еліт»

Ю. М. Притула

18. 10. 2016 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Приватне сільськогосподарське підприємство «Еліт» в особі головного агронома О. О. Мартинюка.

Даний акт підтверджує, що результати наукової роботи Я. С. Рябовола за темою «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур» використовуються в виробничому процесі ПСП «Еліт».

Вид впроваджень – апробація сорту пшениці м'якої озимої Артанія.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення вмісту білка у зерні на 36 %.

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 15612 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

Від ПСП «Еліт»

Я. С. Рябовол

О. О. Мартинюк

Додаток Е 5

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко
18. 10. 2016 р.



«Затверджую»

Директор
ПСП «Еліт»
Ю. М. Прутула
18. 10. 2016 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Приватне сільськогосподарське підприємство «Еліт» в особі головного агронома О. О. Мартинюка.

Даний акт підтверджує, що результати наукової роботи Я. С. Рябовола за темою «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур» використовуються в виробничому процесі ПСП «Еліт».

Вид впроваджень – апробація сорту пшениці м'якої озимої Артаплот.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення вмісту білка у зерні на 38 %.

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 16112 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

Від ПСП «Еліт»

Я. С. Рябовол

О. О. Мартинюк

Додаток Е 6

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор

О. О. Непочатенко

18. 10. 2016 р.



«Затверджую»

Директор
ПСП «Еліт»

Ю. М. Притула

2016 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Приватне сільськогосподарське підприємство «Еліт» в особі головного агронома О. О. Мартинюка.

Даний акт підтверджує, що результати наукової роботи Я. С. Рябовола за темою «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур» використовуються в виробничому процесі ПСП «Еліт».

Вид впроваджень – апробація сорту чотиривидового тритикале озимого Наварро.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення врожайності відносно стандарту на 12 % та білка на 16,6 %.

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 9162 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

Від ПСП «Еліт»

Я. С. Рябовол

О. О. Мартинюк

Додаток Е 7

«Погоджено»
 Ректор Уманського
 національного університету
 садівництва, професор
 О. О. Непочатенко
 2016 р.



«Затверджую»
 Директор
 ПСП «Еліт»
 Ю. М. Притула
 2016 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Приватне сільськогосподарське підприємство «Еліт» в особі головного агронома О. О. Мартинюка.

Даний акт підтверджує, що результати наукової роботи Я. С. Рябовола за темою «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур» використовуються в виробничому процесі ПСП «Еліт».

Вид впровадженнь – апробація сорту чотиривидового тритикале озимого Стратег.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення врожайності відносно стандарту на 3 % та білка на 38,8 %.

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 9662 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
 університету садівництва
 відповідальний за впровадження

Від ПСП «Еліт»



Я. С. Рябовол



О. О. Мартинюк

Додаток Е 8

«Погоджено»
 Ректор Уманського національного університету садівництва, професор
 О. О. Непоматенко



«Затверджую»
 Директор ТОВ «Всеукраїнського наукового інституту селекції (ВНІС)»
 М. Ф. Парій




АКТ
про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 1 вересня 2016 року

Даний акт складено завідувачем відділу селекції зернових культур ТОВ «Всеукраїнського наукового інституту селекції (ВНІС)» Р. В. Рожковим з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва Я. С. Рябоволом, з другого боку, в тому, що Я. С. Рябовол у 2016 р. передав для проведення аналізу, апробації та впровадження у селекційний процес п'ять зразків пшениці м'якої озимої з урожайністю 7,7–8,2 т/га створених за гібридизації високопродуктивних вихідних форм.

Завідувач відділу селекції
 зернових культур ТОВ «ВНІС»,
 кандидат біологічних наук,
 доцент

 Р. В. Рожков

Викладач кафедри генетики, селекції рослин
 та біотехнології Уманського НУС,
 кандидат сільськогосподарських наук

 Я. С. Рябовол

Додаток Е 9

«Погоджено»
 Ректор Уманського національного університету садівництва, професор
 О. О. Непочатенко



«Затверджую»
 Директор ТОВ «Всеукраїнського наукового інституту селекції (ВНІС)»
 М. Ф. Парій



АКТ
про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 22 вересня 2016 року

Даний акт складено завідувачем відділу селекції зернових культур ТОВ «Всеукраїнського наукового інституту селекції (ВНІС)» Р. В. Рожковим з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва Я. С. Рябоволом, з другого боку, в тому, що Я. С. Рябовол у 2016 р. передав для апробації та впровадження у селекційний процес 275 зразків пшениці м'якої озимої створених за гібридизації високопродуктивних форм з потенціальною врожайністю 7,5–8,0 т/га.

Завідувач відділу селекції
 зернових культур ТОВ «ВНІС»,
 кандидат біологічних наук,
 доцент

 Р. В. Рожков

Викладач кафедри генетики, селекції рослин
 та біотехнології Уманського НУС,
 кандидат сільськогосподарських наук

 Я. С. Рябовол

Додаток Е 10

«Погоджено»
 Ректор Уманського національного університету садівництва професор

 О. О. Непорчатенко



«Затверджую»
 Директор ТОВ «Всеукраїнського наукового інституту селекції(ВНІС)»

 М. О. Парій



АКТ

**про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
 від 20 вересня 2016 року**

Даний акт складено завідувачем відділу селекції зернових культур ТОВ«Всеукраїнського наукового інституту селекції (ВНІС)» Р. В. Рожковим з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва Я. С. Рябоволом, з другого боку, в тому, що Я. С. Рябовол у 2016 р. передав для апробації та впровадження у селекційний процес методичні рекомендації: «Ефективність різних способів створення гібридів жита озимого».

Завідувач відділу селекції
 зернових культур ТОВ «ВНІС»,
 кандидат біологічних наук,
 доцент

 Р. В. Рожков

Викладач кафедри генетики селекції рослин
 та біотехнології Уманського НУС,
 кандидат сільськогосподарських наук

 Я. С. Рябовол

Додаток Е 11

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко
19 квітня 2017 р.

«Затверджую»

Директор Дослідної
станції тютюництва
НААН України
А. В. Моргун
19 квітня 2017 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ від 19 квітня 2017 року

Замовник Дослідна станція тютюництва НААН України в лиці завідувача відділу селекції С. Г. Труша.

Даним актом підтверджує, що результати наукової роботи викладача кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва Я. С. Рябовола за темою «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур» використовуються в селекційному процесі Дослідної станції тютюництва НААН України.

Вид впроваджень – апробація нового сорту жита озимого.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2 га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення рівня врожайності відносно стандарту на 29,1%.

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 16815 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології

 Я. С. Рябовол

Від Дослідної
станції тютюництва
НААН України
завідувач відділу селекції

 С. Г. Труш

Додаток Е 12

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко
_____ 2017 р.



«Затверджую»

Директор ПСП «Еліт»

Ю. М. Притула

_____ 2017 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Приватне сільськогосподарське підприємство «Еліт», Новоархангельського району, Кіровоградської області в особі головного агронома О. О. Мартинюка.

Даний акт підтверджує, що результати наукової роботи Я. С. Рябовола за темою «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур» використовуються в виробничому процесі ПСП «Еліт».

Вид впровадженнь – апробація сортозразка пшениці м'якої озимої 6243.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2 га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено врожайність на рівні 7,0 т/га та вміст білка 16,0 %

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 16856 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

_____ Я. С. Рябовол

Від ПСП «Еліт»

_____ О. О. Мартинюк



Додаток Е 13



«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко
14.11 2017 р.

«Затверджую»
Директор ПСП «Еліт»

Ю. М. Притула
14.11 2017 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Приватне сільськогосподарське підприємство «Еліт», Новоархангельського району, Кіровоградської області в особі головного агронома О. О. Мартинюка.

Даний акт підтверджує, що результати наукової роботи Я. С. Рябовола за темою «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур» використовуються в виробничому процесі ПСП «Еліт».

Вид впроваджень – апробація сортозразка пшениці м'якої озимої 6274.

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2 га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено врожайність на рівні 7,2 т/га та вміст білка 15,8 %

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 17912 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

 Я. С. Рябовол

Від ПСП «Еліт»


О. О. Мартинюк

Додаток Е 14

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
_____ О. О. Непочатенко



«Затверджую»

Директор Всеукраїнського
наукового інституту селекції
_____ М. Ф. Парій



АКТ

**про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 4 вересня 2017 року**

Даний акт складено завідувачем відділу селекції зернових культур Всеукраїнського наукового інституту селекції Р. В. Рожковим з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва Я. С. Рябоволом, з другого боку, в тому, що Я. С. Рябовол у 2017 р. передав для апробації та впровадження в селекційний процес сортозразок пшениці м'якої озимої 6243 з врожайністю 7,0 т/га і вмістом білка 16,0 %.

Завідувач відділу селекції
зернових культур ВІС,
кандидат біологічних наук,
доцент

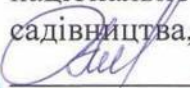
Р. В. Рожков

Викладач кафедри генетики селекції рослин
та біотехнології Уманського НУС,
кандидат сільськогосподарських наук

Я. С. Рябовол


Додаток Е 15

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор

О. О. Непочатенко



«Затверджую»

Директор Всеукраїнського
наукового інституту селекції

М. Ф. Парій



АКТ

про впровадження у виробництво результатів науково-дослідної роботи
від 4 вересня 2017 року

Даний акт складено завідувачем відділу селекції зернових культур Всеукраїнського наукового інституту селекції Р. В. Рожковим з одного боку, та викладачем кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва Я. С. Рябоволом, з другого боку, в тому, що Я. С. Рябовол у 2017 р. передав для апробації та впровадження в селекційний процес сортозразок пшениці м'якої озимої 6274 з врожайністю 7,2 т/га і вмістом білка 15,8 %.

Завідувач відділу селекції
зернових культур ВНІС,
кандидат біологічних наук,
доцент



Р. В. Рожков

Викладач кафедри генетики селекції рослин
та біотехнології Уманського НУС,
кандидат сільськогосподарських наук



Я. С. Рябовол

Додаток Е 16

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко



// _____ 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області
В.Є. Войтко

« 16 » _____ 2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовола Я. С. за темою: «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено у ФГ «Поляна Лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Артаплот.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 25 %, вмісту білка в зерні на 3 %.
4. Економічний ефект — 2436 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

Я. С. Рябовол
« 16 » _____ 2018 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

В.Є. Войтко
« 16 » _____ 2018 р.



Додаток Е 17

ПОГОДЖЕНО



Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко
// _____ 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ



Директор
ФГ «Кримяне»
Уманського району,
Черкаської області
Любченко
«19» _____ 2018 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовола Я. С. за темою: «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Артаплот.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 20 %, вмісту білка в зерні на 2 %.
4. Економічний ефект — 2000 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

Я. С. Рябовол
«19» _____ 2018 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор



Г. Г. Любченко
«19» _____ 2018 р.

Додаток Е 18

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко



// 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області
В.Є. Войтко



// 2018 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовола Я. С. за темою: «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в СФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Стратег.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 30 %, підвищення вмісту білка в зерні на 2 %.
4. Економічний ефект — 2300 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

Я. С. Рябовол
Я. С. Рябовол

« 16 » // 2018 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор



В.Є. Войтко

// 2018 р.

Додаток Е 19

ПОГОДЖЕНО



Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« 19 » 11 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ



Директор
ФГ «Крим'яне»
Уманського району,
Черкаської області
І. І. Любченко
« 19 » 11 2018 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Крим'яне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовола Я. С. за темою: «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Крим'яне».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Стратег.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 25 %, підвищення вмісту білка в зерні на 2 %.
4. Економічний ефект — 1800 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

Я. С. Рябовол
« 19 » 11 2018 р.

Від ФГ «Крим'яне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор



І. І. Любченко
« 19 » 11 2018 р.

Додаток Е 20

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко



« 16 » // 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області



В.Є. Войтко
« 16 » // 2018 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовола Я. С. за темою: «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Наварра.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 30 %.
4. Економічний ефект — 2425 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

Я. С. Рябовол
« 16 » // 2018 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор



В.Є. Войтко
« 16 » // 2018 р.

Додаток Е 21

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко



// _____ 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»
Уманського району,
Черкаської області
Г.І. Любченко
« 19 » _____ 2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовола Я. С. за темою: «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт тритикале озимого Наварра.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2018 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 25 %.
4. Економічний ефект — 1800 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

_____ Я. С. Рябовол

« ____ » _____ 2018 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор



_____ Г.І. Любченко
« 19 » _____ 2018 р.

Додаток Е 22

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко
03 12 2018 р.



«Затверджую»

Директор Дослідної
станції тютюництва
НААН України
А. В. Моргун
05, 12 2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник Дослідна станція тютюництва НААН України в лиці завідувача відділу селекції С. Г. Труша.

Даним актом підтверджує, що результати наукової роботи Я. С. Рябовола за темою «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур» використовуються в селекційному процесі Дослідної станції тютюництва НААН України.

Вид впровадженнь – апробація нового сорту жита озимого (селекційний номер 270/4).

Характеристика масштабів впровадження – посів на площі 2 га.

Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення рівня врожайності відносно стандарту на 23,2 %.

Економічна ефективність – умовно-чистий прибуток з гектара 14 862 грн.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів установи.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

Я. С. Рябовол

Від Дослідної станції
тютюництва НААН України
завідувач відділу селекції

С. Г. Труш

Додаток Е 23

«Погоджено»

Ректор Уманського
національного університету
садівництва, професор
О. О. Непочатенко
12 2018 р.



«Затверджую»

Директор Дослідної
станції тютюнництва
НААН України
А. В. Моргун
2018 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Даний акт складено завідувачем відділу селекції Дослідної станції тютюнництва НААН України С. Г. Трушом, з одного боку, та викладачем кафедри рослинництва Уманського національного університету садівництва Я. С. Рябоволом, з другого боку, в тому, що методичні рекомендації «Використання маркерних генів при створенні вихідних компонентів гібридів жита озимого» Я. С. Рябовола впродовж 2015–2018 рр. апробовано та використовуються в селекційному процесі для ідентифікації генотипів жита озимого.

Завідувач відділу селекції
Дослідної станції
тютюнництва НААН України

С. Г. Труш

Викладач кафедри рослинництва
Уманського НУС,
кандидат сільськогосподарських наук

Я. С. Рябовол

Додаток Е 24

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« 29 » 10 2019 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»

Уманського району,
Черкаської області

І.І. Любченко

« 29 » 10 2019 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовола Я. С. за темою: «Теоретичні основи систем гібридизації та створення вихідних матеріалів для селекції зернових культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Фрея.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 22 %, вмісту білка в зерні на 2,1 %.
4. Економічний ефект — 2328 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

Я. С. Рябовол

« 29 » 10 2019 р.

Від ФГ «Кримяне»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор

І.І. Любченко

« 29 » 10 2019 р.



Додаток Е 25

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« 29 » 10 2019 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФГ «Кримяне»

Уманського району,
Черкаської області

І. І. Любченко

2019 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовол Л. О. за темою: «Розробка біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Уманська царівна.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 24 %.

4. Економічний ефект — 2270 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

Л. О. Рябовол

« 29 » 10 2019 р.

Від ФГ «Кримяне»

Уманського р-ну

Черкаської області

Директор

І. І. Любченко

« 29 » 10 2019 р.



Додаток Е 26

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« 29 » 10 2019 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Кримяне»

Уманського району,
Черкаської області

І. І. Любченко

« 29 » 10 2019 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Кримяне» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовол Л. О. за темою: «Розробка біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Кримяне».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Євразія.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 28 %, підвищення вмісту білка в зерні на 1,5 %.

4. Економічний ефект — 2430 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

Л. О. Рябовол

« 29 » 10 2019 р.

Від ФГ «Кримяне»

Уманського р-ну
Черкаської області

Директор

І. І. Любченко

« 29 » 10 2019 р.



Додаток Е 27

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« 29 » 10 2019 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області

В.Є. Войтко
« 29 » 10 2019 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовол Л. О. за темою: «Розробка біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Уманська царівна.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 29 %.

4. Економічний ефект — 2515 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології

Уманського НУС
Л. О. Рябовол

« 29 » 10 2019 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області

Директор



В.Є. Войтко
« 29 » 10 2019 р.

Додаток Е 28

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« 29 » 10 2019 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області

В.Є. Войтко
« 29 » 10 2019 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовол Л. О. за темою: «Розробка біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ФГ «Поляна лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Євразія.

2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 28 %, підвищення вмісту білка в зерні на 1,2 %.

4. Економічний ефект — 2435 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

Л. О. Рябовол

« 29 » 10 2019 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області

Директор

В.Є. Войтко

« 29 » 10 2019 р.



Додаток Е 29

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« 29 » 10 2019 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Поляна лісова»
Уманського району,
Черкаської області
В.С. Войтко

« 29 » 10 2019 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник — ФГ «Поляна лісова» Уманського району, Черкаської області в особі директора.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Рябовол Л. О. за темою: «Розробка біотехнологічних методів у селекції сільськогосподарських культур», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено у ФГ «Поляна Лісова».

1. Вид впровадження — сорт пшениці м'якої озимої Фрея.
2. Характеристика масштабів впровадження — у 2019 р. на площі 2 га.
3. Новизна результатів науково-дослідної роботи — встановлено підвищення рівня врожайності на 24 %, вмісту білка в зерні на 2,5 %.
4. Економічний ефект — 2375 грн/га.
5. Соціальний і науково-технічний ефект — підвищення врожайності та вмісту білка в зерні, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.


Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
старший викладач кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС


Л. О. Рябовол

« 29 » 10 2019 р.

Від ФГ «Поляна лісова»
Уманського р-ну
Черкаської області
Директор


В. С. Войтко

« 29 » 10 2019 р.



Додаток Е 30

Затверджую



В. о. ректора Уманського
національного університету
садівництва

І. І. Мостов'як

**АКТ
ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ
від 28 січня 2020 року**

Даний акт складено завідувачем навчально-науково-виробничої лабораторії біотехнології Уманського національного університету садівництва В. М. Майбородою, з одного боку, та викладачем кафедри рослинництва Я. С. Рябоволом, з іншого боку, в тому, що Я. С. Рябовол у період з 2014 р. по 2020 р. передав для апробації та впровадження наступні розробки:

- методику мікроклонального розмноження рослин *Secale cereale* L;
- модифіковані живильні середовища для індукції ризогенезу клонованого матеріалу жита озимого;
- технологію культивування незрілих зародків для отримання вихідного матеріалу жита озимого та пшениці м'якої озимої.

Завідувач навчально-науково-виробничої
лабораторії біотехнології
Уманського національного
університету садівництва

В. М. Майборода

Викладач кафедри рослинництва

Я. С. Рябовол