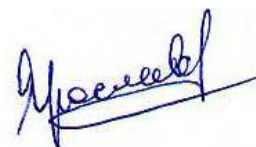


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА



РЯБОВОЛ ЯРОСЛАВ СЕРГІЙОВИЧ

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

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

06.01.05 – селекція і насінництво
20 Аграрні науки та продовольство

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Умань – 2020

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Уманському національному університеті садівництва Міністерства освіти і науки України впродовж 2014–2020 рр.

Наукові консультанти: доктор біологічних наук, **Парій Федір Микитович**;
доктор сільськогосподарських наук, професор,
Заслужений діяч науки і техніки України,
Полторецький Сергій Петрович, Уманський
національний університет садівництва Міністерства
освіти і науки України, декан факультету агрономії.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент НААН України,
Заслужений діяч науки і техніки України,
Вожегова Раїса Анатоліївна, Інститут зрошуваного
землеробства НААН України, директор;

доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
Кириленко Віра Вікторівна, Миронівський інститут
пшениці імені В. М. Ремесла НААН України,
головний науковий співробітник лабораторії селекції
озимої пшениці;

доктор біологічних наук, професор
Січкач В'ячеслав Іванович, Одеська державна
сільськогосподарська дослідна станція НААН
України, завідувач науково-технологічного відділу
розробки та впровадження інноваційних технологій
для інтенсифікації виробництва сільськогосподарської
продукції.

Захист відбудеться « ____ » _____ 2020 року о ____ годині на засіданні
Спеціалізованої вченої ради Д 74.844.04 в Уманському національному
університеті садівництва Міністерства освіти і науки України за адресою:
20300, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., Україна.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Уманського національного
університету садівництва Міністерства освіти і науки України за адресою:
20300, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., Україна.

Автореферат розісланий « ____ » _____ 2020 р.

В. о. ученого секретаря
Спеціалізованої вченої ради,
доктор сільськогосподарських наук, професор

В. В. Любич

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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 сільськогосподарське виробництво повинно базуватися на екологічно безпечних високорентабельних ресурсозберігаючих технологіях, важливою складовою яких є створення і впровадження нових високопродуктивних, пластичних, з високим рівнем гомеостазу, стійких до основних хвороб, сильних та цінних за хлібопекарськими якостями сортів пшениці м'якої озимої, тритикале озимого та сортів і гібридів жита озимого. Пошук шляхів удосконалення методів створення та реалізації генетичного потенціалу вихідного матеріалу нині є основною актуальною проблемою селекції, вирішення якої потребує пошуку генетичних донорів господарсько-цінних ознак і поглиблення аналізу генетичних закономірностей їх успадкування за визначених систем гібридизації. Ефективність компонентів гібридизації полягає в різноманітті їх генетичної основи, а тому сорти з географічно-віддалених зон і видове різноманіття є цінним джерелом вихідного матеріалу.

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'яно, 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. Гаврилук, 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 й інші (пшениця); А. І. Державін, В. Н. Лебедєв, М. А. Махаліна, Г. К. Мейстер, Ф. М. Парій, В. Е. Писарєв, В. К. Рябчун, А. Ф. Шуліндін та інші (тритикале).

Для інтенсифікації селекційного процесу доцільно поєднувати в загальній схемі декілька технологій отримання вихідних матеріалів та ефективних генетичних донорів цінних ознак. Розробка та залучення до традиційних методів селекції біотехнологічної ланки сприятиме прискоренню процесу створення високопродуктивних зразків з новими маркерними ознаками і спростить схеми отримання високопродуктивних сортів і гібридів зернових культур.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертації виконували впродовж 2014–2020 рр. згідно підпрограми «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 агроecosystem 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 цінних господарських 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 бути 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 вихідного матеріалу 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 середовища.

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

Предмет дослідження – вихідні компоненти та гібриди жита озимого для ведення гетерозисної селекції; сорти, колекційні зразки та генетичні джерела цінних господарських ознак пшениці м'якої озимої, пшениці спельта і тритикале озимого; показники продуктивності рослин та якості зерна;

біотехнологічні методи 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, регресійний і дисперсійний аналізи.

Наукова новизна одержаних результатів. Теоретично 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 формування додаткових рядів квіток, і, відповідно, насіння, та додаткових колосків на стрижені основного колосу. Підтверджено, що зміна архітектоніки 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, *Ll* «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.

Розроблено і теоретично обґрунтовано схеми реципроктно-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 та зрілих зародків у ізольованій 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 матеріалу, зокрема, зразків із транслокацією *1BL/1RS* (120–1, 120–3, 123–1 та 196–1), що характеризуються високими показниками якості 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 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. і доведено можливість поліпшення зразків за отримання чотирьохвидових форм культури, що поєднують генетичний матеріал пшениці м'якої, пшениці твердої, пшениці спельта і жита.

Дістало подальшого розвитку питання вдосконалення 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 з понад 2700 зразків жита озимого, пшениці м'якої озимої, тритикале озимого, 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 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 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 і 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.

Обґрунтовано доцільність використання аерогідропонної установки для вкорінення та адаптації рослинного, за перенесення клонованого *in vitro*, вихідного матеріалу з ізолюваної 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, 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 до абіотичних та біотичних чинників.

Розроблено методичні рекомендації із застосуванням 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.

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 тютюництва 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. Сорти пшениці м'якої озимої Уманська царівна і Фрея (2018 р.) та Євразія (2019 р.) 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 Уманського національного університету садівництва.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є особистою науковою працею. Автор самостійно визначився з тематикою, провів інформаційний пошук, проаналізував інформацію літературних джерел вітчизняних і 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 спільні з ученими 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 насіннезнавства 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.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР (огляд літератури)

Проаналізовано наукові публікації вітчизняних і зарубіжних вчених, викладено теоретичні засади та нові підходи вирішення наукової проблеми створення вихідного матеріалу зернових хлібних культур. Розглянуто основні методи отримання генетичного різноманіття та розмноження цінних зразків жита озимого, пшениці м'якої озимої і тритикале озимого. Обґрунтовано необхідність розширення досліджень з удосконалення 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 і різних видів рослин, що склало актуальність досліджень за темою дисертаційної роботи для отримання високопродуктивних вихідні форм зернових культур.

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

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

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий малогумусний на лесі. Погодні умови за роки досліджень суттєво відрізнялись за сумою активних температур та розподілом опадів і характеризувалися значною мінливістю порівняно з середньобагаторічними даними, що дало змогу об'єктивно оцінити створені зразки за продуктивністю й адаптаційним потенціалом.

Вихідний матеріал відрізнявся за генетичним та еколого-географічним походженням, що дозволило створити та виділити форми з різним проявом господарсько-цінних показників і бажаних маркерних ознак.

Першу серію досліджень було спрямовано на вдосконалення систем гібридизації та створення вихідних матеріалів за проведення польових досліджень, під час яких застосовували загальноприйнятую технологію вирощування зернових озимих культур. Сівбу проводили в оптимальні для зони строки – третя декада вересня. У роботі використовували систематичний метод розміщення ділянок.

Дослід 1. Створення зразків жита озимого зі зміненою архітектонікою рослин. Використовували систему діалельних схрещувань, залучаючи матеріали-донори генів бажаних ознак (короткостебловість, еректоїдне розміщення листової пластинки, вузько- та широколистість прапорцевого листка, багатоколосковість тощо). Отримані зразки з маркерними ознаками вирощували на окремих ізольованих ділянках або проводили примусове їх самозапилення під ізольаторами та аналізували тип успадкування ознак у поколіннях.

Вміст хлорофілу асиміляційного апарату нових морфотипів визначали за методикою О. О. Ничипоровича (1963), площу листової пластинки та колосу – за методикою В. А. Кумакова (1985).

Елементи структури врожаю аналізували за методикою М. О. Майсуряна (1970). Усі фенологічні спостереження та аналіз елементів структури колосу проводили відповідно методичних вказівок з вивчення колекції зернових культур (1985). Оцінювання стійкості до ушкодження грибовими збудниками хвороб проводили на природному інфекційному фоні за шкалою «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» (2012).

Дослід 2. Розробка способів ідентифікації ознак «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин жита озимого. Застосовували систему діалельних схрещувань і самозапилення 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. Удосконалення технології створення та апробації стерильної материнської форми, кандидатів у закріплювачі стерильності та відновлювачів фертильності жита озимого. Використовували систему діалельних і беккросних схрещувань визначених форм, що забезпечувало перенесення ядерних генів стерильності на нормальну плазму за рахунок гібридизації вібраних вихідних

компонентів. Генетичний контроль ознак досліджували методом гібридологічного аналізу, згідно якого висновок щодо генотипу організму робили за фенотиповими ознаками нащадків отриманих у результаті контрольованого запилення. Гібридизацію проводили за ручної кастрації із наступним запиленням обмежено-вільним методом (під ізолятором) в оптимальні строки.

Дослід 4. Створення вихідних матеріалів пшениці м'якої озимої за гібридизації географічно-віддалених форм. Проводили за системи діалельних схрещувань та оцінювання гібридного потомства F_1 – F_5 . Усі фенологічні спостереження та аналіз елементів структури колосу здійснювали згідно до Методичних вказівок по вивченню колекції пшениці (1967) з урахуванням градацій «Широкого унифіцированного классификатора СЭВ рода *Triticum* L.» (1989).

Вміст білка в зерні визначали за ДСТУ 4117 (2007), вміст клейковини та її якість – за ДСТУ ISO 21415–1 (2011), масу 1000 зерен – за ДСТУ ISO 520 (2013), натуру зерна – ГОСТ 10840 (1964), число падання – за ГОСТ 30498 (1997), склоподібність – за ГОСТ 10987–76 (1977).

Для встановлення характеру успадкування кількісних ознак за ступенем домінантності (hp), використовували формулу Б. Гріффінга (1950) та градацію Г. Бейла і Р. Аткинса (1965).

Дослід 5. Створення колекційних зразків пшениці м'якої озимої за гібридизації *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. Використовували ручну кастрацію квіток із наступним примусовим запиленням обмеженовільним способом під пергаментним ізолятором. Гібридне потомство аналізували за проявом морфобіологічних ознак і господарсько-цінних показників за «Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур» (2012). У п'ятому поколінні (F_5) створені матеріали було розділено на пшеницю м'яку, пшеницю спельта та проміжні (спельтоподібні) форми. У дослідках використовували систематичний метод розміщення ділянок з обліковою площею 10 м². Номери розташовували блоками з густотою рослин 400 тис. шт/га. Повторність дослідів п'ятиразова. Біометричні показники визначали у 50 рослин, що відбирали з кожної ділянки у двох несуміжних повтореннях.

Групування зразків пшениці за висотою рослин проводили за методикою В. Ф. Дорофєєва (1979). Виконання досліджень було розпочато в 2012 році.

Дослід 6. За створення чотиривидових форм тритикале використовували метод віддаленої гібридизації. За материнську форму обирали сорти тривидових тритикале, за батьківську – сорти пшениці спельта. Гібридизацію здійснювали шляхом ручної кастрації. Фенологічні спостереження, аналіз елементів структури колосу та якість зерна визначали за вищевказаними методиками. Виконання досліджень було розпочато в 2012 році у співавторстві з науковцем І. П. Діордієвою.

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

Під час проведення біотехнологічних досліджень застосовували загальні принципи та методи роботи з культурами рослинних тканин, розробленими Р. Г. Бутенко (1989), В. В. Калініним, В. В. Сарнацькою, В. Е. Поліщук (1980).

Дослід 7. Удосконалення методу мікроклонування жита озимого та стимуляції розвитку кореневої системи рослин *in vitro*, забезпечувалось модифікацією живильного середовища Мурасіге–Скуга, Ніча і Гамборга різними концентраціями регуляторів росту ауксинової природи та гіберелінової кислоти та визначенням умов для адаптації рослинного матеріалу при їх перенесенні у природні умови вирощування.

Дослід 8. Удосконалення технології укорінення та адаптації рослин жита озимого за використання аерогідропонної установки «Minivit». Визначення складу живильного середовища та умов вирощування культури на аерогідропоніці.

Дослід 9. Створення банку рослинного матеріалу жита озимого, за використання режиму низьких позитивних температур (6–12 °С) та зміни концентрації вуглевлодів.

Дослід 10. Використання культури незрілих зародків для подолання постгамної несумісності за гібридизації географічно-віддалених форм пшениці м'якої озимої та самозапилення жита озимого. Для дослідження 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*. Плоідність отриманих матеріалів визначали за методикою З. П. Паушевої (1988).

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за методами дисперсійного, кореляційного, варіаційного та регресійного аналізу згідно рекомендацій Е. Р. Ермантраута (2003), В. П. Боровикова (2013), В. О. Ушкаренко та ін. (2013), Е. А. Вуколова (2014).

ФОРМУВАННЯ НОВИХ МОРФОТИПІВ У СЕЛЕКЦІЇ ЖИТА ОЗИМОГО

Зміна архітекtonіки колосу для підвищення продуктивності жита озимого. Зміна архітекtonіки рослин сприяє оптимізації оптико-біологічної структури посіву та забезпечує формування нових морфологічних особливостей рослин спрямованих на підвищення врожайності культури. 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.

Виділення багатоколоскових форм жита. Колосковий стрижень у жита, зазвичай, не гіллястий. Проте, іноді, зустрічаються гіллястоколосі спадково зумовлені форми. Виділено різновидність *var. compositum* Lam., у якої формується гілястолопатовий колос (В. Д. Кобылянський, 1982). Іноді гілкування колосу відбувається за надлишкового живлення рослин у період кушіння. 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, та, відповідно, квіток і насіння на рослині. У зернових колосових культур такі морфологічні особливості зустрічаються рідко і є генетично зумовленим чинником.

У процесі гібридизації географічно-віддалених форм під час створення кандидатів у закріплювачі стерильності жита озимого за схрещування вітчизняних сортів і ліній з матеріалами іноземної селекції та депонування і розмноження зразків у культурі *in vitro*, отримано популяцію рослин, окремі з яких вирізнялись за морфологією колосу. Створені та відібрані номери 19–5 і 88 вирізнялись фенотипово. Із апікальної бруньки формувался центральний стрижень колосу. Бокові стрижні закладались замість окремих несформованих колосків (рис. 1 (1)). Утворення гіллястолопатевого колосу контролюється моногенно рецесивним станом гена *M/m*.



Рис. 1 Багатоколоскова форма жита озимого з ознакою «гіллястий колос» (1) і шестирядкова, з експресивністю за ознакою 45,0 % (2).

Виділені багатоколоскові форми вирізнялись за низкою господарсько-цінних ознак та істотно перевищували сорт-стандарт Хлібне. Довжина колосу варіювала в межах 11,8–14,7 см, маса зерна з колосу та рослини, відповідно, 2,41–2,80 і 25,9–26,5 г. За висотою зразки відносилися до низькорослих форм з домінантною короткостебловістю. Отриманий матеріал доцільно використовувати у селекційних дослідженнях в якості донора багатоколосковості, короткостебловості, збільшення довжини колосу, кількості зерен у колосі та маси зерна з колосу і, відповідно, рослини.

Аналіз створення шестирядкової форми жита озимого. Жито озиме, зазвичай, формує чорирьохрядковий колос. Проте, в зачатку колосу закладається 5–6 квіток, з яких розвивається дві, рідко три і дуже рідко чотири квітки. Для підвищення продуктивності рослин необхідно відбирати генотипи що утворюють три квітки та три насінини у колоску. За формування в кожному колоску трьох насінин отримуємо шестирядковий колос. Звичайно, утворення рослиною трьох продуктивних квіток у колоску є генетично обумовленим чинником.

За гібридизації географічно віддалених форм жита озимого створено та виділено шестирядкові зразки (рис. 1 (2)). Вихідним матеріалом для створення та відбору шестирядкових форм жита був фертильний зразок 257 отриманий за гібридизації ♀ (сорт Карлик 1 × зразок 214-3) × ♂ (гібрид Varasetto × зразок 75-1), колос рослин якого формував шість рядів зерен. Зібране насіння з шестирядкових особин розмножували. Відбір продуктивних форм проводили впродовж чотирьох років. Частота прояву маркерної ознаки у популяції була в межах 65–75 %. 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. Створені шестирядкові зразки вирізнялись високою продуктивністю (табл. 1).

Таблиця – 1. Характеристика форм жита озимого з ознакою «шестирядковий колос», 2013–2018 рр.

Фенотипова кількісна ознака	Сорт, зразок				HIP ₀₅
	Хлібне (стандарт)	257	338–47	343–20	
Висота рослин, см	95±3	82±3	102±4	96±6	3
Продуктивна кущистість, <i>шт. стебел/рослину</i>	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, <i>шт.</i>	56,8±2,6	118,2±5,2	98,3±4,8	123,4±3,5	3,3
Кількість зерен у колосі, <i>шт.</i>	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, <i>шт/см</i>	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

Найвищим показником озерненості колосу та продуктивності рослин характеризувався номер 343–20, перевищуючи стандарт на 26 і 125 % відповідно. Отриманий матеріал доцільно використовувати донором ознаки «шестирядковий колос» та, відповідно, високої продуктивності рослин для створення нових сортів і гібридів жита озимого.

Створення та апробація вихідних короткостеблових форм жита озимого. Короткостебловість у жита може контролюватись домінантним геном *Hl*, або рецесивними генами *al*, *ct*, *d*₁, *d*₂, *br*, *tn* (Ф. Бригс, П. Ноулз, 1972; В. В. Скорик та ін., 2010). За гібридологічного аналізу встановлено, що

короткостебловість наших експериментальних матеріалів контролюється доміантним геном *H1*. За схрещування зразка Карлик 1 (91 см), з геном доміантної короткостебловості, та високостебловими закріплювачами стерильності 86–1 (121 см) і 92–1 (127 см) підтверджено доміантний моногенний тип успадкування короткостебловості. Гібриди першого покоління за висотою були істотно нижчими відносно материнської форми (94–96 см). Оцінка F_2 за висотою стеблостою показала розщеплення популяції рослин на низькостеблові та високостеблові форми у співвідношенні 3 : 1. Для підтвердження фенотипового розщеплення було розраховано χ^2 .

Зменшення висоти рослин у F_1 відбувалося за рахунок скорочення всіх міжвузлів, зокрема, підколосового. Використання у схрещуваннях донору доміантної короткостебловості призводило до істотного збільшення продуктивної куцистості та довжини колосу, що позитивно впливало на підвищення продуктивності рослини жита озимого. Між висотою стеблостою та довжиною колосу спостерігали обернену залежність, а між кількістю квіток і зерен у колосі – пряму (рис. 2).

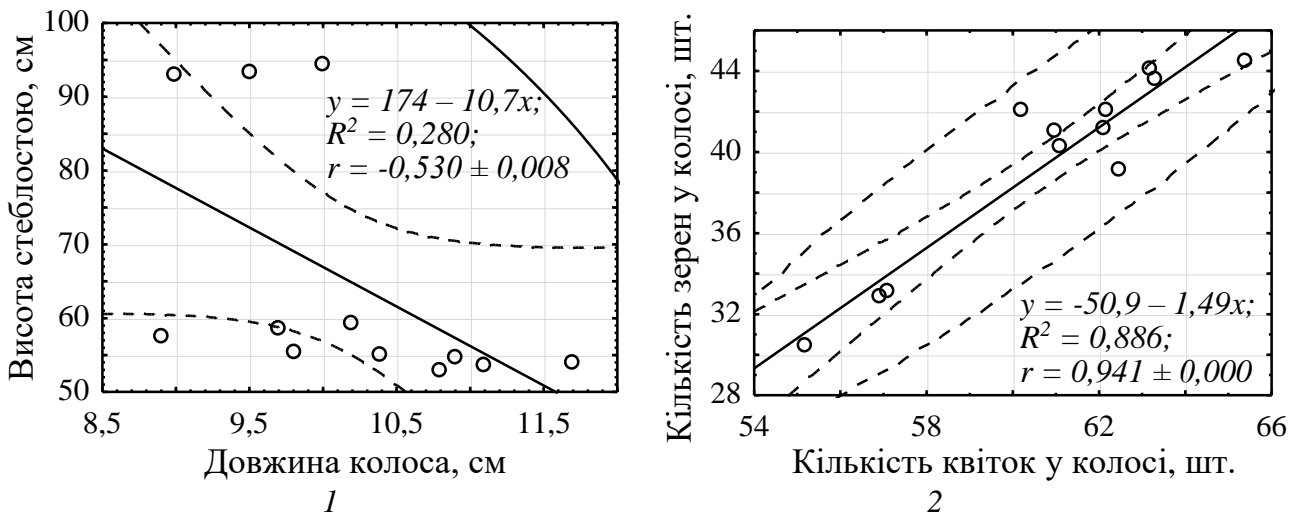


Рис. 2 Залежність між висотою рослин і довжиною колосу (1) та кількістю квіток і зерен у колосі (2) в короткостеблових форм жита озимого.

Створені за гібридизації зразки 8–4, 243–1 і 246–1 доцільно залучати донорами короткостебловості та високої продуктивності рослин жита озимого.

Продуктивна куцистість та клонування інтактних рослин жита озимого. Створення, розмноження та збереження високопродуктивних вихідних компонентів гібридів, особливо самонесумісних форм, є основною проблемою селекційного процесу жита. Метою досліджень було визначення умов для підвищення інтенсивності куціння і клонування інтактних рослин для розмноження вихідного генетично ідентичного матеріалу. Стимулювання закладання бокових пагонів вузла куціння проводили за підгортання рослин і забезпечення оптимальних умов вирощування.

У процесі досліджень виділено матеріали, що мали високий коефіцієнт куціння (табл. 2). 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.

Таблиця – 2. 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 кущистість (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 (стандарт)	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>	4	0,7	0,5	0,1	1,1	0,7	0,6	0,2

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.

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.

Способи відбору високопродуктивних форм жита. Розроблено «Спосіб відбору високопродуктивних форм жита за ознакою «шестирядковий колос»» та «Спосіб відбору високопродуктивних форм жита за геном *M/t* «гіллястий колос»», використання яких дає змогу за маркерними ознаками шестирядковість і багатоколосковість 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.

Особливості фотосинтезу створених зразків різних морфотипів жита озимого та типи успадкування якісних ознак у поколіннях. Для жита характерний стебловий тип фотосинтезу. Проте за переходу селекції на короткостебловість при зниженні висоти стеблостою підвищується вплив листкового апарату та колосу на формування врожаю та підвищення

продуктивності культури. Встановлено, що жито з домінантною короткостебловістю формує листковий апарат, який не поступається звичайним високорослим сортам, а в період наливу зерна зберігає навіть більшу площу асиміляційної поверхні, що сприяє подовженню фотосинтетичної активності (А. Ф. Тромпель, 1980).

У процесі досліджень було підтверджено, що орієнтація листкової пластинки та її площа суттєво впливають на фотосинтетичну активність та, відповідно, продуктивність рослин жита озимого. Морфотипи з еректоїдною орієнтацією листків, особливо широколисті форми, істотно перевищували сорт-стандарт за площею асиміляційної поверхні прапорцевого листка і сумарним вмістом у ньому хлорофілу ($a + b$). Рослини морфотипів, у яких відсутній восковий наліт, мали істотно нижчий вміст хлорофілу у фотосинтезуючих органах, аніж рослини морфотипів з сизим забарвленням.

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 компонентів (рис. 3).

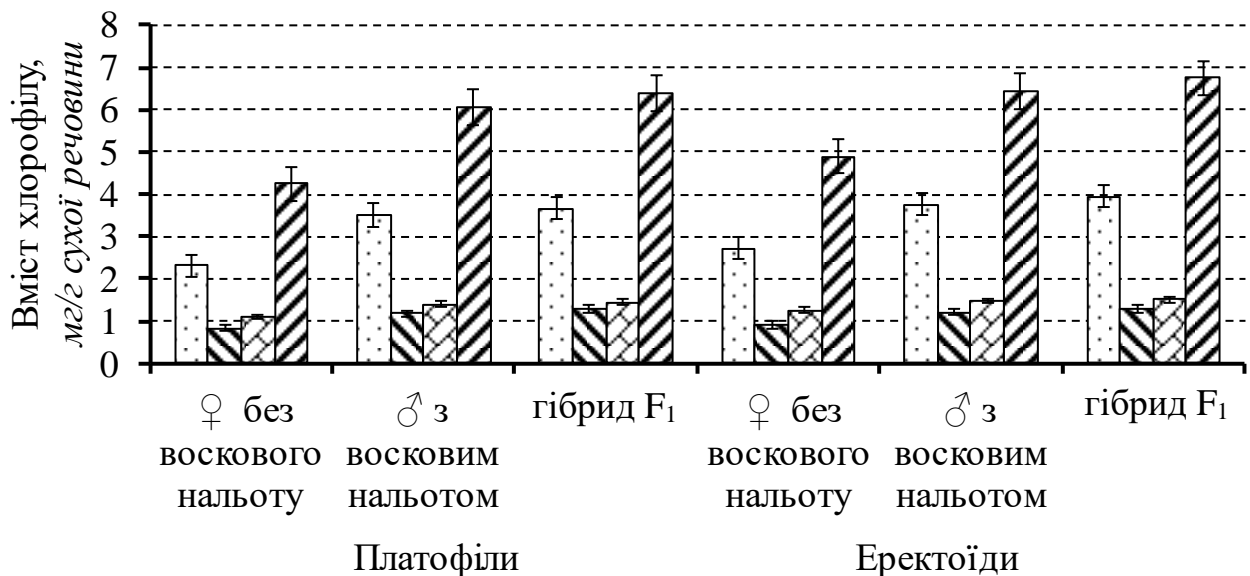


Рис. 3 Вміст хлорофілу в органах рослин у вихідному та гібридному матеріалі жита озимого різних морфотипів у фазі наливу зерна:

- – прапорцевий листок;
- ▨ – стебло;
- – колос;
- ▩ – фотосинтезуючі органи.

Проаналізувавши продуктивність рослин, встановлено, що морфотипи з широколистою еректоїдною орієнтацією листкової пластинки мали вищу продуктивність рослин, аніж платофіли (табл. 3).

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 за високою озерненістю колосу (77,6 %), масою зерна з колосу (2,4 г) і рослини (22,4 г) та масою 100 насінин (4,5 г).

Таблиця – 3. Фенотипова мінливість кількісних ознак короткостеблових зразків різних морфотипів жита озимого, 2017–2019 рр.

Морфотип рослин	Сорт, зразок	Фенотипова кількісна ознака								
		Висота рослин, см	Продуктивна куцистість, шт.	Довжина колосу, см	Кількість квіток в колосі, шт.	Кількість зерен в колосі, шт.	Озерненість 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

Платофіли безвоскового нальоту мали істотно нижчі показники за продуктивністю відносно стандарту, проте показники еректоїдних форм були на рівні контрольного варіанту. За продуктивною куцистістю 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.

За гібридизації матеріалів з альтернативними ознаками визначено тип успадкування якісних ознак у поколіннях. 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.

Створено колекцію самофертильних донорів генів ознаки еректоїдного розміщенням листкової пластинки (303/15, 289/15), безлігульності (59–1), без

воскового 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.

Отже, за гібридизації еколого-географічно віддалених матеріалів створено форми жита озимого з господарсько-цінними маркерними ознаками. Зміна архітекτονіки рослин є ефективним інструментом забезпечення формування нових морфобіологічних особливостей рослин та оптимізації структури їх популяції спрямованих на підвищення продуктивності рослин жита озимого.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИХІДНИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ ЖИТА ОЗИМОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ МАРКЕРІВ

Використання генетичних маркерів у гетерозисній селекції спрощує процес створення та ідентифікації вихідних материнських і батьківських компонентів гібридизації. У жита виділено низку генів, що контролюють ознаки, які легко візуально вирізняються у популяції рослин і можуть бути вдалими генетичними маркерами.

Рецесивні ознаки «еректоїдне розміщення листкової пластинки», «безлігульність», «розлогий куц» 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 складі штучної популяції та ще до цвітіння можна провести вибраковку рослин і уникнути небажаного переzapилення.

За використання зазначених генів нами розроблено низку способів ідентифікації зразків, що доцільно використовувати при створенні та контролі чистолінійного стерильного і гібридного матеріалу в селекції на гетерозис. Зокрема, спосіб контролю стерильності жита озимого за геном *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу», зміст якого полягає в тому, що для контролю стерильності при схрещуванні беруться дві форми – стерильну, безвоскового нальоту колосу, що схрещується із закріплювачем стерильності безвоскового нальоту колосу (рис. 4).

Надалі розмножену стерильну форму безвоскового нальоту колосу, схрещують із закріплювачем стерильності з домінантним геном *Epr1*, що відповідає за формування воскового нальоту колосу і за ознакою «восковий наліт колосу» проводять контроль стерильності рослин до цвітіння.

Розроблений спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за геном *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу» передбачає схрещування двох форм – стерильну, безвоскового нальоту колосу, що схрещують із закріплювачем стерильності безвоскового нальоту колосу, а потім розмножену стерильну форму з безвосковим нальотом колосу схрещують з відновлювачем фертильності з домінантним геном, що контролює восковий наліт колосу і за ознакою кольору колосу проводять контроль гібридності рослин (рис. 5).

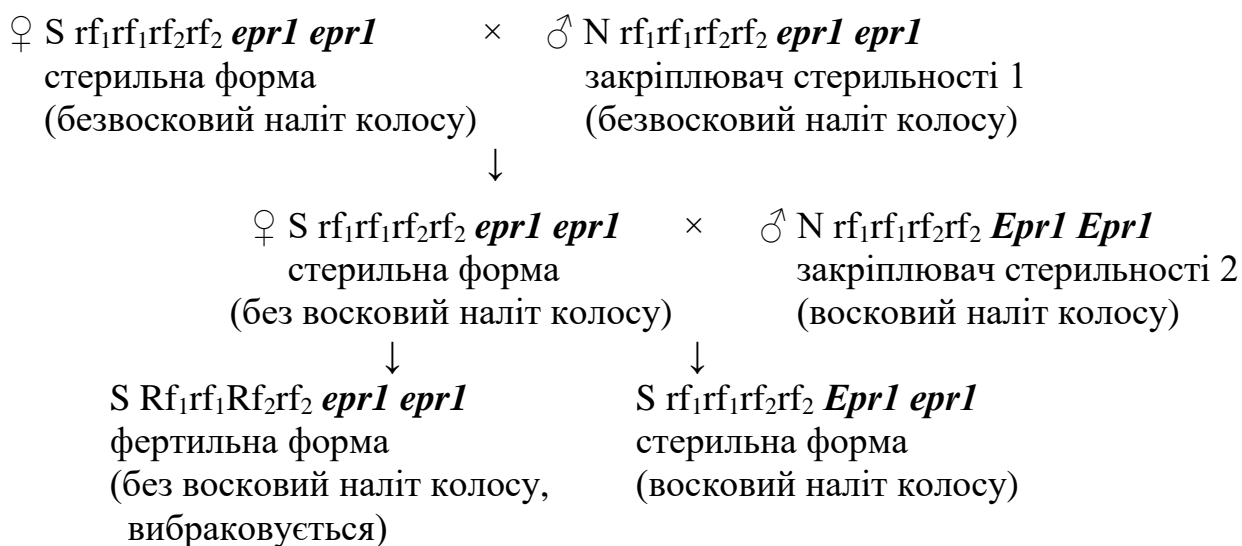


Рис. 4 Контроль стерильності материнської форми за використання маркерного гена *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу».

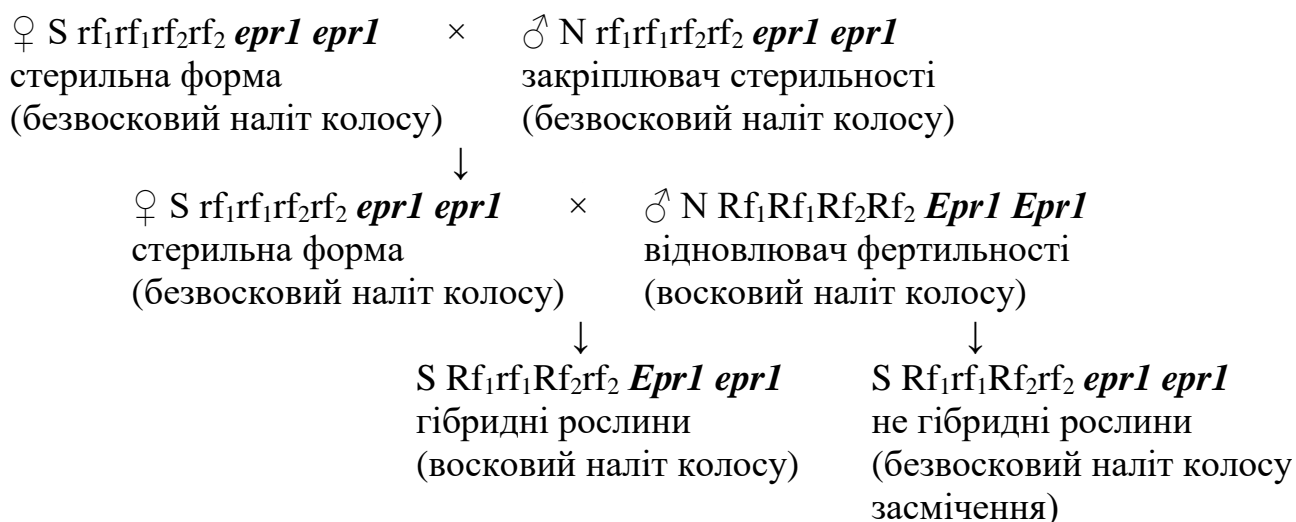


Рис. 5 Використання маркерного гена *Epr1/epr1* «безвосковий наліт колосу» для визначення гібридності рослин жита озимого.

Це забезпечує контроль гібридності матеріалів до цвітіння рослин і дає можливість визначати рівень гібридності промислових партій насіння. Розроблені способи ідентифікації за генами *Sp/sp*, *L/l*, *P/p*, *W/w*, *Epr1/epr1* і *Hl/hl* є ефективними для візуальної оцінки ознаки «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин жита озимого.

Реципроктно-функціональне перетворення вихідних форм жита озимого. Вдосконалено генетичні схеми створення вихідних компонентів для отримання гетерозисних гібридів жита озимого за реципроктно-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 (рис. 6 і 7).

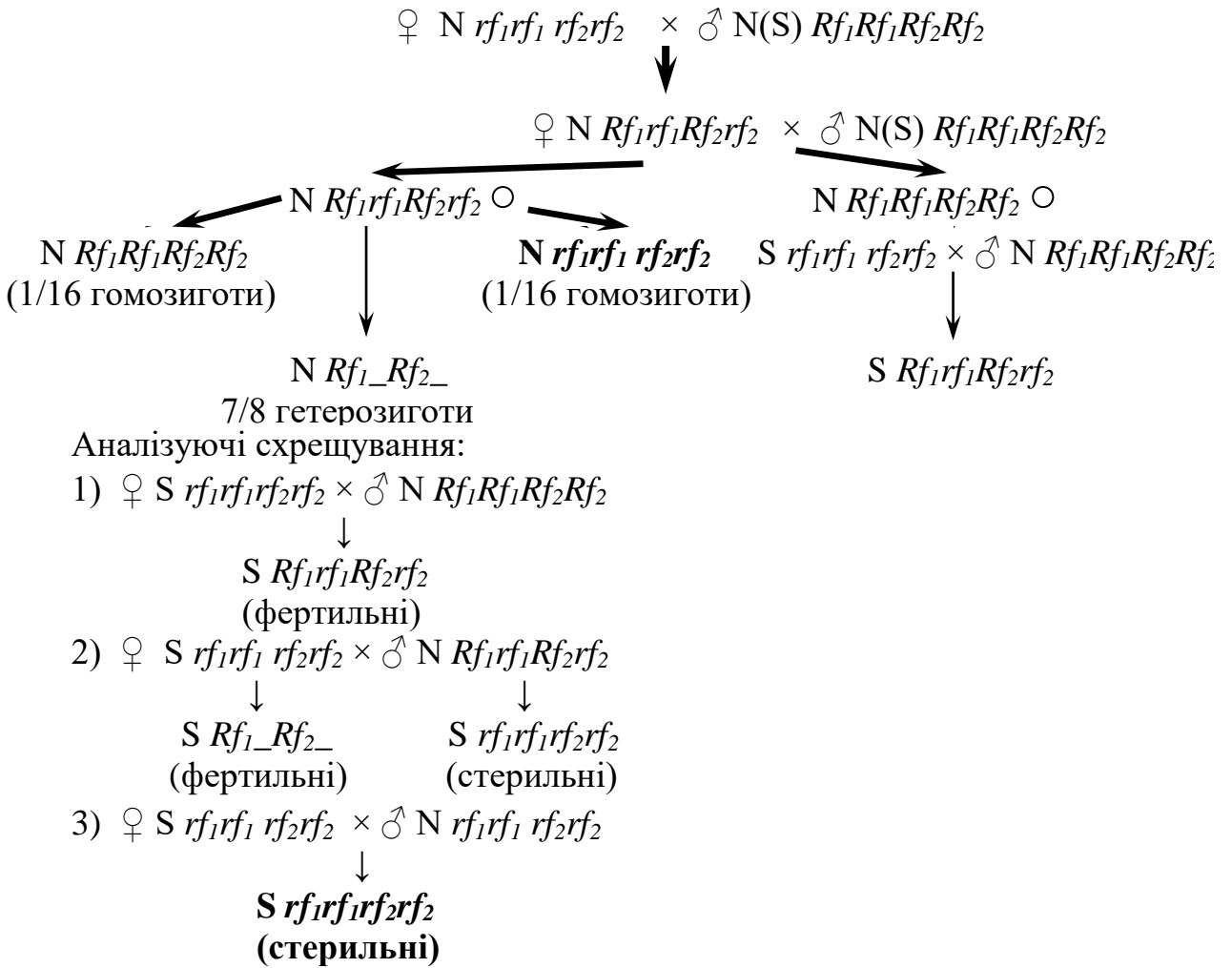


Рис. 6 Схема отримання закріплювачів стерильності жита озимого.

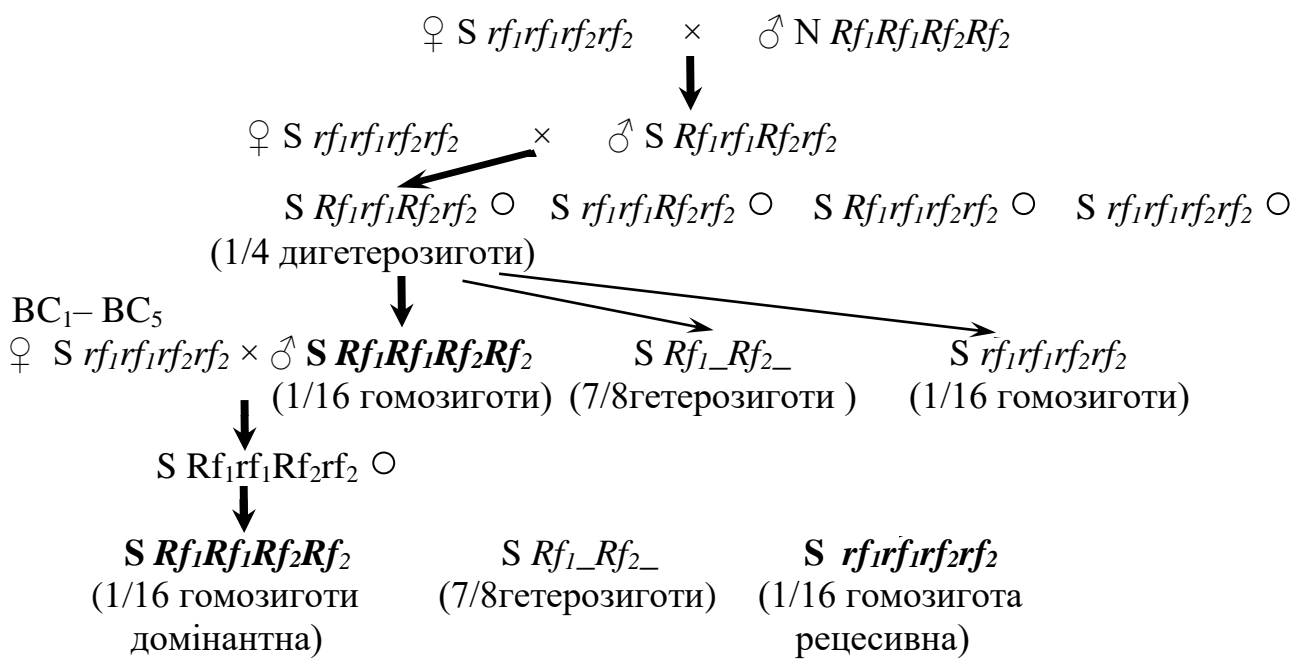


Рис. 7 Створення стерильної материнської форми та відновлювача фертильності жита озимого на основі донора стерильної плазми.

Встановлено, що за використання запропонованої схеми із залученням екзоплазми, можна в короткі строки отримати генетичне різноманіття материнських і батьківських компонентів гібридизації та створити високопродуктивні комбінаційно здатні форми культури, що поєднують у собі всі позитивні ознаки материнської і батьківської форм.

ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ У СЕЛЕКЦІЇ ЖИТА ОЗИМОГО

Самонесумісність жита озимого та способи її подолання. Жито озиме є самонесумісною культурою, проте у сортів-популяцій жита ця ознака не є абсолютною. 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. У результаті проведених нами досліджень встановлено, що за самозапилення ізольовані рослини більшості зразків жита утворюють незначну кількість насіння (4–8 шт./колос). Насіння, що утворилось під час самозапилення – деформоване, неправильної форми та відрізнялось за кольором і розміром від типового. Щоб зберегти сформовані матеріали та підвищити вихід рослинного матеріалу за самозапилення доцільно використовувати культуру ізольованих зародків.

Використання ембріокультури для збереження нежиттєздатних зародків жита озимого. Для отримання генетичного матеріалу з бажаними маркерними ознаками при самозапиленні зразків жита озимого було використано метод культури незрілих зародків, що дає можливість за умов ізольованої культури індукувати розвиток біоматеріалу із зиготних зародків на різних етапах їх розвитку. Здебільшого бар'єр несумісності під час розвитку зародка виникає на середніх і пізніх стадіях ембріогенезу. Тому через 3–12 діб після запилення молодий зародок вилучали та вводили в ізольовану культуру.

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) і генотип вихідного матеріалу (табл. 4).

Таблиця – 4. Вплив віку незрілих зародків на вихід макроструктур жита озимого в ізольованій культурі (в середньому за генотипами)

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>HIP₀₁</i>		<i>1,2</i>	<i>0,9</i>	<i>1,0</i>

Примітка. *Кількість діб після самозапилення

Найбільшу схильність до розвитку та формування повноцінних проростків в умовах ізольованої 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*.

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 мгл 6-бензиламінопурина, 0,5 мгл індолілоцтової кислоти, 0,5 мгл гібереліну, 1,0 мгл глютаміну, 2,0 мгл гліцину, 0,3 мгл серину, 100 мгл мезоінозиту, 50,0 г/л сахарози. Частка регенерантів сягала 35,3 %, що істотно перевищувало показники суміжних варіантів (табл. 5).

Таблиця – 5. Вплив модифікованого живильного середовища на розвиток макроструктур з незрілих зародків жита озимого (в середньому за генотипами)*

Шифр середовища	Сформовані структури				Стаціонарний 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
HIP 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.

Підвищення концентрації сахарози до 60,0 г/л стимулювало процес формування проростків до 39,4 %, а попередня обробка експланту перед введенням в ізолювану культуру низькою позитивною температурою 3–5 °С упродовж 24–36 годин забезпечила вихід рослин на рівні 42,8 %.

Регуляторна модифікація живильного середовища для ризогенезу рослин жита озимого в культурі *in vitro*. 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 в 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

Стимуляція ризогенезу рослин жита озимого за використання аерогідропонних технологій. Аерогідропонна система, як високотехнологічний спосіб безсубстратного культивування рослин на спеціально підібраних поживних середовищах, є вдалим інструментом у дослідженнях інтактних рослин, спрямованих на встановлення значення окремих ендогенних і екзогенних чинників у процесі їх життєдіяльності за високого рівня регулювання умов культивування. Встановлено, що аерогідропонні технології доцільно використовувати для вкорінення і адаптації клонованих рослин жита озимого. Розроблено склад живильного розчину для вкорінення, що включає ½ 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 програмованої кількості вихідного матеріалу культури.

Адаптація клонованого рослинного матеріалу жита озимого до умов *ex vitro* є останнім і найвідповідальнішим етапом мікроклонального розмноження рослин. 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.

Визначення умов для формування активної колекції селекційного матеріалу жита озимого. 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 цього температурного режиму після 12 місяців депонування фіксували у середньому за генотипами на рівні 78,2 % (рис. 8).

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.

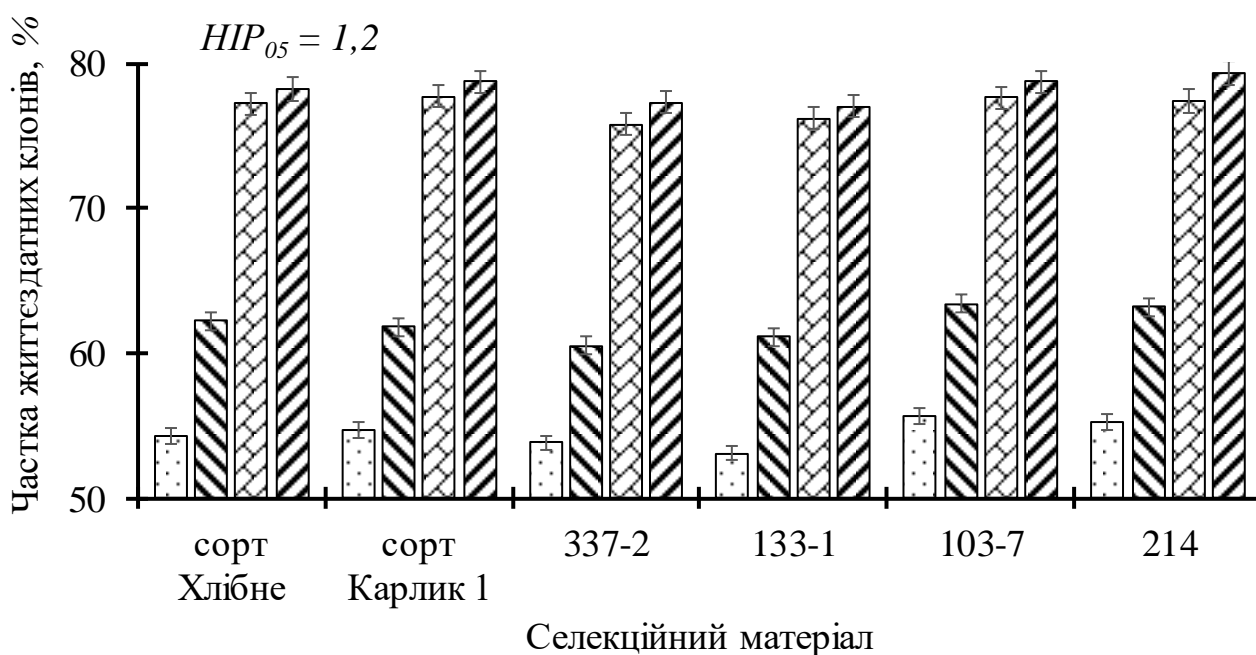


Рис. 8 Вплив генотипу та температурного режиму на стан активної колекції жита озимого (12-й місяць депонування):

□ – 12°C; ▨ – 10°C; ▩ – 8°C; ▮ – 6°C.

Зокрема б-БАП (2,0 мг/л) і сахарози 40,0 г/л та поступове зниження температурного режиму до 10 °C подовжує період депонування клонованих рослин без зміни субстрату та термін зберігання селекційного матеріалу в ізолюваній культурі. Використання біотехнологічних методів для збереження і розмноження цінного матеріалу інтенсифікує селекційний процес отримання вихідних зразків жита озимого.

РОЗШИРЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНО ВІДДАЛЕНИХ ФОРМ

Сумісність матеріалів за гібридизації генетично віддалених форм. Створення нових високоврожайних сортів пшениці м'якої озимої, що включатимуть у свою генетичну структуру все цінне з генофонду виду, є одним з основних і перспективних напрямів селекції. Генетична база сортів у виробництві, набула значної спорідненості. Для розширення різноманіття необхідно залучати нові генетичні джерела селекційних ознак. Метою наших досліджень було розширення генетичного різноманіття й аналіз гетерозисного ефекту за низкою господарсько-цінних ознак зразків пшениці м'якої озимої, створених за гібридизації сортів різних еколого-географічних зон.

У комбінаціях схрещування за материнську форму використовували сорти пшениці озимої іноземної селекції Bankir, Cubus, CH Kombin, Patras, Matrix, Mulan, за батьківську – вітчизняної та іноземної селекції Зорепад, Пилипівка, Астет, Щедрість одеська, Традиція одеська, Світанок Миронівський, Віген, Фабіус, Константа.

За гібридизації сортів різного еколого-географічного походження проаналізовано сумісність форм та отримано вихідний матеріал пшениці м'якої озимої. Високу зав'язуваність зерен відмічено у гібридних комбінацій Matrix x Фабіус (72,5 %), Matrix × Константа (70,0 %), Kubus × Пилипівка (66,7 %), Matrix × Зорепад (65,8 %), Patras × Фабіус (62,5 %). Встановлено, що сорт Matrix характеризується високим рівнем перехресної сумісності (34,2–72,5 %), що дозволяє використовувати його як материнську форму низки гібридних комбінацій з метою створення високопродуктивних матеріалів.

Характер успадкування та аналіз гетерозисного ефекту селекційно-цінних ознак гібридного матеріалу пшениці м'якої озимої. Встановлено, що для отримання генетичного різноманіття форм пшениці м'якої озимої в схемі гібридизації доцільно залучати матеріали еколого-географічно віддалених зон. Рекомбінація таких генотипів дає змогу отримати зразки з високим рівнем домінування та гетерозисного ефекту (табл. 6).

Таблиця – 6. Рівень гетерозису (%) за господарсько-цінними ознаками зразків пшениці м'якої озимої, отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм, 2015 р.

Зразок (F ₁)	Гібридна комбінація	Висота рослин	Довжина колосу	Кількість колосків в колосі	Кількість квіток у колосі	Кількість зерен в колосі	Маса 1000 зерен	Маса зерна з колосу
35/14-5	CN Kombin × Зорепад	-13,8	35,5	16,2	15,0	21,6	6,9	30,0
39/14-18	Bankir × Зорепад	-11,7	12,3	12,1	10,9	7,8	1,6	9,1
56/14-7	Patras × Зорепад	-12,8	5,7	7,7	1,6	-1,0	6,5	11,2
71/14-12	Bankir × Пилипівка	-19,1	-0,9	13,1	4,6	8,2	5,5	14,3
68/14-73	CN Kombin × Світанок Миронівський	-1,2	20,0	25,1	11,7	16,7	6,9	24,7
74/14-45	Patras × Пилипівка	-22,7	0,0	-0,9	3,7	5,9	5,1	13,4
77/14-21	CN Kombin × Bankir	-15,9	-2,8	10,1	6,3	7,0	0,2	5,5
80/14-3	Bankir × Віген	-21,6	0,0	-2,5	9,6	5,7	-0,7	5,1
89/14-12	Bankir × Щедрість одеська	-9,2	10,4	7,6	6,8	2,5	1,8	17,3
101/14-11	Bankir × Традиція одеська	-17,9	-2,8	7,1	-1,0	2,7	6,0	8,9
120/14-2	Patras × Традиція одеська	-14,7	1,9	-0,9	-5,2	1,3	4,5	5,9
132/14-63	Patras × Щедрість одеська	-3,4	5,7	7,7	2,8	6,2	3,5	12,2
135/14-51	Mulan × Щедрість одеська	3,9	8,9	10,6	10,3	13,5	6,3	24,3
145/14-29	Matrix × Віген	-20,6	13,4	11,6	8,4	15,1	10,2	24,3
148/14-40	Подольнянка × Щедрість одеська	2,5	-1,1	3,2	1,2	-0,2	0,5	0,1
180/14-8	Фаворитка × Зорепад	-3,7	-1,0	-1,1	-1,0	-0,9	-2,0	-2,7

Встановлено істотне варіювання показника ступеня домінування (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 за показниками позитивне домінування та наддомінування. Доведено, що високу комбінаційну сумісність мають зразки отримані за гібридизації СН Комбін \times Зорепад (за довжиною колосу $h_p = 9,25$, кількістю зерен у колосі $h_p = 13,5$, масою 1000 насінин $h_p = 2,38$, масою зерна з колосу $h_p = 5,56$), Мулан \times Щедрість одеська (за довжиною колосу $h_p = 3,00$, кількістю зерен у колосі $h_p = 2,15$, масою 1000 насінин $h_p = 3,84$, масою зерна з колосу $h_p = 3,44$), СН Комбін \times Світанок Миронівський (за довжиною колосу $h_p = 18,00$, кількістю зерен у колосі $h_p = 3,30$, масою 1000 зерен $h_p = 3,07$, масою зерна з колосу $h_p = 3,44$) та Matrix \times Віген (за довжиною колосу $h_p = 1,81$, кількістю зерен у колосі $h_p = 4,12$, масою 1000 зерен $h_p = 15,0$, масою зерна з колосу $h_p = 5,38$). Створені гібридні комбінації мали істотний ступінь наддомінування в поколінні F_1 за низкою цінних господарських ознак та врожайністю в цілому.

Зафіксовано часткове від'ємне домінування та депресію за висотою рослин у комбінаціях схрещування Bankir \times Традиція одеська, ($h_p = -3,86$) СН Комбін \times Bankir ($h_p = -3,67$), Bankir \times Віген ($h_p = -3,67$), Bankir \times Зорепад ($h_p = -2,67$), СН Комбін \times Світанок Миронівський ($h_p = -1,50$), СН Комбін \times Зорепад ($h_p = -1,17$), Bankir \times Пилипівка ($h_p = -0,91$), Patras \times Традиція одеська ($h_p = -0,87$), Bankir \times Щедрість одеська ($h_p = -0,74$), Patras \times Зорепад ($h_p = -0,71$), Patras \times Пилипівка ($h_p = -0,67$) та Matrix \times Віген ($h_p = -0,62$), 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 \times Щедрість одеська, Фаворитка \times Зорепад, Мулан \times Щедрість одеська та СН Комбін \times Зорепад з високими показниками якості зерна (вміст білка 13,3–14,2 %, натура зерна – 811–816 г/л) і Bankir \times Пилипівка, Patras \times Пилипівка, Мулан \times Щедрість одеська та СН Комбін \times 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.

Створення зразків пшениці м'якої озимої за використання сортів з пшенично-житніми транслокаціями. Для покращення господарсько-цінних ознак пшениці селекціонери використовують сорти носії пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ), наявність яких забезпечує генетичний контроль продуктивності та адаптивності. Серед комерційних сортів пшениці найбільшого поширення набули *1AL/1RS* та *1BL/1RS* транслокації.

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. За материнську форму обрано сорти вітчизняної селекції Щедрість одеська та Золотоколосу – 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.

Успадкування у нащадків пшенично-житньої транслокації, в окремих варіатах схрещування, фіксували на рівні 5–10 %. Встановлено, що частка формування насіння за гібридизації сортів з пшенично-житніми транслокаціями складає в середньому 35,1 % у яких генотипів?.

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 % за врожайністю істотно перевищував груповий стандарт. Вміст білка в зерні відселектованих зразків варіювала у межах 11,6–13,7 %. Найвищим його вмістом характеризувались номери 304/14 (Щедрість одеська (*IAL/IRS*) × Патрас), 305/14 (Золотоколосу (*IAL/IRS*) × Дагмар) (відповідно, 13,7 і 13,4 %). Доведено, що матеріали з пшенично-житньою транслокацією *IAL/IRS* мають значно вищі показники якості зерна, ніж з транслокацією *IBL/IRS*. Створені зразки долучено до селекційного процесу, як нові донори цінних господарських ознак.

Оцінка морозостійкості зразків пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями. В еколого-географічних зонах України небезпеку для посівів пшениці озимої становлять несприятливі умови перезимівлі, низька зимо- та морозостійкість сортів. Зимові негоди спричиняють пошкодження та загибель рослин, зрідження посівів і, як наслідок, недобір урожаю. Метою наших досліджень був аналіз морозостійкості створеного матеріалу пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями, адже він отриманий частково за гібридизації матеріалів з регіонів помірною клімату. Аналіз за морозо- і зимостійкістю проводили на ділянках за використання каркасного накриття в період снігопаду. Найвищою морозостійкістю характеризувався зразок 312/14 (Крижинка (*IBL/IRS*) × Дагмар). Частка рослин, що вижили після перезимівлі склала 97,1 %. Ураження рослин фіксували на рівні 15 %. Бал морозостійкості – 9. Підтверджено, що наявність у геномі зразка пшенично-житньої транслокації істотно підвищує морозостійкість рослин пшениці м'якої озимої. Доведено, що матеріали з пшенично-житньою транслокацією *IBL/IRS* мають вищу морозостійкість, порівняно зі зразком з транслокацією *IAL/IRS*.

Оцінка якості зерна селекційних зразків пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями *IBL/IRS*. За гібридизації еколого-географічно віддалених форм виділено низку матеріалів пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями *IBL/IRS* та високою якістю зерна. Дослідний матеріал створено за гібридизації сортів Фаворитка і Дагмар. У цій комбінації схрещування до 10 % нащадків успадковували транслокацію *IBL/IRS*. За ідентифікованими показниками якості зерна матеріали було поділено на відповідні класи від надсильних пшениць з часткою білка 15 %, до цінних пшениць IV-ї групи. Виявлено зразки (120–1, 120–3, 123–1 та 196–1), що мають у зерні 13,4–15,0 % білка, 29,1–34,1 % сирої клейковини та 240–294 с число падіння. Тобто, за схемою однієї комбінації схрещування отримано генетичне різноманіття форм за якістю зерна. Встановлено, що зразки з пшенично-житніми транслокаціями *IBL/IRS* характеризуємо високим рівнем якості зерна, що пояснюється впливом генотипу та агрокліматичними умовами

вирощування. Це зумовлює необхідність проведення тотальної ідентифікації всіх створених форм.

Аналіз створених зразків за локусами запасних білків. Підтверджено доцільність використання білкових маркерів для ідентифікації створеного матеріалу та попередньої оцінки якості зерна пшениці м'якої озимої. Ідентифікацію створеного рослинного матеріалу проводили за локусами високомолекулярних субодиниць глютенінів *Glu-A1*, *Glu-B1*, *Glu-D1*. Для встановлення присутності в геномі пшенично-житньої транслокації *1AL/1RS*, проведено додатковий аналіз на наявність білків цикалінів. За електрофорезу спрощується ідентифікація пшенично-житніх транслокацій *1AL/1RS* і *1BL/1RS* у нащадків.

Використанням ембріокультури за гібридизації пшениці м'якої озимої. Пшениця м'яка озима – самозапильна культура і проведення гібридизації, особливо за участю генетично віддалених форм, 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, можна за використання біотехнологічних методів.

Метою проведених досліджень було вдосконалення технології створення генетичного різноманіття зразків пшениці м'якої озимої при залученні до селекційної схеми біотехнологічної ланки.

За результатами досліджень встановлено, що вихід макроструктур з незрілих зародків залежить від генотипу вихідного матеріалу та віку незрілих зародків введених в ізолювану культуру (табл. 7).

Таблиця – 7. Вплив віку незрілих зародків на вихід макроструктур пшениці м'якої озимої в ізолюваній культурі, 2015–2017 р.

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>HIP₀₁</i>	–	–	–	1,2	0,9	1,5

Примітка. *Кількість діб після запилення

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 була, відповідно, 36,3 і 48,4 %, що істотно перевищило показник зав'язування насіння в природних умовах вирощування. 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 формувало, відповідно, 38,3 і 32,8 % висаджених експлантів.

Доведено, що для ідентифікації рослинного матеріалу на початкових етапах розвитку зародків в ізолюваній культурі, доцільно використовувати генетичні маркери. Забарвлення проростка, що контролюється генами *Rc1-4/rc1-4*, може слугувати ефективним маркером візуального визначення гібридності матеріалу.

ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ СЕЛЕКЦІЙНО-ЦІННИХ ОЗНАК ЗРАЗКІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ СТВОРЕНИХ ЗА МІЖВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ *TRITICUM AESTIVUM* L. / *TRITICUM SPELTA* L.

За гібридизації *Triticum aestivum* L. та *Triticum spelta* L., отримано різноманіття селекційних матеріалів і сформовано колекцію зразків (понад 1000), що різняться за морфологічними, біологічними та біохімічними характеристиками.

У першому поколінні формуються спельтоїди, що характеризуються грубою колосковою лускою та ускладненим обмолотом зерна. Встановлено, що ці ознаки успадковуються за типом доміантного епістазу за схемою розщеплення гетерозигот 12 : 3 : 1 (рис. 9). Показано, що ген *Tg/tg*, який контролює наявність грубої колоскової луски, є епістатичним за відношенням до гена *Q/q*.

		♀ <i>QqTgtg</i>	×	♂ <i>QqTgtg</i>	
G	<i>QTg</i>	<i>Qtg</i>	<i>qTg</i>	<i>qtg</i>	
F ₂		<i>QTg</i>	<i>Qtg</i>	<i>qTg</i>	<i>qtg</i>

		♀			
	♂				

Рис. 9 Схема розщеплення гібридів F₂ *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. за фенотипом: 12 (спельта) : 3 (пшениця м'яка) : 1 (скверхеда).

Всі створені матеріали, починаючи з F₅, з урахуванням загального габітусу рослин і морфологічної будови колоса було розділено на пшениці м'які, пшениці спельта та проміжні (спельтоподібні) типи (табл. 8).

Таблиця – 8. Характеристика морфотипів колекційних зразків пшениці за формою колоса

Морфотип зразків	Селекційний зразок	Щільність колоса, шт. колосків/10 см колосового стрижня	Довжина колоса, 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
Скверхеда	1689, 1693, 1687, 1678,	17–22, 23–28	8–12	Ущільнена верхня частина колоса
Субкомпактоїди	1688, 1681	23–28, > 28	6–8	Вкорочений колос з ущільненою верхньою і середньою частиною
Компактоїди	1518	> 28	< 6	Короткий надщільний колос

У результаті досліджень 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 % і має врожайність на рівні 7,19 т/га. Вони є джерелом цінної генетичної плазми для поліпшення існуючих і створення нових сортів пшениці.

Встановлено, 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.

СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА

Створення гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack / *Triticum spelta* L. та використання беккросних схрещувань для стабілізації чотиривидових тритикале. Для підвищення якості зерна тритикале доцільно використовували інтрогресивні схрещування. За гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта отримано чотиривидові тритикале, що поєднують у своєму геномі гени трьох видів пшениць (м'якої, твердої та спельти) і жита ($AA^{sp}BB^{sp}RD^{sp}$). Створені матеріали характеризуються спектром мінливості за архітектонікою рослини і низкою господарсько-цінних ознак.

Розроблено загальну технологічну схему селекційного покращення тритикале озимого за використання спельти і стабілізації отриманих нащадків, що включає наступні етапи:

- схрещування тривидових тритикале з 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 самозапилюють;
- після самозапилення та стабілізації виділяють стабільні гібридні популяції *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. з фертильним пилком та озерним колосом.

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. Вони характеризувалися низкою морфологічних особливостей і 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. Виділено остисті, напівостисті та безості форми. Відібрано генотипи з гіллястим колосом, в якому формувалось 90–100 насінин, що є практично цінними для селекційного покращення озерності колосу культури.

Відібрано зразки з пшенично-житнім хромосомним заміщенням, що можуть формуватись внаслідок відсутності гомологічної кон'югації між хромосомами геномів *R* жита і D^{sp} спельти, характерними ознаками яких є безостість колосу та крупне, виповнене зерно.

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 %). 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 (6,4 т/га), вмісту білка (13,6 %) та клейковини (29,5 %). Їх доцільно використовувати для отримання нових високопродуктивних сортів культури.

Агробіологічний потенціал і походження сортів тритикале озимого Наварра і Стратег. За гібридизації еколого-географічно віддалених матеріалів тривидових тритикале різного типу розвитку та пшениці спельта створено сорти чотиривидового 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 р., що характеризуються високим вмістом білка (13,0–14,7 %) та врожайністю понад 5,00 т/га.

Серед вихідного матеріалу отримано низку зразків, що вирізняються високим вмістом у зерні білка (понад 14 %).

ХАРАКТЕРИСТИКА СТВОРЕНИХ СОРТІВ І ЗРАЗКІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Методи створення та агробіологічний потенціал сорту жита озимого Сіріус і зразка 271/16. 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 комбінювання генів їх популяцій отримати сорт-синтетик Сіріус і зразок 271/16 з урожайністю 8,30 і 8,45 т/га.

Походження та агробіологічний потенціал сорту пшениці м'якої озимої Артаплот. 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 2018 р. Сорт характеризується підвищеним вмістом білка (14,3–14,8 %) та врожайністю понад 6,0 т/га. При створенні сорту Артаплот отримано низку зразків, що характеризуються вмістом у зерні білка понад 14%.

Агробіологічна характеристика зразків пшениці м'якої озимої, створених за гібридизації географічно-віддалених форм. За гібридизації еколого-географічно віддалених форм створено високопродуктивні, з високою якістю зерна, комплексною стійкістю до хвороб (борошниста роса, фузаріоз колосу, септоріоз) матеріали пшениці м'якої озимої. Зразки 3872 (сорт Фрея) і 6151 (сорт Уманська царівна) у 2018 р., зразок 6254 (сорт Євразія) у 2019 р. передано, а створений зразок 4075 після розмноження буде передано, на Державну науково-технічну експертизу. Доведено, що ці матеріали можуть слугувати донорами генів господарсько-цінних ознак і вихідними компонентами за створення нових сортів культури.

Економічна ефективність вирощування створених сортів озимих зернових колосових культур. Проведені розрахунки підтверджують високу економічну ефективність впровадження у виробництво створених сортів озимих зернових колосових культур, адже рентабельність, залежно від культури, варіює у межах 139–314 %. 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.

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 абіотичних та біотичних 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. Доведено, що за ведення гетерозисної селекції жита озимого для спрощення відбору компонентів гібридизації доцільно використовувати генетичні маркери. 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 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 реципрокно-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, яке містить 825,0 мгл амонію азотнокислого, 1,0 мгл піридоксину-НСІ, 1,0 мгл тіаміну-НСІ, 1,0 мгл L-глутаміну, 3,0 мгл гліцину та додатково – 5,0 мгл аскорбінової кислоти, 1,0 мгл 6-бензиламінопурину, 0,5 мгл індолілоцтової кислоти, 0,1 мгл гіберелінової кислоти є оптимальним для індукції розвитку меристем та розмноження рослин жита озимого, а це дає можливість клонування цінного вихідного матеріалу в культурі *in vitro*. Живильне середовище MS доповнене 1,0 мгл індолілоцтової кислоти, 0,5 мгл гіберелінової кислоти і 0,3 мгл 6-бензиламінопурину є оптимальним для формування та інтенсивного наростання коренів у $96,3 \pm 1,1$ % 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 мгл 6-бензиламінопурину, 0,5 мгл індолілоцтової кислоти, 0,5 мгл гібереліну, 1,0 мгл глутаміну, 2,0 мгл гліцину, 0,3 мгл серину, 100 мгл 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 й адаптації клонуваних рослин жита озимого. Розроблено склад живильного розчину для вкорінення, що поєднує $\frac{1}{2}$ MS, 1,0 мгл ІОК, 0,5 мгл гетероауксину, 0,3 мгл 6-бензиламінопурину, 1,0 мгл 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 мгл), 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) та *СН Комбін* × *Зорепад* (8,4 т/га) з відмінними показниками якості зерна (білок 13,3 і 14,2 %, натура зерна 811 і 816 г/л) та *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 пшенично-житніми транслокаціями і доведено, що успадкування в нащадків транслокацій фіксується на рівні 5–10 %.
15. Підтверджено, що матеріали пшениці м'якої озимої з пшенично-житньою транслокацією *IAL/IRS* мають значно вищі показники якості зерна, аніж з транслокацією *IBL/IRS*. Доведено, що за рекомбінації еколого-географічно віддалених форм (*Фаворитка* × *Дагмар*), отримано зразки з ПЖТ *IBL/IRS* (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 *IBL/IRS* 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 *IBL/IRS* (311/14, 312/14, 314,14) мають вищу морозостійкість порівняно до зразків з транслокацією *IAL/IRS*.
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, які 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. і встановлено 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 архітекtonікою 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 листкової пластинки (303/15, 289/15), безлігульністю (59–1), безвосковим нальотом фотосинтезуючих органів (103/16, 314–22), високою кущистістю (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 *Hl/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 ідентифікацію рослин і дозволяють контролювати рівень гібридності насіння промислових партій та використовувати для сівби насіннєвий матеріал з високим рівнем гібридності (патенти № 91020, 103729, 117602, 120738, 127223);
- спосіб відбору високопродуктивних форм жита, що за зміною архітектури колосу дозволяє вирізняти цінні генотипи культури (патент № 110527);
- схеми реципротно-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 архітектурою колосу та рослини в цілому, стерильна материнська форма, закріплювачі стерильності, відновлювачі фертильності), пшениці м'якої озимої (зразки з пшенично-житніми транслокаціями, високопродуктивні зразки отримані за гібридизації географічно віддалених матеріалів та з пшеницею спельта) і 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 калусу 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 аерогідропонних 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.

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. **Riabovol I.**, Riabovol L., Diordiieva I., et all. Evaluation of resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of ecologically and geographiclly 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. Diordiieva I., Riabovol L., **Riabovol I.**, et all. 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., и др. 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., та ін. 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 архітекtonіки 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 наявності 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 господарсько-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 куцистість 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 ДДА*. 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 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. Hablak S., **Riabovol I.** 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.**, et all. 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 *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 *Ll* «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 насіннєзнавства 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 ресурсощадних, 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. Умови формування банку исходних матеріалів 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., и др. 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 куцання 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., и др. 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.**, та ін. Теорія аллельного и 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.

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, добору генетичних джерел і створення стійкого до біотичних та абіотичних чинників вихідного матеріалу, 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 напрямів добору компонентів гібридизації, розширення спектру генетичної мінливості вихідних зразків з маркерними ознаками для створення вихідного матеріалу жита озимого, пшениці м'якої озимої, тритикале озимого. Доведено, що зміна архітекtonіки рослин є ефективним інструментом забезпечення формування нових морфобіологічних особливостей та оптимізації структури їх популяції, спрямованих на підвищення продуктивності культури, і можлива за долучення до гібридизації матеріалів широкої генетичної основи з еколого-географічно віддалених зон.

Розроблено низку способів візуальної ідентифікації ознак «стерильність–фертильність» і «гібридність» рослин жита озимого за використання генів *Sp/sp*, *L/l*, *P/p*, *W/w*, *Epr1/epr1* і *Hl/hl*, що можуть бути ефективними генетичними маркерами в гетерозисній селекції. Розроблено і теоретично обґрунтовано схеми реципроктно-функціонального перетворення вихідного матеріалу за використання іноземної генплазми, що дає змогу в короткі строки отримати генетичне різноманіття материнських і батьківських комбінаційноздатних компонентів гібридизації жита озимого.

Виділено джерела генів господарсько-цінних ознак пшениці м'якої озимої і встановлено закономірності успадкування показників продуктивності та прояву гетерозису зразків, отриманих за гібридизації еколого-географічно віддалених форм. Проаналізовано характер успадкування пшенично-житніх транслокацій *1AL/1RS* і *1BL/1RS* і визначено залежність прояву господарсько-цінних ознак від типу транслокації.

Теоретично обґрунтовано успадкування господарсько-цінних ознак за генетичної рекомбінації генів у міжвидових гібридів *Triticum aestivum* L. /

Triticum spelta L., що дало можливість створити спельтоїдні форми пшениці м'якої озимої зі зміненою архітектонікою рослин і високим вмістом білка.

Розроблено загальну технологічну схему селекційного поліпшення тритикале і доведено можливість створення чотиривидових тритикале за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта.

Розроблено селекційні схеми за використання біотехнологічної ланки, що дає можливість створення банку генетичного матеріалу, розмноження вихідних генетично-ідентичних форм і подолання постгамної несумісності за використання ембріокультури жита озимого та пшениці м'якої озимої.

Створено, у співавторстві, 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.

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*.

АННОТАЦІЯ

Рябовол Я. С. Теоретическое обоснование систем гибридизации и создание исходного материала в селекции зерновых культур. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Квалификационная научная работа на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 – селекция и семеноводство (20 Аграрные науки и продовольствие). – Уманский национальный университет садоводства, Умань, 2020.

В диссертационной работе изложены теоретическое обоснование и новое решение научной проблемы совершенствования систем гибридизации, отбора генетических источников и создания исходного материала, устойчивого к биотическим и абиотическим факторам, при анализе закономерностей изменений и наследования признаков, используя в технологической схеме биотехнологическое звено. С применением системного подхода решены научные задачи повышения эффективности селекционного процесса по совершенствованию селекционных схем, установления критериев и направлений подбора компонентов гибридизации, расширения спектра генетической изменчивости исходных образцов с маркерными признаками для создания исходного материала озимой ржи, пшеницы мягкой озимой, тритикале озимой. Доказано, что изменение архитектоники растений является эффективным инструментом формирования новых морфобиологических особенностей и оптимизации структуры их популяции, направленных на повышение продуктивности культуры, и возможно при использовании в гибридизации материалов широкой генетической основы эколого-географически отдаленных зон.

Разработан ряд способов визуальной идентификации признаков «стерильность–фертильность» и «гибридность» растений ржи озимой при использовании генов *Sp/sp*, *L/l*, *P/p*, *W/w*, *Epr1/epr1* и *Hl/hl*, что могут быть

эффективными генетическими маркерами в гетерозисной селекции. Разработаны и теоретически обоснованы схемы реципрокно-функционального преобразования исходного материала при использовании иностранной генплазмы, что дает возможность в краткие сроки получить генетическое разнообразие материнских и отцовских комбинационноспособных компонентов гибридизации ржи озимой.

Выделены источники генов хозяйственно-ценных признаков пшеницы мягкой озимой и установлены закономерности наследования показателей продуктивности и проявления гетерозиса образцов, полученных при гибридизации эколого-географически отдаленных форм. Проанализирован характер наследования пшенично-ржаных транслокаций *1AL/1RS* и *1BL/1RS*, а также определена зависимость проявления хозяйственно-ценных признаков от типа транслокации.

Теоретически обосновано наследование хозяйственно-ценных признаков при генетической рекомбинации генов у межвидовых гибридов *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L., что позволило создать спельтоидные формы пшеницы мягкой озимой с измененной архитектоникой растений и высоким содержанием белка.

Разработана общая технологическая схема селекционного улучшения тритикале и доказана возможность создания четырехвидовых тритикале при гибридизации трехвидовых тритикале и пшеницы спельта.

Разработаны селекционные схемы при использовании биотехнологического звена, что дает возможность создания банка генетического материала, размножения выходных генетически идентичных форм и преодоление постгамной несовместимости при использовании эмбриокультуры ржи озимой и пшеницы мягкой озимой.

Созданы, в соавторстве, сорта ржи озимой Сириус, пшеницы мягкой озимой Артаплот, тритикале озимой Наварра и Стратег, занесенные в Государственный реестр сортов растений, пригодных к распространению в Украине и сорта пшеницы мягкой озимой Уманская царица, Фрея и Евразия, которые представлены на Государственную научно-техническую экспертизу.

Ключевые слова: рожь озимая, пшеница мягкая озимая, тритикале озимая, пшеница спельта, сорт, гибрид, гибридизация, наследование, образец, исходный материал, источники генетических признаков, урожайность, культура *in vitro*.

ABSTRACT

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

The qualification scientific work for the degree of Doctor of Agricultural Sciences on 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 using marker traits to create the source material of winter rye, soft winter wheat and winter triticale were solved with using a systematic approach. It was proved, that changing the architecture of plants is an effective tool for the formation of new morphobiological features and optimization of the structure of their population aimed at increasing the productivity of the culture and possibly the access to the hybridization of materials of wide genetic basis from ecologically and geographically distant areas.

Many methods for visual signs of «sterility–fertility» and «hybridity» of plants that can be used with the *Sp/sp*, *L/l*, *P/p*, *W/w*, *Epr1/epr1* and *Hl/hl* genes, which can be effective genetic markers in heterosis selection, were developed. 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.

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. The inheritance pattern of wheat-rye translocations *1AL/1RS* and *1BL/1RS* and the dependence of the manifestation of economically valuable traits of the type of translocation were analyzed.

The inheritance of agronomic traits by genetic recombination of genes in interspecific hybrids of *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. were theoretically proved. This made it possible to create soft winter spelt forms with modified plant architecture and high protein content.

The general technological scheme of breeding for improvement of triticale is developed and the possibility of the creation of four-species triticale for hybridization of three-species triticale and spelt wheat is proved.

Breeding schemes for the use of the biotechnological branch, which makes it possible to create a bank of genetic material, to reproduce the original genetically identical forms and to overcome postgamous incompatibility with the use of embryo culture of winter rye and soft winter wheat, have been developed.

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.

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

Підписано до друку 29.05.2020. Формат 60×84/16
Обсяг 1,9 умов. друк. арк. Наклад 100 прим.
Замовлення № 145

ВПЦ «Візаві»
20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19
Свідоцтво об'єкта видавничої справи
ДК № 2521 від 08.06.2006

