

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ІМ. В.Я. ЮР'ЄВА

ЩИПАК ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 633.854.78 : 631.527 : 581.1

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СЕЛЕКЦІЇ ГЕКСАПЛОЇДНИХ ТРИТИКАЛЕ
НА АДАПТИВНІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ**

06.01.05 – селекція і насінництво

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Харків – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України впродовж 1988 – 2020 рр.

Науковий консультант: доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН
Кириченко Віктор Васильович,
Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН,
керівник відділу селекційно-насінницьких технологій

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор,
Тищенко Володимир Миколайович,
Полтавський державний аграрний університет,
завідувач кафедри селекції, насінництва та генетики.

доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
Кочмарський Валентин Сергійович,
Миронівський інститут пшениці імені
В.М. Ремесла НААН України, головний
науковий співробітник лабораторії селекції
озимої пшениці, директор ДП «ДГ «Еліта» МПП
імені В.М. Ремесла НААН України.

доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
Лайко Ірина Михайлівна,
Інститут луб'яних культур НААН,
завідувачка відділу селекції
та насінництва конопель

Захист відбудеться « 28 » вересня 2021 р. о 9 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.366.01 при Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН за адресою: 61060, м. Харків, пр. Московський, 142; тел.: 098-949-45-24; e-mail: yuriev1908@gmail.com

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН за адресою: 61060, м. Харків, пр. Московський, 142.
Автореферат розіслано « 27 » серпня 2021 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



Ю.Є. Огурцов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У сучасних умовах невідкладною проблемою зернових колосових культур, зокрема й озимих, є недостатній рівень їх адаптивних властивостей (Жученко А.А., 2001; Литвиненко М.А., 2010, 2012). Особливо чітко це виявляється в останні десятиліття за умов глобальних змін клімату. Вочевидь, селекція не встигає за ходом цих змін, що зумовлює потребу в удосконаленні схем і методів створення вихідного матеріалу на основі поєднання міжродової та внутрішньовидової гібридизації з підвищеними показниками зимо-посухостійкості, інших адаптивних властивостей, що дає змогу істотно прискорити створення високопластичних рослинних систем, знизити розрив між потенційною і реальною врожайністю сучасних сортів озимої пшениці і тритикале.

Використання культури тритикале, яка поєднує високий потенціал продуктивності пшениці з підвищеними адаптивними властивостями жита, є ефективним шляхом розв'язання проблем забезпечення потреб населення в екологічно чистих продуктах харчування, а тваринництва – у високоякісних кормах. Але розширенню виробництва тритикале в Україні перешкоджають невирішені селекційно-генетичні проблеми: схильність до вилягання, нестабільність продуктивності, недостатня фертильність і стійкість до посухи, недостатній рівень прояву технологічних і хлібопекарських якостей.

У зв'язку з цим актуальність і пріоритетність досліджень за темою наукової роботи зумовлено вирішенням проблеми щодо методологічного обґрунтування теоретичних основ селекції на підвищення адаптивних властивостей, врожайності та якості зерна шляхом розробки і удосконалення селекційного процесу із поєднанням віддаленої та внутрішньовидової гібридизації, системних екологічних випробувань та створення на багатолінійній основі високоврожайних гексаплоїдних тритикале з високими адаптивними та хлібопекарськими властивостями, зокрема середньорослих озимих сортів (Амос, Раритет), дворучок (Пластун волинський, Олександра, Ярослава), поліморфних за типом розвитку (Ніканор) і високопродуктивних низькостеблових сортів (Тимофій, Єлань, Пудік), які стабільно формують винятково пружну та еластичну клейковину, забезпечують об'єм хліба без поліпшувачів понад 700 мл за загальної хлібопекарської оцінки 9 балів на рівні цінних і сильних пшениць, що підтверджено результатами державного випробування в Україні та екологічних і технологічних досліджень у США та Польщі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН впродовж 1988 – 2020 рр. за завданнями згідно з програмами наукових досліджень НААН: 1986 – 1990 рр. «Разработать методы создания исходного материала и вывести новые сорта зерновых, зернокармливых и кормовых тритикале» (№ ДР 0187003597); 1991 – 1995 рр. «Генетичне удосконалення тритикале на основі рекомбінацій, створення і передача в державне випробування озимих сортів тритикале: зернового використання з урожайністю 75 – 90 ц/га,

зерноукісного (зерна 60 – 70 ц/га, зеленої маси 550 – 650 ц/га) і ярого зернового (50 – 65 ц/га) з підвищеною поживною цінністю зерна, стійкістю проти хвороб і несприятливих факторів середовища, зберігаючих екологічну чистоту при вирощуванні» (№ ДР ИА01003583 Р); НТП «Зернові і олійні культури» 1996 – 2000 рр. «Селекційно-генетичне удосконалення озимих і ярих тритикале на основі міжвидової та міжлінійної гібридизації, створення і передача в державне випробування озимих сортів зернового напрямку з урожаєм 78 – 90 ц/га, зерноукісного (зерна 60 – 70, зеленої маси 550 – 600 ц/га) і ярого зернового з урожаєм зерна 55 – 65 ц/га з підвищеною якістю зерна та стійкістю рослин до хвороб і несприятливих умов середовища, що забезпечить екологічну чистоту при їх вирощуванні» (№ ДР 0197И012420); НТП «Зернові і олійні культури» 2001 – 2005 рр. «Селекційно-генетичне удосконалення гексаплоїдних тритикале і озимої твердої пшениці та створення і передача в ДСВ озимих сортів зернового напрямку з потенційним рівнем урожайності 80 – 100 ц/га, зерноукісного (зерна 45 – 80 ц/га, зеленої маси 550 – 600 ц/га), з поліпшеними їх хлібопекарськими і поживними властивостями зерна та стійкістю рослин до хвороб і несприятливих умов середовища» (№ ДР 0101U006145); НТП НААН «Зернові культури» 2006 – 2010 рр. «Удосконалити методи селекції та створити і передати до державного сортовипробування високоврожайні сорти озимого тритикале з поліпшеними технологічними і поживними властивостями та стійкістю рослин до хвороб і несприятливих умов середовища» (№ ДР 0170003464); ПНД «Зернові культури» 2011 – 2015 рр. «Розробити ефективні методи селекції та створити на їх основі високоврожайні сорти тритикале, стійкі до комплексу несприятливих умов середовища, з підвищеними кормовими та технологічними якостями» (№ ДР 0111U003400); ПНД «Зернові культури» 2016 – 2020 рр. «Створити високоадаптивні сорти тритикале озимого з високими хлібопекарськими і кормовими властивостями з використанням молекулярно-генетичних і біохімічних маркерів» (№ ДР 0116U001043).

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження було методологічне обґрунтування основ селекції гексаплоїдних тритикале на підвищення та реалізацію генетичного потенціалу шляхом визначення нових науково-методичних підходів щодо створення сортів тритикале (озимих, дворучок), що мають підвищену адаптивність, стійкість до біотичних та абіотичних чинників, підвищений потенціал урожайності зерна і зеленої маси, з високими кормовими властивостями, а також з підвищеними та високими технологічними і хлібопекарськими якостями.

Для досягнення цієї мети вирішували такі завдання:

– установити цінність сортозразків тритикале різних наукових установ, виявити джерела й донори господарсько цінних ознак і властивостей для селекції тритикале в умовах України; удосконалити схеми та методи селекції, адаптовані до сучасних нестабільних кліматичних умов; установити ефективність різних типів схрещувань для створення сортів тритикале;

– визначити ефективність створення шляхом гібридизації озимих та ярих форм нового вихідного матеріалу з комплексом господарсько цінних ознак і властивостей та на його основі сформувавши багатолінійні сорти тритикале, що мають комплексну стійкість проти біотичних та абіотичних чинників, характеризуються високою зерною продуктивністю і здатні формувати стабільно високоякісну клейковину, що забезпечує виготовлення хліба відповідно до пшеничної технології за об'ємом та загальною хлібопекарською оцінкою на рівні цінних і сильних пшениць;

– установити структуру зернової продуктивності тритикале та виявити взаємозв'язки між її елементами й можливість прогнозування їх рівня залежно від прояву основних морфо-біологічних ознак;

– визначити взаємозв'язки між рівнем хлібопекарських властивостей тритикале й окремими показниками якості зерна, клейковини, тіста та хліба й розробити основи формування багатолінійних сортів із високими хлібопекарськими властивостями;

– розробити параметри моделей перспективних сортів тритикале, спеціалізованих за різним призначенням;

– установити рівень технологічних властивостей зерна нових сортів тритикале озимого типу й дворучок із високими хлібопекарськими якостями та визначити їх перевагу перед раніше створеними сортами фуражного типу;

– визначити реакцію сортів тритикале з підвищеними адаптивними властивостями на елементи оптимальної технології вирощування, попередники, термін сівби, норми висіву й дати рекомендації для виробництва;

– довести економічну ефективність вирощування сучасних сортів тритикале.

Теоретичною та методологічною основою досліджень є досягнення селекції і генетики щодо створення високопродуктивних, адаптивних і високоякісних сортів тритикале.

Об'єкт дослідження: установлення цінності сортозразків тритикале, виявити джерела й донорів цінних ознак, удосконалення схем та методів селекції та ефективності різних типів схрещувань, визначення ефективності створення багатолінійних сортів тритикале з комплексом господарсько цінних ознак, установлення взаємозв'язків між ознаками, розроблення параметрів моделей перспективних сортів тритикале, установлення рівня і переваг технологічних властивостей зерна нових сортів тритикале озимого типу й дворучок, визначення реакції сортів тритикале на елементи оптимальної технології вирощування, попередники, термін сівби, норми висіву.

Предмет дослідження: методологічне обґрунтування селекції гексаплоїдних тритикале на підвищення адаптивних властивостей, урожайності та якості зерна для створення на цій основі спеціалізованих за призначенням сортів тритикале озимого і альтернативного типу розвитку, адаптованих до умов України.

Методи дослідження. Загальнонаукові: гіпотези для вибору напрямків досліджень, дослід, спостереження, аналіз і синтез. Спеціальні: польові для фенологічних спостережень і визначення рівня прояву цінних господарських ознак гібридних популяцій, ліній і сортів; лабораторні – для визначення рівня прояву морозостійкості; біохімічні, технологічні – для визначення рівня прояву ознак якості сировини; статистичні – варіаційний, кореляційний, регресійний, дисперсійний аналізи для визначення достовірності результатів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні важливої, надскладної проблеми щодо розробки методологічних основ селекції гексаплоїдних тритикале на адаптивність, урожайність, якість зі створення сортів гексаплоїдних тритикале з високими хлібопекарськими якостями, що принципово відрізняється від раніше відомих результатів розробкою селекційних методів їх підвищення шляхом нових методологічних підходів до створення і оцінки селекційного матеріалу, добору комплексно цінних ліній зі специфічним рівнем прояву ознак якості клейковинно-білкового комплексу і формуванням на їх основі багатолінійних сортів зі стабільно високими хлібопекарськими властивостями.

Уперше в Україні і світі теоретично обґрунтовано основи селекції, та практично створено сорти гексаплоїдних тритикале з високими хлібопекарськими якостями.

Визначено закономірності створення методами внутрішньовидової і віддаленої гібридизації нових ліній гексаплоїдних тритикале, що становлять основу селекційної програми з формування багатолінійних сортів з високими адаптивними, урожайними і якісними показниками.

Розроблено основні параметри моделей сортів тритикале, спеціалізованих за напрямками використання.

Теоретично обґрунтовано методичні основи створення і впроваджено у виробництво нові багатолінійні сорти тритикале різного типу розвитку, спеціалізовані за призначенням: озимі кормові; озимі зернові фуражного і технічного напрямку; середньостеблові сорти озимого і альтернативного типу розвитку, зернові та універсальні, з хорошими і відмінними хлібопекарськими властивостями; низькостеблові сорти з високими хлібопекарськими властивостями.

Уперше в Україні створено, зареєстровано та впроваджено у виробництво сорт тритикале дворучку Олександра з високими показниками адаптивності, врожайності та якості, для використання у весняних та осінніх посівах.

Обґрунтовано методичні підходи до випробування гібридних популяцій і ліній в контрастних агроєкологічних умовах на всіх етапах селекції.

Набули подальшого розвитку наукові положення щодо ефективності залучення в селекційний процес зі створення сортів тритикале.

Практичне значення одержаних результатів. Наукові напрацювання автора дозволили розробити та впровадити у селекційний процес «Спосіб створення сортів озимого тритикале з підвищеними технологічними

показниками якості зерна» (патент на корисну модель № 44901), який забезпечив створення ліній і сортів тритикале з вищесереднім і високим рівнем якості клейковини, тіста і хліба.

Розроблено та впроваджено у селекційний процес схема, моделі сортів тритикале, методи селекції сортів озимого, альтернативного та поліморфного типу розвитку, спеціалізованих за призначенням, забезпечили виділення цінних за комплексом ознак селекційних ліній тритикале із використанням внутрішньовидової та віддаленої гібридизації, що дозволило сформувати конкурентоспроможні, високоврожайні, із оптимальними і високими адаптивними властивостями сорти різного типу розвитку і напрямку використання.

Створено за співавторством 21 сорт тритикале, з яких 19 (90,5 %) внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, що в 1995 – 2020 рр. щорічно вирощувались в Україні на площі близько 150 тис. га, зокрема у Волинській області 20 – 25 тис. га і забезпечували врожайність у виробничих умовах до 8,80 т/га.

Сорти тритикале озимого Амфідиплоїд 256 (АД 256) і Раритет використовувались відповідно з 2002 і 2010 рр. у роботі Українського інституту експертизи сортів рослин як національні стандарти під час проведення експертизи сортів на придатність для поширення в Україні.

Успішно завершено Державне сортовипробування сортів озимого і альтернативного типу розвитку зернокормового і універсального призначення Південний (Леонтій), Павлодарський, Олександра, низькостеблових сортів Тимофій, Єлань, Пудік з високими хлібопекарськими якостями. Нові сорти внесено до Державного реєстру в 2019 – 2020 рр.

Результати досліджень висвітлено у монографіях «Основи управління продукційним процесом польових культур». – Х., 2016 р., «Тритикале і пшениця: селекція на адаптивність, урожайність, якість. – К., 2019 р., навчальному посібнику «Спеціальна селекція і насінництво польових культур». – Х., 2010 р., у методичних рекомендаціях «Вирощування тритикале озимого у Західному регіоні України» – Рокині, 2013 р.

Особистий внесок здобувача. Особисто здобувачем проаналізовано та узагальнено літературні джерела, розроблено концепцію досліджень, сформовано завдання з їх виконання, розроблено схему та програму дослідів, здійснено експериментальні роботи, проаналізовано та узагальнено результати досліджень, сформульовано наукові положення та висновки. Під керівництвом здобувача і за його участі виконано селекційні дослідження, створено унікальний селекційний матеріал і конкурентоспроможні сорти. У ході досліджень створено і внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, 19 сортів тритикале. Частка авторства у створених сортах складає 25 – 60 %.

Публікації виконано самостійно і в співавторстві. Авторство у спільно опублікованих наукових працях складає 50 – 80 % і полягає в плануванні і виконанні експериментів, узагальненні результатів досліджень, формулюванні висновків і пропозицій.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення роботи апробовано на засіданнях селекційної секції вченої ради, вченої ради ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН (1988 – 2021 рр.), Другому міжнародному симпозиумі Triticale (Passo Fundo, Бразилія, 1990 р.), міжнародних науково-практичних конференціях: Другій республіканській науково-практичній конференції «Вклад молодых ученых Украины в интенсификацию сельскохозяйственного производства» (м. Миронівка, 1986 р.), Міжнародній конференції, присвяченій 90-річчю від заснування Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва «Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва» (м. Харків, 1999 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Проблемы аграрного производства южного региона России (ландшафтная система земледелия, плодородие почв, селекция и семеноводство)» (м. Ростов-на Дону, РФ, 2004 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Наукове забезпечення виробництва зерна тритикале і продуктів його переробки» (м. Харків, 2005 р.), Міжнародній науковій конференції «Экология, генетика, селекция на службе человечества» (Ульяновск, РФ, 2011 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Тритикале – культура XXI сторіччя» (м. Харків, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин» (м. Харків, 2018 р.), Міжнародних конференціях Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова (Алушта, 2007, 2008 рр.), Засіданні секції тритикале РАСГН, присвяченій 100-річному ювілею Північно-Донецької СГДС (Донская Нива, 2004 р.), Засіданнях Президії НААН, присвячених проблемам тритикале (м. Київ, 2005, 2017 рр.), 10-му міжнародному симпозиумі тритикале (10th International Triticale Symposium Itinerary & Abstracts Lethbridge, AB July 15 –18, 2019).

Публікації. За результатами робіт опубліковано 120 наукових праць, з яких дві монографії, навчальний посібник, 26 статей у наукових фахових виданнях України, 12 статей в іноземних наукових періодичних виданнях, з них сім у міжнародних виданнях, що індексуються у наукометричних базах даних, зокрема Scopus, 22 статті у наукових виданнях України, 25 тез доповідей і матеріалів наукових конференцій, дев'ять каталогів і методичних рекомендацій; патент на корисну модель, 21 авторське свідоцтво на сорти рослин. До міжнародних наукометричних баз даних входять сім статей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 11 розділів, висновків, рекомендацій для селекційної практики та виробництва, списку використаних джерел. Основний зміст викладено на 411 сторінках. Робота містить 67 таблиць, 13 рисунків. Список використаних джерел нараховує 491 найменування, у т.ч. 142 латиницею, а також 34 додатки, з яких один патент на корисну модель (спосіб створення сортів озимого тритикале з підвищеними технологічними показниками якості зерна), 9 патентів на сорти рослин, 6 авторських свідоцтв на сорти рослин, 8 свідоцтв про авторство на сорти рослин, 7 свідоцтв про державну реєстрацію сорту рослин, 3 довідки про впровадження.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ДОСЯГНЕННЯ ТА ЗАВДАННЯ СЕЛЕКЦІЇ ГЕКСАПЛОЇДНИХ ТРИТИКАЛЕ (ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ)

У першому розділі узагальнено наявну інформацію щодо створення, методів удосконалення, морфо-біологічних, біохімічних і технологічних особливостей, поширення, народногосподарського, агроекологічного значення тритикале в умовах глобальних змін клімату. Показано, що широкомасштабна, інтенсивна рекомбінативна селекція на базі накопиченого генетичного різноманіття та унікальної спроможності нової культури до покращання, використання схем доборів і екологічних випробувань забезпечили створення генетично збалансованих, високоврожайних ліній і сортів тритикале в багатьох країнах світу. Завдяки селекції вдалося істотно підвищити врожайність з а збереження резистентності проти несприятливих біотичних і абіотичних чинників. Проте основним напрямом використання тритикале розглядалось та фактично залишалось кормове і технічне, оскільки борошномельні, технологічні і хлібопекарські властивості тритикале характеризувались як задовільні. Вирішення проблеми поєднання стабільно високої врожайності з оптимальним рівнем адаптивних властивостей та кардинальним поліпшенням якості клейковини, тіста і хліба у тритикале можливе шляхом широкомасштабного застосування внутрішньовидової гібридизації, розробки комплексу методичних підходів за використання генетичного матеріалу з контрастним типом розвитку в поєднанні з удосконаленням схем створення, випробування і доборів у контрастних агроекологічних умовах, що і визначило пріоритетність досліджень, спрямованих на покращання сортів тритикале.

УМОВИ, ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

У другому розділі відзначено, що експериментальні дослідження проведено в контрастних агроекологічних умовах – на дослідних полях Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Волинської державної сільськогосподарської дослідної станції і Приморської приватної дослідно-селекційної дільниці (м. Маріуполь – смт Ялта Донецької області).

Дослідні поля Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН розташовані в 15 км на схід від Харкова. Цей район входить до східної частини Лісостепової зони України. Ґрунти дослідного поля представлено потужним, слабковилуженим чорноземом. Вміст гумусу становить, за даними лабораторії рослинництва, 3,5 – 4,8 %. Кількість легкогідролізованого азоту в орному шарі на 100 г ґрунту була низькою або середньою (13,2 – 17,8 мг), а рухомих форм фосфору (10,3 – 12,9 мг) та калію (10,6 – 11,2 мг) – підвищена.

Клімат місця проведення основних дослідів помірно-континентальний, характеризується спекотним літом, відносно м'якою зимою. Середньорічна температура повітря становить +6,9...7,1 °С, середньодобова відносна

вологість повітря вегетаційного періоду становить 55 – 75 %, сума позитивних середньодобових температур дорівнює 2895 °С, чого вистачає для розвитку більшості сільськогосподарських культур. Тривалість безморозного періоду сягає 188 днів. Середньорічна кількість опадів становила 485,8 мм. У роки проведення досліджень склалися контрастні за гідротермічним режимом умови, здебільшого задовільні й добрі для перезимівлі, росту та розвитку рослин. У період вегетації переважала помірно посушлива (1996, 1998, 2002, 2007, 2010, 2011, 2013, 2015, 2017 рр.) і дуже посушлива погода (1994, 1999, 2000, 2006, 2008, 2009, 2012, 2018 рр.). Нормальні гідротермічні умови мали місце лише у 1974, 1984, 1991, 1995, 2005, 2014 рр. Надлишкове зволоження спостерігалось у 1997, 2003, 2004, 2016 рр. Протягом досліджень мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушення не знижувалася нижче $-0,5 \dots -17$ °С. Найкомфортнішими були 1981 ($-2,4$ °С), 1983-й ($-4,0$ °С), 1989-й ($-5,0$ °С), 2002-й ($-0,5$ °С), 2014-й ($-1,2$ °С), 2015-й ($-2,2$ °С) і 2016-й ($-3,0$ °С) роки. За перезимівлею рослин вельми складними були 1986-й (-13 °С на вузлі кушення та різкі перепади температур у половині березня), 2010-й (-10 °С) та надто 2003-й рік (-17 °С на вузлі кушення, безсніжжя, потужна льодова кірка, вимокання).

Приморська приватна дослідно-селекційна дільниця (Приморська ДСД) розташована у Приазов'ї в підзоні гостропосушливого степу, за 30 км від м. Маріуполя у смт Ялта. Клімат Приазовської низовини помірно-континентальний. Пересічна температура січня становить $-5,4$ °С, липня $+22,8$ °С. Тривалість вегетаційного періоду – 160 – 175 діб. Сума активних температур сягає 3130 °С. Середньорічна кількість опадів становить 380 – 400 мм. Ґрунтовий покрив – пісок, солонці. Підземні води дуже солоні. Рослинність солончаково-напівпустельна. Умови Приморської ДСД особливо сприятливі для випробування і доборів рослин із високою посухо-спекостійкістю, невибагливих до ґрунтів.

Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція (Волинська ДСГДС) розташована в зоні Західного Лісостепу, на південному сході Волинської височини, в смт Рокині (Луцький р-н). Клімат помірно-континентальний. Зима м'яка, з нестійкими морозами, частими відлигами, літо тепле, вологе. Пересічна температура січня становить $-4 \dots -5$ °С, липня $+18 \dots 19$ °С. Тривалість вегетаційного періоду понад 200 діб. Сума активних температур становить 2840 – 2970 °С. Ґрунти темно-сірі лісові та чорноземні опідзолені. Річна кількість опадів – 550 – 660 мм, максимум їх припадає на літні місяці. Природно-кліматичні умови Волинської ДСГДС вельми сприятливі для оцінки вихідного селекційного матеріалу на стійкість проти проростання на пні, вилягання, хвороб і визначення потенційної врожайності.

Формування селекційних розсадників, їх розміщення і роботу в них проводили відповідно до розробленої схеми (рис. 1).

Фенологічні спостереження, оцінку перезимівлі, ураження хворобами, вилягання проводили за методикою Держсортотипування (2000). Морозостійкість рослин досліджували прямим проморожуванням селекційного матеріалу, посіяного в ящики, в морозильних камерах КНТ-1М

за методикою, розробленою в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (Полтарев Е.М., Горбань Г.С., Чередниченко В.Н. и др., 1987).

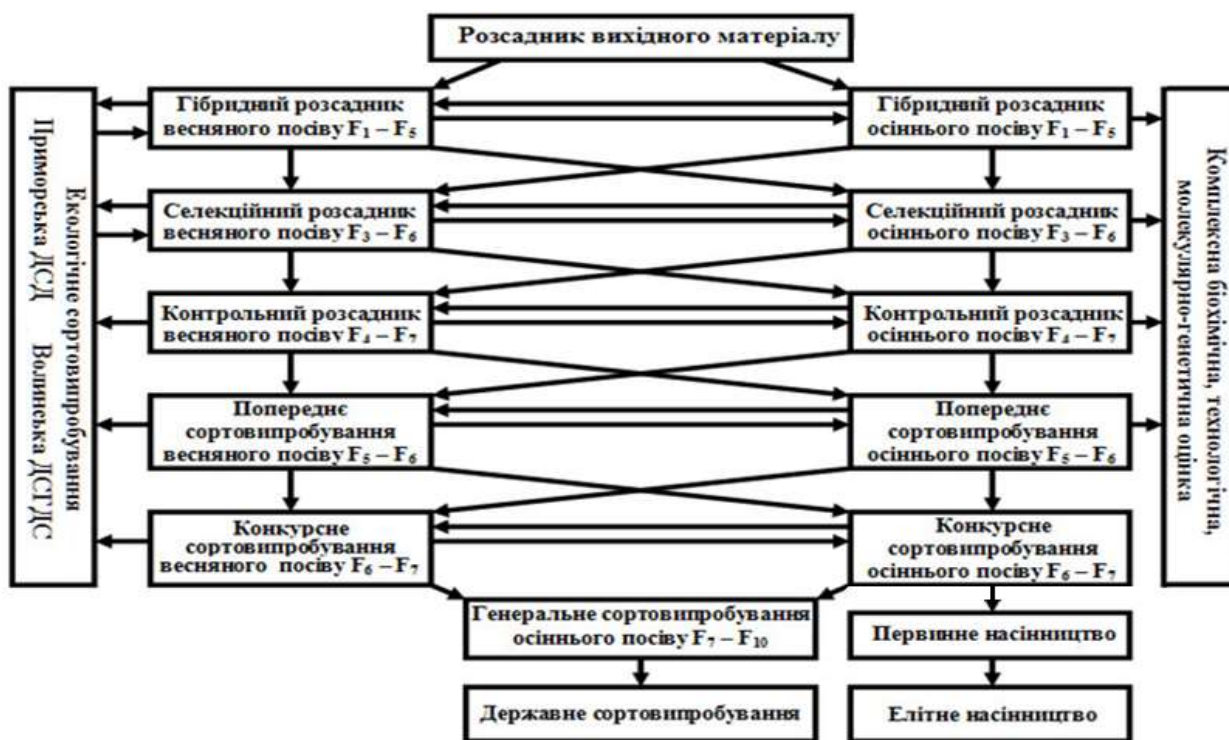


Рис. 1 – Схема селекції озимо-ярих гібридів і сортів тритикале та пшениці.

Гібридизацію проводили за методиками, розробленими Шулиндыним А.Ф. (1970), Максимовым М.Г. (1975), Ригиным Б.В., Орловою И.М. (1977). Для структурного аналізу рослин брали пробні снопи з корінням у період воскової стиглості зерна. Аналізували 20 – 80 і 100 – 200 рослин відповідно $F_1 - F_2$ і 20 – 25 рослин батьківських компонентів і кращих ліній. В окремих найперспективніших комбінаціях $F_2 - F_3$ аналізували 2,5 – 3,5 тис. рослин. Збирання гібридів і рослин у селекційних розсадниках проводили вручну, контрольного розсадника та сортовипробування – комбайном САМПО 130.

Оцінку якості зерна та його повний технологічний аналіз проведено в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН без застосування поліпшувачів (Кучумова Л.П., Кравец Л.П., Цыбулько В.С. и др., 1982; Леонов О.Ю, Панченко І.А., Скляревський К.М. та ін., 2011). Лінії $F_3 - F_4$ вивчали за вмістом білка, крохмалю, каротиноїдів, показником седиментації, твердозерності, числом падіння; у $F_4 - F_{10}$ – за вмістом білка, клейковини, силою борошна, а також виконували повний технологічний аналіз якості зерна.

Статистичний аналіз експериментальних даних проводили за Б.А. Доспеховым (1985). Індеси посухостійкості розраховували як відношення величини ознаки в засушнику до її в природному фоні,

гомеостатичність – відповідно до методики В.В. Хангильдіна (1978). Оцінку екологічної пластичності й стабільності сортів проводили згідно з методикою та формулами S.A. Eberhart, W.A. Russel (1966), В.З. Пакудина, Л.М. Лопатиной (1979, 1984).

Як вихідний матеріал для схрещувань і доборів використовували зразки гекса- та октоплоїдних тритикале озимого та ярого типу розвитку, озимої і ярої пшениці ($2n = 42$ та $2n = 28$), озимого жита з колекції Національного центру генетичних ресурсів рослин України, інших наукових установ, сорти й лінії тритикале та пшениці, створені в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Батьківські пари для схрещувань добирали з урахуванням їх еколого-географічного походження, морфобіологічних особливостей, якості зерна, стійкості проти біотичних та абіотичних чинників, родоводу.

СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ З ВИСОКИМИ ПОКАЗНИКАМИ ГОСПОДАРСЬКО ЦІННИХ ОЗНАК

У третьому розділі відмічено, що важливою складовою селекційної програми зі створення вихідного матеріалу, адаптованого до мінливих умов середовища, є широке використання колекційних зразків різного походження. Було вивчено та залучено до схрещувань 2275 зразків, зокрема озимих, ярих і дворучок тритикале – 1376, пшениці м'якої озимої – 673, пшениці твердої озимої – 46, пшениці м'якої ярої – 53, ярої твердої – 35, жита озимого – 18. Результати досліджень колекційного матеріалу в контрастних умовах дозволили встановити високу ефективність оцінок за комплексом господарсько цінних ознак, що сприяло виокремленню ефективних джерел, які залучали до міжродових, між- та внутрішньовидових схрещувань. Тритикале дворучки, за участі яких створено перспективні гібридні комбінації та відібрано конкурентоздатні лінії і сорти, відселектовано з популяцій ярі / озимі впродовж довготривалих доборів у контрастних умовах за чергування осінніх і весняних посівів і на низькотемпературному фоні. Визначено тритикале ярі, які виявилися найціннішими під час гібридизації з озимими й дворучками: GTA 418, 2059 р. (США), AD 992, Fahad 5 (Мексика) та Аїст харківський (Україна).

Показано, що дієвим методом залучення різноманіття пшениці м'якої є гібридизація тритикале з озимими та ярими сортами пшениці м'якої різного походження. Створений сорт тритикале Ладне і лінії, відібрані з гібридних популяцій за участі пшениць різного рівня якості, зокрема й надсильних, характеризувалися задовільними технологічними властивостями.

Експериментально доведено, що внутрішньовидова гібридизація тритикале з контрастним типом розвитку (озимі / ярі, озимі / дворучки, ярі / дворучки) є найефективнішим методом створення вихідного матеріалу з оптимальним і високим адаптивним потенціалом, широким, довготривалим формоутворювальним процесом за морфобіологічними ознаками (табл. 1).

Таблиця 1 – Методи створення вихідного матеріалу тритикале та їх ефективність, IP ім. В.Я. Юр'єва, 1973 – 2015 рр.

Метод	Схрещуваність, %	Польова схожість, %	Вихід цінних ліній, %	Створено сорти
T. durum, T. aestivum / Secale	0,9 – 5,5	0 – 51,3	0,3	Амфідиплоїд 1 (АД 1), АД 201, АД 206, АД 60, АД 42, АД 52, АД 15
F ₁ T. aestivum / Secale // Triticale	1,2	56,2	16,9	
Triticale / T. aestivum	22,6	68,7	10,3	Ладне
Triticale (2n=42) / Triticale (2n=42)	34,1	90,3	68,1	АД 44, АД 256, Гарне, Ратне, Раритет, Харроза, Амос, Букет, Шаланда, Маркіян, Ніканор, Ярослава, Пластун волинський, Донець, Павлодарський, Тимофій, Пудік, Південний, Єлань, Олександра, Ілона, Новатор
Triticale, інд. добір.	-	-	0,2	АД 51

Високу ефективність внутрішньовидової гібридизації гексаплоїдних тритикале доведено створенням унікальних за розмахом мінливості гібридних комбінацій (Раритет / ХАД 7 та ін.) і добором ліній, збалансованих на вищому рівні за комплексом ознак адаптивності, продуктивності та якості, з високою сортоутворювальною здатністю, що забезпечило формування багатолінійних середньорослих (Амос, Ніканор, Ярослава), та низькостеблових сортів (Тимофій, Пудік, Єлань) з високою потенційною врожайністю і хлібопекарськими властивостями на рівні цінних і сильних пшениць.

СЕЛЕКЦІЯ ГЕКСАПЛОЇДНИХ ТРИТИКАЛЕ З РІЗНИМ ТИПОМ РОЗВИТКУ

У четвертому розділі показано, що пріоритетними напрямками вдосконалення гексаплоїдних тритикале є селекція на врожайність, її стабільність і якість зерна. Ці проблеми вирішуються шляхом створення сортів тритикале альтернативного типу розвитку із підвищеним рівнем адаптивності, добре пристосованих для осінніх і весняних посівів.

Істотною проблемою тритикале була пізньостиглість. Більшість зразків тритикале дозрівала на 2 – 20 діб пізніше, ніж сорти пшениці. Багаторічними дослідженнями доведено можливість створення скоростиглого вихідного матеріалу тритикале шляхом внутрішньовидової гібридизації сортів, що розрізняються за типом розвитку.

Уперше досліджено особливості процесів розщеплення і стабілізації біотипів в озимо-ярих гібридних популяціях тритикале протягом багатьох поколінь. Установлено, що мінливість типу розвитку озимо-ярих гібридів

залежить від чинників генетичної і зовнішньої природи. На прикладі модельної гібридної популяції, яку створено схрещуванням озимого високозимостійкого сорту тритикале АД 256 з ярим скоростиглим, неморозостійким зразком Fahad 5 встановлено, що процеси мінливості за типом розвитку було спрямовано на збільшення кількості рослин, здатних до виходу в трубку та колосіння за весняної сівби.

Дворучки здатні давати врожай за весняної та осінньої сівби, тому цей тип розвитку рослин має переваги як пластичніший, із кращими адаптивними можливостями (Федоров А.К., 1983 а). На початку 1980-х років серед тритикале альтернативного типу розвитку не існувало високопродуктивних і водночас зимостійких сортів і ліній.

Перші дворучки виокремлено в 1983 р. у весняному посіві популяції F_2 і F_3 від схрещування місцевих озимих тритикале з ярими, що походили із США. Дворучки першого етапу селекції характеризувалися пізньостиглістю у весняному посіві, недостатньою посухостійкістю, ускладненим обмолочуванням зерна, задовільними хлібопекарськими властивостями. З метою усунення цих недоліків, та підвищення потенціалу продуктивності, виконано понад 1,8 тис. гібридних комбінацій, найперспективнішими серед яких визначено Сокіл харківський / АД 52 і Раритет / ХАД 7.

Показано, що сильна трансгресивна мінливість морфо-біологічних та біохімічних ознак за широкомасштабних доборів в гібридній популяції (3,5 – 5,5 тис. ліній) сприяла виокремленню оригінальних сортотипів дворучок ХАД 1466, Вуйко, Ідеал. Використання дворучки Вуйко в нових внутрішньовидових схрещуваннях забезпечило створення високозимостійкого сорту тритикале озимого Харроза, який дозволено до поширення в Україні з 2011 року.

На основі морфологічно однорідних ліній тритикале альтернативного типу розвитку, відселектованих з комбінації Раритет / ХАД 7, із поліпшеними показниками адаптивності, врожайності та якості зерна за весняної та осінньої сівби, сформовано сорти тритикале Ярослава та Олександра, які за типом розвитку є дворучками. Підтверджено їх високий рівень продуктивності як за осінньої, так і весняної сівби у всіх зонах.

Створенням і впровадженням у виробництво сортів Ярослава і Олександра вирішено важливу проблему розроблення наукових основ селекції тритикале альтернативного типу розвитку на підвищення урожайності, її стабільності, адаптивних властивостей, якості зерна.

У поліморфних популяціях від схрещування компонентів з контрастним типом розвитку представлено різні біотиби – ярі, дворучки, озимі, а також проміжні форми. Встановлено, що вищу врожайність мають поліморфні за типом розвитку біотиби, які налічують в своєму складі близько 25 – 50 % рослин, здатних до колосіння і визрівання у весняному посіві. Сортіві популяції, поліморфні за типом розвитку, створено на основі ліній, відібраних із комбінацій ярі / озимі й дворучки / озимі, що пройшли тривалі випробування за зонально-часовим принципом.

Багаторічним досвідом з дослідження гібридних популяцій від схрещування різних за типом розвитку компонентів доведено можливість добору потомств та створення конкурентоспроможних сортів із надзвичайно складноsumісними ознаками, до яких у тритикале належать висока продуктивність, якість зерна, зокрема високі хлібопекарські властивості, зимостійкість у поєднанні зі здатністю до колосіння та визрівання за весняної сівби.

Перший багатолінійний сорт тритикале АД 44, поліморфний за типом розвитку, було зареєстровано як озимий у 1993 р. До складу сортової популяції включили 31 лінію у співвідношенні озимих і пізньостиглих дворучок 3:1. СОРТУ притаманні підвищені морозо-зимо- та посухостійкість, імунітет проти хвороб, відносно висока врожайність зерна і зеленої маси незалежно від типу ґрунтів, попередників, різких коливань гідротермічного режиму.

Визначено, що головною умовою конкурентоздатності й збалансованості такої сортової системи є висока продуктивність її альтернативної за типом розвитку частини та зимостійкість не нижче середньої- вищесередньої. Сортова популяція, поліморфна за типом розвитку, що складається з морфологічно вирівняних середньостеблових озимих ліній і дворучок у співвідношенні 1:1, занесена до державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2016 р. як озимий сорт Ніканор.

Вад, які має сорт Ніканор (схильність до вилягання), позбавлений низькостебловий, поліморфний за типом розвитку сорт тритикале Тимофій, сформований об'єднанням однорідних ліній тритикале, відібраних із комбінації Раритет / ХАД 7. Частка озимих ліній у його складі становить 70 %, решта – пізньостиглі дворучки. Сорт Тимофій стійкий до вилягання (середня висота рослин – 92 см), має груповий імунітет проти хвороб, формує високоякісну клейковину.

Отже, у результаті цілеспрямованих досліджень з удосконалення гексаплоїдних тритикале альтернативного типу розвитку вирішено складне завдання з формування цінного генофонду дворучок тритикале з підвищеною морозо-зимостійкістю, врожайністю та високою якістю зерна. До державного реєстру сортів рослин України внесено як озимі сорти альтернативного та поліморфного типу розвитку: з 2016 р. Ніканор, з 2018 р. Пластун волинський, з 2019 р. – Ярослава і Тимофій, з 2020 р. – високопродуктивні дворучки Єлань та Олександра (для осіннього та весняного термінів сівби).

СЕЛЕКЦІЯ ГЕКСАПЛОЇДНИХ ТРИТИКАЛЕ НА ЗИМОСТІЙКІСТЬ

У п'ятому розділі відзначено, що мета полягала у визначенні особливостей мінливості морозо-зимостійкості озимо-ярих гібридних популяцій і ліній тритикале та створенні сортів, що найоптимальніше поєднують ознаки високої продуктивності й зимостійкості.

Визначено особливості розщеплення, стабілізації гібридних потомств структуру та склад озимо-ярих гібридних популяцій за рівнем морозозимостійкості. Достовірні трансгресії в поєднанні з комплексом господарсько цінних ознак виявлені в окремих комбінаціях. Доведено можливість виокремлення із озимо-ярих гібридних популяцій потомств з високою морозостійкістю та створення конкурентоспроможних сортів з підвищеною – високою (АД 256, Гарне, Букет) і високою морозозимостійкістю (Степан – еталон стійкості до низьких температур).

Багаточисельними проморожуваннями створених ліній тритикале, здатних до колосіння і дозрівання за весняної сівби, виявлено їх широку мінливість за морозозимостійкістю. Встановлено, що багаторазові добори серед тритикале альтернативного типу розвитку забезпечують виокремлення високопродуктивних ліній із середньою і вищесередньою морозостійкістю. Створені дворучки увійшли до родоводів озимих сортів із підвищеною-високою морозозимостійкістю – АД 256, Степан, Раритет, Тимофій і дворучок Ярослава, Пластун волинський, Олександра з вищесередньою витривалістю до низьких температур і потенційною врожайністю високоякісного зерна 9 – 12 т/га.

Доведено, що внутрішньовидова гібридизація озимих, ярих і дворучок тритикале є ефективним методом селекції на підвищення витривалості до низьких температур і майже не поступається міжродовим схрещуванням за схемою F_1 (пшениця м'яка/жито)//тритикале. Установлено, що середня критична температура вимерзання нащадків міжродової гібридизації мінус 18,50 °С нижча тільки на 0,51 °С, ніж у ліній $2n = 42/2n = 42$.

В умовах перезимівлі, що склалися в 2003 р. (температура на вузлі кущення мінус 17 °С за відсутності снігу з подальшим формуванням потужної льодяної кірки), одержано чітку диференціацію за зимостійкістю тритикале вітчизняної та іноземної селекції. Загинули, або сильно зрідилися сорти пшениці м'якої озимої (0 – 1,5 бала), а тритикале з підвищеною-високою зимостійкістю АД 52, АД 256, Гарне, Харроза, Букет збереглися на 7 – 7,5 бала. Сорти з Болгарії, Чехії, Німеччини, Польщі, як і в 1986 р., повністю вимерзли. У озимо-ярих гібридів F_2 живих рослин залишилося 14,3 – 38,6 %. Найбільш суворими за останні 40 років умови перезимівлі 2003 р. сприяли доборам трансгресивних за зимостійкістю комплексно цінних ліній з озимо-ярих та інших комбінацій, на підставі яких сформовано багатолінійні сорти Амос, Букет, Маркіян, Харроза, Шаланда, Леонтій з вищесередньою-підвищеною і високою зимостійкістю (табл. 2).

Перелічені у таблиці 2 сорти за середньобагаторічними даними мають критичну температуру вимерзання мінус 17,8...19,0 °С, що забезпечує успішну їх перезимівлю в усіх зонах України.

Таблиця 2 – Результати перезимівлі батьківських форм і F₃ гібридів тритикале за умов критичного 2003 року (селекційний розсадник)

Гібридна комбінація	Тип схрещування	Перезимівля, %		Всього сімей	Кількість сімей F ₃ з відповідною морозостійкістю, %		Створено зимостійкі сорти, лінії
		♀	♂		нижче-середня-низька (0 – 25%)	висока (>85%)	
Сокіл/АД 52	ярі/озимі	0,0	88,04	247	60,73	0,81	Харроза [®]
АД 992/АД 52	ярі/озимі	0,0	88,04	139	76,98	2,16	Шаланда [®]
АД 256/Fahad 4	озимі/ярі	91,85	0,0	66	90,90	-	лінії
ХАД 2584/Гарне	дворучки/озимі	8,36	90,31	194	31,96	4,64	Букет [®]
Раритет/Lepinge	озимі/озимі	78,26	0,0	24	-	12,50	лінії
АД 206/Раритет	озимі/озимі	82,34	78,26	346	-	2,31	Амос [®] Маркіян [®]

СЕЛЕКЦІЯ ГЕКСАПЛІДНИХ ТРИТИКАЛЕ НА ПОСУХОСТІЙКІСТЬ

У шостому розділі відзначено, що адаптивні властивості створених сортів тритикале зумовлено способом одержання вихідного матеріалу, умовами його вивчення та особливостями селекційної технології формування сортових популяцій. Доведено, що багаторічне випробування гібридних популяцій і ліній одночасно в зонах Лісостепу та гостропосушливого Степу є ефективним методом створення сортів тритикале з підвищеним та високим рівнем посухостійкості. Показано, що слабкий розвиток окремих морфоструктурних елементів рослин компенсується посиленням інших органів і систем адаптивності, що виявляється в особливостях нових сортів тритикале з високою посухостійкістю. Сорт Харроза вирізняється низькою облистяністю рослин і краще розвинутою провідною системою. Сорти Раритет й Амос мають велику площу листя, могутню кореневу систему, підвищену водоутримуючу здатність, яка посилюється формуванням потужного воскового шару на всій рослині. Показано, що сорти тритикале неоднорідні за кількістю судинно-волокнистих пучків, з ширшим варіюванням, ніж у батьківських компонентів. Створені тритикале з високою посухо-спекостійкістю формують потужну провідну систему із 53 – 62 великих пучків, підвищеною кількістю устячок на зворотній поверхні листка (пересічно 150 проти 136 у сортів пшениці м'якої). Сорти Амос, АД 44, АД 256, Гарне, Букет, Раритет, Ярослава сформовано як багатолінійні, вихідні генотипи яких пройшли через неодноразові добори в гостропосушливих умовах (табл. 3).

Таблиця 3. Анатомо-морфологічні показники, водоутримувальна здатність і врожайність сортів озимих тритикале та пшениці (КСВ, пар, 2007–2015 рр.).

Культура	Кількість сортів	Показник	Висота рослин, см	Прапорцевий лист				Діаметр вузла, середнє, мм	Міжвузля				Урожай зерна, т/га	
				$\frac{l}{a}$, см	S, см ²	Кількість устячок, середнє, шт.	В. у. з.*		друге		колосоносне			
									L ₂ , см	d ₂ , мм	L ₅₋₆ , см	d ₅₋₆ , мм		
Тритикале	17	\bar{X}	121	14,9	24,8	184	117	6,0	11	5,0	30,3	3,7	49	6,34
		інтервал	58–138	11–19	16–36	137–206	90–134	4–8	8–19	4–6	18–43	2–5	38–62	1,68 – 10,4**
Пшениця	15	\bar{X}	85,7	13,8	22,9	178	110	4,9	8,2	4,6	23,2	2,8	45	5,33
		інтервал	74–93	11–14	16–28	141–191	93–125	4–6	7–12	4–5	21–25	2–3	40–47	0,91 – 8,23
НІР _{0,05}		26,1	1,76	2,73	11,8	5,37	0,92	3,5	0,3	6,4	0,86	4,7	1,3	26,1

* – водоутримувальна здатність, відносних одиниць.

** – min – 2010 р.; max – 2014 р.

Високої посухостійкості дворучки Ярослава домоглися завдяки доборам на витривалість проти посухи різного типу за чергування осінніх і весняних посівів. Доведено, що створені сорти Амос, Букет, Гарне, Ніканор, Харроза та Ярослава витривалі до посухи, характеризуються високою врожайністю.

ПРОДУКТИВНІСТЬ Й ЕКОЛОГІЧНА ПЛАСТИЧНІСТЬ СОРТІВ ГЕКСАПЛОЇДНИХ ТРИТИКАЛЕ РІЗНИХ ЕТАПІВ СЕЛЕКЦІЇ

У цьому розділі наведено результати аналізу врожайності сортів озимого тритикале за 1972 – 2015 рр., які підтверджують їх істотну перевагу над озимою пшеницею (табл. 4).

Пересічно за 43 роки озимі тритикале за врожайності зерна 5,38 т/га перевищили озиму пшеницю на 1,07 т/га. Встановлено, що спеціалізовані за призначенням озимі сорти тритикале Амос, Букет, Ніканор, Харроза, дворучки Ярослава, Пластун волинський пересічно за 5 – 15 років конкурсних випробувань забезпечили врожайність 6,54 – 8,21 т/га, що на 0,8 – 2,47 т/га більше за стандарт Раритет.

Таблиця 4 – Врожайність сортів озимих тритикале (конкурсне випробування, 1972 – 2015 рр., пар)

Культура, сорт	Рік реєстрації	Років вивчення	Урожайність, т/га				Коефіцієнт варіювання, (V), %
			X _{min}	X _{max}	$\bar{X} \pm Sx$	\pm до ст. Раритет	
АД 206	1977	43	1,39	7,18	4,57 ± 0,22	-1,17	31,14
АД 256	2001	20	1,68	7,33	5,06 ± 0,35	-0,68	30,93
Гарне	2004	16	1,68	8,50	5,92 ± 0,48	+0,18	32,57
Раритет	2008	22	1,68	9,74	5,74 ± 0,44	0,0	35,58
Амос	2014	8	2,18	8,25	6,63 ± 0,72	+0,89	30,64
Букет	2014	8	2,00	9,56	6,76 ± 0,81	+1,02	33,93
Ніканор	2016	7	2,05	8,75	6,63 ± 0,83	+0,89	33,11
Ярослава	ДСВ	5	6,17	10,93	8,21 ± 0,79	+2,47	21,65
Тритикале, ст.	-	43	1,68	9,74	5,38 ± 0,25	-0,36	30,41
Пшениця м'яка, ст.	-	43	0,09	8,10	4,31 ± 0,26	-1,43	39,24
Жито, ст.	-	43	1,62	7,58	5,36 ± 0,21	-0,38	26,19
НІР _{0,05}	-	-	-	-	0,46	-	-

Розв'язано складну проблему поєднання в сорті тритикале підвищеної продуктивності рослин з їх низькорослістю і високими хлібопекарськими властивостями. На основі створених ліній сформовано низькостеблові сорти Тимофій, Єлань, Пудік, Олександра з потенційною врожайністю зерна понад 12 т/га. Ці сорти зареєстровано в Україні у 2019-2020 рр. Високу потенційну врожайність створених сортів підтверджено в екологічному випробуванні при зрошенні (США, Каліфорнійський університет Девіса, 2019 р.). Урожайність зерна сортів Тимофій та Пудік становила 11,8 – 12,9 т/га, стандартного сорту Krakowiak (Польща) – 9,8 т/га.

Вирішено важливе завдання селекції тритикале з розширення норми реакції сортів на зміну умов вегетації. Серед найпродуктивніших сортів кращу суму рангів за екологічною пластичністю мали сорти Ярослава, Амос, Маркіян, Букет, Харроза та Шаланда, що доводить високу ефективність внутрішньовидової гібридизації тритикале із різним типом розвитку, доборів у контрастних умовах, спрямованих на створення комплексно цінних сортів озимих і дворучок тритикале із підвищеним і високим рівнем стійкості проти несприятливих умов середовища.

СЕЛЕКЦІЯ ОЗИМИХ ГЕКСАПЛОЇДНИХ ТРИТИКАЛЕ РІЗНИХ НАПРЯМІВ ВИКОРИСТАННЯ

У восьмому розділі показано, що сорти тритикале в залежності від їх морфо-біологічних властивостей і призначення розрізняються на кормові, зерно кормові, зернові, універсальні. Проте, на перших етапах селекції тритикале його розглядали винятково як кормову культуру.

Розроблена програма передбачала створення сортів тритикале кормового напрямку використання, придатних для вирощування на зелений корм, зерно кормового – для отримання зеленого корму та зернофуражу.

Доведено, що залучення у схрещування середньозимостійких, комплексно цінних сортів з Польщі та Німеччини (Malno, Presto, Lad 285, TSW 2507-83) дало змогу істотно поліпшити тритикале за врожайністю зерна та зеленої маси, адаптивністю, якістю зерна. З нових зразків закордонної селекції особливу цінність для поліпшення тритикале зернокормового призначення становлять середньорослі та низькостеблові сорти з підвищеною продуктивністю Aliko, Domital, Baltiko (Польща), Мишучар (РФ), Stil, Titan (Румунія), Kandur (Словаччина) та високобілкові сорти Кроха (РФ) і Grenado (Польща).

Доведено доцільність застосування схрещувань тритикале з пшеницею м'якою (створено сорт Ладне) і внутрішньосортового добору (АД 51) за селекції на підвищення кормових властивостей. Основні вади кормових сортів – невисока зернова продуктивність, зморшкуватість зерна – ліквідовано завдяки внутрішньовидовій гібридизації та за доборів комплексно цінних потомств у контрастних умовах з подальшим об'єднанням кращих із них у сортові популяції, специфічні за генетичним складом: АД 44, АД 256, Донець, Павлодарський та Леонтій. За основними морфо-біологічними ознаками сорти АД 256 та Леонтій перебувають на рівні теоретично обґрунтованої моделі зернокормового сорту.

Новий зернокормовий сорт створено схрещуванням зразків тритикале, що походять із США (2059, 3687), Польщі (Malno), Росії (Кубанец) та України (АД 42, Юнга, Гарне). До складу сортової популяції Леонтій увійшло 158 константних, морфологічно однорідних ліній F₁₀. Доведено високу конкурентоспроможність сорту за врожайністю зерна (8,19 т/га, +3,04 т/га до стандарту) і зеленої маси (68,7 т/га, +16,1 т/га до стандарту). З 2020 р. новий сорт зернокормового призначення Леонтій (Південний) дозволено до поширення в Україні.

Отже, у результаті багаторічних досліджень з удосконалення кормових і зернокормових сортів тритикале методом ступінчастої внутрішньовидової гібридизації створено та впроваджено у виробництво серію сортів із потенційною врожайністю зерна понад 9,5 т/га і зеленої маси 55 – 75 т/га за високої толерантності до хвороб і несприятливих умов середовища.

Наступні сорти тритикале створено шляхом внутрішньовидової гібридизації. Встановлено, що сорт тритикале Харроза за низького вмісту білка в зерні має найвищий рівень накопичення крохмалю (до 75 %), що у поєднанні з підвищеною амілолітичною активністю забезпечує на 41 – 69 л більший вихід спирту, ніж із тонни пшениці та жита (табл. 5).

Упровадження в селекційну практику технології формування багатолінійних, поліморфних за типом розвитку та якістю зерна сортів, забезпечило створення зернових тритикале з унікальними за рівнем вияву та стабільністю хлібопекарськими властивостями. Першим таким сортом став Раритет, зареєстрований в Україні з 2008 р. Раритет створено методом внутрішньовидової ступінчастої гібридизації і дальшим об'єднанням озимих ліній із клейковиною різного рівня якості (ІДК 40 – 120 о.п.), дібраних у

контрастних агрокліматичних умовах із гібридної популяції від схрещувань дворучок з ярими та озимими тритикале (рис. 2).

Таблиця 5 – Біохімічні показники якості та урожайність зерна озимих тритикале, 2011 – 2016 рр.

Культура, сорт	Урожайність, т/га	Вміст в зерні, %						Вихід спирту	
		білок			крохмаль			з 1 т шроту, л	м ³ з 1 га
		min	max	\bar{x}	min	max	\bar{x}		
Тритикале									
АД 256, ст.	5,15	10,46	14,08	11,88	59,16	66,25	63,73	452	2,33
Раритет, ст.	6,11	10,39	13,46	12,18	58,57	67,63	62,81	440	2,73
Харроза	7,21	9,81	13,05	11,30	62,18	74,58	65,25	463	3,34
Шаланда	7,32	9,88	13,21	11,53	61,82	71,16	64,27	456	3,34
Ярослава	8,04	10,55	12,82	11,73	60,32	63,80	62,14	442	3,55
Тимофій	9,73	10,71	13,21	12,11	60,29	64,67	62,15	442	4,30
Пшениця озима*	5,56	10,76	14,58	12,82	57,05	62,65	59,38	422	2,35
Жито озиме**	6,02	9,72	11,60	11,24	53,64	58,23	55,42	394	2,37
НІР _{0,05}	0,50	-	-	0,33	-	-	1,71	12,0	0,39

Примітка. * – 2011 – 2013 рр. – Одеська 267, 2014 – 2016 рр. – Подолянка;

** – 2011 – 2013 рр. – Хасто, 2014 – 2016 рр. – Пам'ять Худоерка.

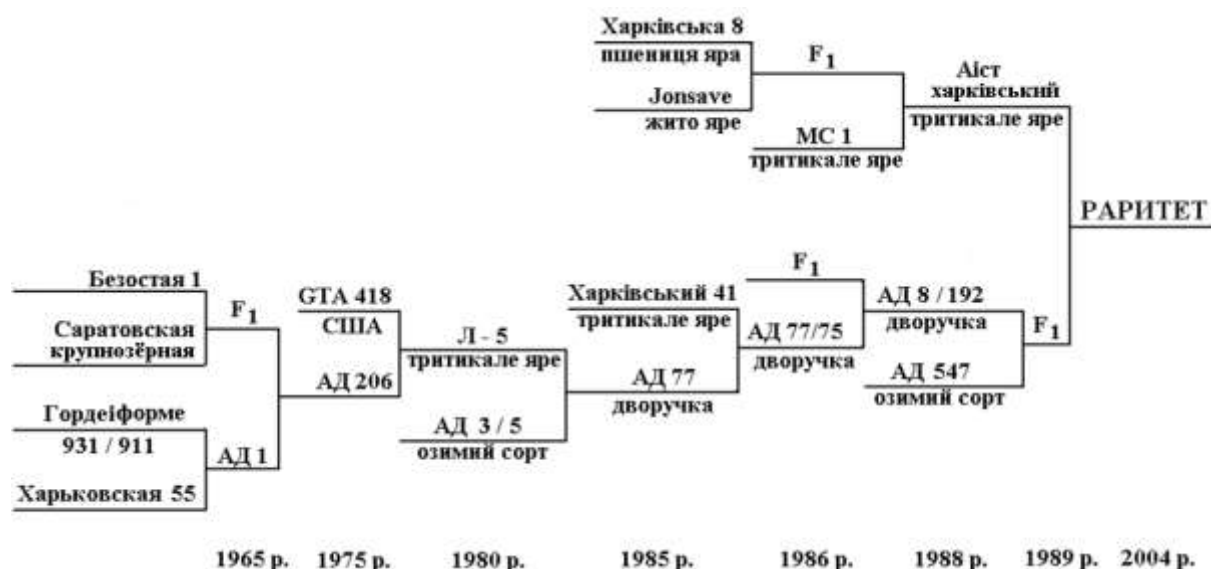


Рис. 2 – Родовід сорту озимого тритикале Раритет

До сортової популяції увійшла 51 лінія з різними показниками якості тіста: розтяжність до 86 мм, пружність до 79 мм, що сприяло формуванню збалансованого на високому рівні клейковинного комплексу (P/L = 82/77, у стандарту АД 256 P/L = 40/35), зростанню сили борошна (222 о.а., у стандарту 52 о.а.) та отриманню високоякісного хліба із загальною хлібопекарською оцінкою 9 балів за 5,5 бали у стандарту АД 256.

Середньорослі сорти Амос і Маркіян також поєднують високу продуктивність зі здатністю формувати зерно з унікальними для тритикале хлібопекарськими якостями. Показники розрідження тіста, об'ємного виходу хліба, загальної валориметричної та хлібопекарської оцінки створених сортів відповідають вимогам, що висуваються до цінних і сильних пшениць.

Визначено, що недостатня стійкість проти вилягання середньорослих сортів обмежує їх впровадження. Серед наявних сортів гексаплоїдних тритикале не було генотипів, котрі поєднували продуктивність, низькостебловість і високі хлібопекарські якості. У результаті довготривалих пошуків винайшли гібридну комбінацію Раритет/ХАД 7, яка поєднала високу врожайність, надпружну й водночас еластичну, але недостатньо розтяжну клейковину одного сорту з найрозтяжнішою клейковиною іншого батьківського компонента, що забезпечило піднесення хлібопекарської сили тритикале на новий рівень. На основі низькостеблових ліній (до 100 см) з урожайністю понад 10 т/га та об'ємом хліба без поліпшувачів 650 – 790 мл сформували сорти зернового тритикале Тимофій, Пудік та Єлань з потенційною врожайністю зерна понад 12,5 т/га та високими хлібопекарськими властивостями.

Отже, завдяки міжродовій і внутрішньовидовій гібридизації створено на багатолінійній основі та впроваджено у виробництво спеціалізовані за використанням зернові сорти фуражного й технічного призначення (АД 52, Харроза), хлібопекарського напрямку (Раритет, Амос, Маркіян, Тимофій, Єлань, Пудік) з підвищеним рівнем адаптивних властивостей, потенційною врожайністю 9,5 – 12,5 т/га, високими кормовими та харчовими якостями.

За сучасних умов тритикале вирощують із різною метою. Для фермерських господарств найкраще підходять сорти тритикале універсального призначення, що поєднують на оптимальному рівні зернову і кормову продуктивність з підвищеними поживними та харчовими властивостями. Відзначено, що більшість господарсько цінних ознак, які відповідають розробленій моделі тритикале універсального призначення, має сорт Гарне, зареєстрований в Україні в 2004 р. Створено сорт методом внутрішньовидової гібридизації і багаторазових доборів морфологічно однорідних ліній, дібраних із популяцій від схрещувань озимих, ярих та дворучок тритикале різного походження (рис. 3).

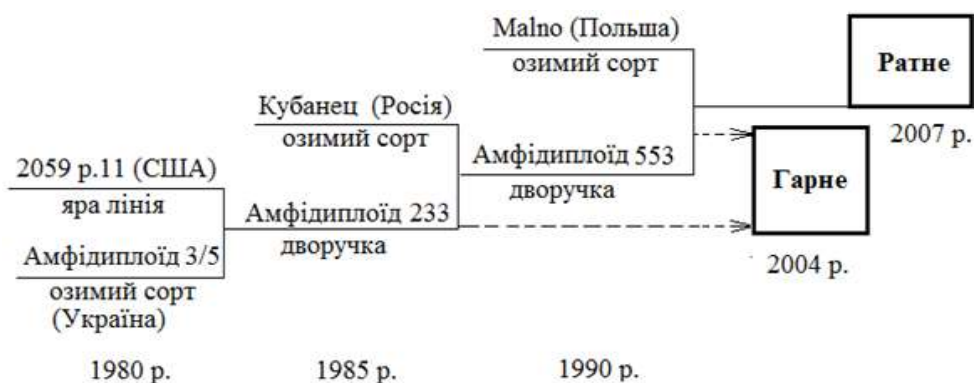


Рис. 3 – Родовід сортів озимого тритикале Гарне і Ратне.

Першим результатом спільних досліджень із Волинським ІАПВ зі створення пластичних, високоврожайних, якісніших сортів тритикале став сорт Ратне. За стійкістю проти шкочочинних хвороб і врожайністю зерна він стабільно перевищував інші сорти тритикале, зокрема й польської селекції (табл. 6).

Таблиця 6 – Стійкість проти хвороб та урожайність сортів озимого тритикале (Рокині, 2003 – 2014 рр., \bar{x})

Сорт	Урожайність		Бура іржа, %		Септоріоз, %		Кореневі гнилі, %	
	т/га	± до ст.	уражен ня	розвиток хвороби	уражен ня	розвиток хвороби	уражен ня	розвиток хвороби
АД 42, ст.	5,36	0	30,4	3,35	91,5	25,84	20,4	6,02
АД 256	4,91	-0,45	40,2	4,95	73,1	15,42	20,4	3,00
Гарне	6,44	+1,08	21,0	2,31	82,5	19,26	12,4	2,74
Раритет	5,62	+0,26	35,0	4,742	85,9	21,95	12,0	2,97
Ратне	6,95	+1,59	20,4	2,26	74,4	13,84	9,2	1,77
Середнє	5,97	0,82	29,4	3,55	81,20	18,85	14,20	3,16
НІР _{0,05}	0,36		8,70	1,29	7,83	5,01	5,53	1,65

Високу посухостійкість сорту Ратне підтверджено у різних зонах. Із часу реєстрації (2007 р.) вже в 2011 р. Ратне став найпоширенішим сортом тритикале у Волинській області й займав 8,7 тис. га, що становило 34 % від загальної площі під озимими тритикале.

Вимогам, що висувають до модельного сорту, більшою мірою відповідають нові спільні сорти Шаланда, Пластун волинський та Ярослава, які мають вищесередній-високий рівень якості зерна і комплекс інших цінних господарських ознак, властивих універсальним сортам тритикале.

Отже, методом внутрішньовидової гібридизації тритикале із різним типом розвитку створено на багатолінійній основі сорти універсального призначення – озимі (Гарне, Ратне, Шаланда), дворучки (Ярослава, Пластун волинський, Олександра) та поліморфний за типом розвитку сорт Ніканор, котрі поєднують високі врожайні, адаптивні та якісні показники зернокармівих і зернових сортів із середніми (Шаланда, Ратне), підвищеними (Гарне) та вищесередніми- високими хлібопекарськими властивостями (Ярослава, Пластун волинський, Олександра).

СЕЛЕКЦІЯ ГЕКСАПЛОЇДНИХ ТРИТИКАЛЕ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА

У дев'ятій главі висвітлено результати досліджень, спрямованих на поліпшення виповненості зерна тритикале, якості клейковини, тіста і хліба.

У тритикале зморшкуватість ендосперму генетично детерміновано та тяжко піддається поліпшенню. Доведено високу ефективність багаторазового індивідуального візуального відбору з окремих внутрішньовидових гібридних популяцій генотипів, кращих за виповненістю зерна. Виділено найцінніші комбінації (АД 280/3 / 2059, АД 3/5 / Раритет, АД 44 / АД 551, Раритет / ХАД 7), на основі яких було сформовано конкурентні сорти з

добрим і чудово виповненим зерном. Об'єднанням ліній з гладким зерном пшеничного типу створено сорт АД 44, який досі слугує еталоном ознаки «виповненість зерна» і широко використовується у схрещуваннях (Каталог зразків озимого тритикале, 2014 р.).

Показано, що тритикале Волинська дворучка, Вуйко та Ніканор, які різняться підвищеним вмістом в ендоспермі нерозчинних у воді вуглеводно-білкових речовин, високим і стабільним числом падіння і, вочевидь, менш проникною насінневою оболонкою, характеризуються задовільною і доброю виповненістю, кращими показниками натурної маси зерна. Сорти тритикале з виповненим ендоспермом АД 44, Раритет, Ярослава характеризувались, як і сорти пшениці, стійкою ферментною активністю по закінченні фази формування (через 12 днів після цвітіння).

Проблему рослинного білка може бути частково розв'язано створенням і впровадженням високобілкових сортів. Тритикале притаманне дуже широке варіювання вмісту білка, пересічно від 12 до 20 %. Підвищену білковість зразків тритикале, які зберігаються в НЦГРРУ, зумовлено здебільшого незадовільною і задовільною виповненістю зерна. І лише два номери тритикале – АД 44 (Україна) та Yogui-3 / Taty (Мексика) поєднували високий вміст білка – 15,3 – 15,5 % – із високою виповненістю зерна у 9 балів (Каталог зразків озимого тритикале НЦГРРУ, 2014).

Визначено, що за щорічного дослідження на вміст білка в зерні 41 – 1399 зразків тритикале різного походження, ознака варіювала від 7,33 % до 21,6 %. Показник максимальної білковості сягнув пересічно 15,85 %, що на 2,36 % більше, ніж у пшениці.

Доведено, що з гібридних комбінацій, батьківські компоненти яких вирізняються рівнем білковості, за доволі великої кількості вивчених ліній (понад 2000) можливий добір комплексно цінних генотипів, трансгресивних за вмістом білка в зерні (табл. 7).

Таблиця 7 – Характеристика кращих за вмістом білка в зерні ліній F₅ – F₆ Раритет / ХАД 7 (КСВ, ІР НААН, 2014 – 2016 рр., \bar{x})

Лінія, сорт	Висота рослин, см	Веgetаційний період, діб, ± до ст.	Урожайність		Маса 1000 зерен, г	Виповненість зерна, бал	Вміст білка в зерні, %	Стійкість до бурі іржі, бал
			т/га	± до ст.				
ХАД 855	78	+2	8,76	+2,25	48,2	7,5	13,57	8,0
ХАД 866	135	0	7,64	+1,13	53,4	9,0	14,88	9,0
ХАД 1024	80	+1	9,10	+2,59	48,9	8,5	13,19	8,0
ХАД 1381	90	+2	8,47	+1,96	46,4	8,0	12,96	6,5
ХАД 1120	75	+3	8,76	+2,25	46,2	8,0	12,50	9,0
ХАД 1151	70	+2	9,68	+3,17	44,6	8,5	11,84	8,8
Раритет, ст.	127	308	6,51	0	42,8	8,0	11,40	8,0
Середнє значення	90,9	1,71	8,44	1,93	46,79	8,06	12,79	8,16
НІР _{0,05}	24	1	0,48		3,15	0,58	1,04	0,76

Доведено, що за збором білка з одиниці площі створені сорти тритикале істотно перевищують пшеницю і жито. Пересічно за 10 років (1993 – 2003 р.р.) тритикале забезпечило 0,63, пшениця – 0,47, жито – 0,56 тонн білка з гектара. Великі прибавки мають високобілкові сорти тритикале, зокрема Волинська дворучка – 0,75 т/га. Доведено чутливість створених сортів на азотне удобрення. Ранньовесняне підживлення рослин сорту Тимофій підвищило порівняно з контролем урожай зерна на 26,4 – 45,2 %, вміст білка – на 10,7 – 33,5 % і збір білка з гектара на 42,2 – 73,5 %.

Встановлено, що тритикале характеризується високим вмістом окремих незамінних амінокислот, зокрема лізину. Значний рівень мінливості в озимоярих популяціях дав змогу створити низку сортів і ліній тритикале з підвищеним вмістом у зерні білка та незамінних амінокислот. Особливо виокремлюються накопиченням лізину й триптофану озимий сорт Раритет і дворучка АД 5/15 (табл. 8).

Таблиця 8 – Господарсько біологічна характеристика сортів озимих тритикале і дворучок із підвищеним вмістом білка та амінокислот (ІР НААН, 2000 – 2005 рр., середнє за 5 років)

Сорт	Висота рослин, см	Урожайність		Маса 1000 зерен, г	Вміст у зерні, %			Виповненість зерна, бал	Стійкість проти бурої іржі, бал
		т/га	± до ст.		білка	лізину*	триптофану		
АД 42, ст.	128	6,06	0	47,9	12,48	0,368	0,152	7,5	8,0
Гарне	132	6,97	+0,91	49,4	12,85	0,370	0,153	8,5	8,5
Раритет	126	6,76	+0,70	46,3	12,27	0,437	0,182	8,5	8,0
АД 44	145	4,79	-1,27	43,7	15,05	0,383	–	9,0	9,0
АД 5/15	108	4,86	-1,20	41,4	15,74	0,509	0,217	9,0	9,0
Пшениця м'яка	90	4,72	-1,34	41,8	12,91	0,278	0,182	9,0	8,0
Жито Харків.98	152	5,85	-0,21	39,4	10,20	0,523	0,260	8,0	8,0
Середнє	125,9	5,72	-0,34	44,27	13,07	0,41	0,19	8,50	8,36
НІР _{0,05}	21,5	0,44		3,74	1,86	0,09	0,04	0,58	0,48

Примітка: * – середнє за 3 роки.

Доведено, що дерть із зерна сорту тритикале Раритет відрізняється високим вмістом білка, лізину, каротиноїдів і її застосування у відгодівлі тварин та риби забезпечує більшу ефективність порівняно з іншими видами кормів. Визначено, що нагромадження крохмалю в зерні у вивчених 5072 зразки тритикале пересічно за 12 років становило 60,74 % і змінювалось у межах 60,34 – 69,16 %. Встановлено позитивний зв'язок вмісту крохмалю середнього-вищесереднього рівня з деякими ключовими показниками якості хліба тритикале, такими як: еластичність м'якуша ($r = +0,39$), пористість хліба ($r = +0,46$), розтяжність тіста ($r = +0,57$) і негативний – з розрідженістю тіста ($r = -0,46$).

Показано, що в гібридних популяціях, створених за участі батьківських компонентів з контрастним типом розвитку, відбувається довготривалий процес формоутворення за вмістом крохмалю. Виокремлені комплексно цінні низькостеблові лінії, які здатні нагромаджувати в зерні 69 – 71 % крохмалю, використано під час формування нових зернових сортів інтенсивного типу фуражного й технічного призначення.

Для підвищення твердозерності тритикале вихідний матеріал створювали завдяки внутрішньовидовій гібридизації сортів і ліній тритикале із середніми та високими показниками крупоутворювальної здатності. Встановлено, що більшість місцевих сортів, а також зразки тритикале із Польщі, мали пилоподібне борошно (18,5 – 20,4 мк). Еталонний м'язозерний сорт пшениці м'якої Warwik (Канада) мав частинки розміром 13,5, а еталон твердозерності Монолог (Україна) – 30,3 мк. Краші за твердістю зерна сорти тритикале Раритет і Волинська дворучка з розміром часток борошна 24,4 – 25,7 мк за класифікацією пшениці належать до твердозерних форм, в яких розмір часток дорівнює 24,3 – 28,5 мк. Масштабний пошук твердозерних генотипів здійснено в комбінації Раритет / ХАД 7. До найтвердозерніших трансгресивних зразків належало 1,2 % ліній із показниками 101 – 109 Н. Пересічно за два роки дуже твердозерною визначено лінію ХАД 824, в якій твердість зерна була стабільно високою – 101 – 137 Н. За фракційним складом білків виявлено відчутний поліморфізм (Jonjala R.S. et al., 2010).

Аналіз фракційного складу білків зерна тритикале різного напрямку використання виявив перевагу альбумінів і глобулінів у сортів кормового та зернофуражного типу (42,2 – 47,3 %). Сорти з поліпшеною якістю клейковини, тіста й хліба вирізнялися меншою часткою водорозчинних білків (37,1 – 38,9 %). У сортів тритикале з вищесередніми та високими хлібопекарськими й змішувальними властивостями встановлено підвищений вміст білків, нерозчинних у воді й соляних розчинах (табл. 9).

Таблиця 9 – Співвідношення фракцій білка та хлібопекарські властивості жита, пшениці й тритикале (ІР НААН, 2001, 2002 і 2004 рр.)

Сорт	Вміст, %			Gli+ Glu	Gli/ Glu	Об'єм хліба, мл	Загальна хлібопекарська оцінка, бал
	альбумін+ глобулін	гліадин (Gli)	глюте- нін (Glu)				
Жито озиме							
Харківське 98	51,43	20,76	15,48	36,24	1,34	290	3,0
Пшениця озима							
Одеська 267	33,47	25,654	31,78	57,43	0,81	643	9,0
Тритикале озиме							
АД 206	41,59	28,71	19,85	48,56	1,45	398	7,1
АД 256	46,92	23,94	22,54	46,48	1,06	380	5,3
АД 57	37,09	20,49	36,62	57,11	0,57	390	5,8
АДМ 13	47,13	24,33	20,86	45,19	1,17	390	6,8
Гарне	38,91	30,67	21,67	52,34	1,42	447	8,6
Раритет	38,94	23,83	27,34	51,17	0,87	510	9,0
НІР _{0,05}	5,62	3,28	6,40	6,44	0,30	98,4	1,95

Доведено відповідальну роль співвідношення Gli/Glu у визначенні якості клейковини тритикале з високими хлібопекарськими властивостями на прикладі сорту Раритет (Gli/Glu = 0,87), який упродовж 15 років мав вищі та найстабільніші показники якості борошна, тіста й хліба. Отже, на рівень хлібопекарських властивостей тритикале істотний позитивний вплив чинять клейковинні фракції білка відповідної якості, збалансовані на високому рівні у співвідношенні Gli/Glu 0,8 – 1, що перебувають у багатофункціональній взаємодії з іншими складовими борошна тритикале.

У тритикале на сучасному етапі селекції поки що складно пов'язати якість із конкретними субодинацями білків (Грабовец А.И., Крохмаль А.В., Копусь М.М., 2010; Wos H., Brzezinski W., 2015).

Для оцінки селекційного і вихідного матеріалу використовували як білкові маркери електрофоретичні спектри гліадинів і глютенінів. За порівняння спектрів гліадинів сортів Раритет й АД 256, контрастних за хлібопекарськими властивостями, визначено, що ключова відмінність АД 256 від Раритету полягала у наявності в останнього в γ -зоні позиції 3, яка відповідає асоціації компонентів Gld 1A, Gld 1B3, що позитивно впливають на якість зерна пшениці м'якої (Созинов А.А., Попереля Ф.А., 1979). Крім АД 256, позицію $\gamma 3$ не мали сорти з низькою якістю клейковини, тіста й хліба: Булат, Гарне, Степан, Харроза, Папсуєвська, Пшеничне.

Електрофорез глютенінів низькорослих сортів тритикале у порівнянні зі стандартом АД 256 виконано в лабораторії Wibex W. Brzeziński (Польща). Встановлено, що фуражний АД 256 мав субодинаці 2*-7+9 (75 %) і 1-7+9 (25 %). Сорт із високими хлібопекарськими властивостями Раритет представлено також двома типами спектрів: 2*-7+8 (75 %) і 2*-7+9 (25 %).

Сорт Тимофій створено об'єднанням низькостеблових ліній, відібраних із комбінації Раритет/ХАД 7. Його хлібопекарські якості високі: ІДК – 48 о.п., сила борошна – 268 о.а., загальна валориметрична оцінка – 83 о.в., об'єм хліба – 705 мл, загальна хлібопекарська оцінка – 9 балів. У спектрах Тимофія наявні субодинаці 2*-7+9 (80 %) і 2*-7+8 (20 %). Найвищу якість клейковини, тіста і хліба виявлено в сорту Пудік із субодинацею 2*-7+8 (рис. 4).

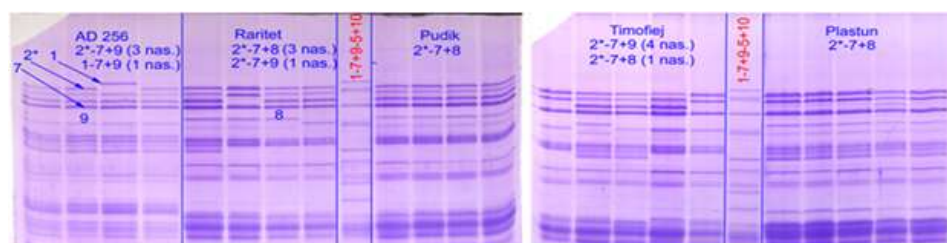


Рис. 4 – Електрофорез глютенінів сортів тритикале Амфідиплоїд 256, Раритет, Пудік, Тимофій і Пластун.

Пересічно за 2015 – 2016 рр. ІДК було 40 о.п., сила борошна – 274 о.а., загальна валориметрична оцінка – 89 о.в., об'єм хліба без поліпшувачів – 733 мл, загальна хлібопекарська оцінка – 9 балів.

СЕЛЕКЦІЯ ГЕКСАПЛІЇДНИХ ТРИТИКАЛЕ НА ПІДВИЩЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Нові сорти озимого тритикале мають поліпшені поживні та хлібопекарські властивості й з успіхом можуть бути використані як сировина в харчовій і хлібопекарській промисловості.

Одним із пріоритетних напрямів селекційних досліджень з тритикале є створення високоврожайних сортів із підвищеними хлібопекарськими властивостями. Показано, що сорти тритикале характеризуються підвищеним виходом борошна (64,5 – 70 %), невисоким вмістом білка (11,3 – 13,1 %) і сирі клейковини (17,3 – 22,3 %), відносно стабільною та низькою амілолітичною активністю (251 – 294 с). За якістю ж клейковини вони істотно різняться (табл. 10).

Таблиця 10 – Характеристика сортів тритикале озимого за якістю зерна, борошна та хліба, середнє за 2008 – 2011 рр.

Сорт	Маса 1000 зерен, г	Нагура, г/л	Скло-подібність, %	Вихід борошна, %	Седиментація, мл	Число падання, с	Технологічна оцінка клейко-вини
Тритикале							
АД 256	43,5	637	48,3	65,3	45,6	251	слабка
Гарне	42,5	684	42,6	65,4	49,9	267	середня
Раритет	42,3	711	42,4	70,0	60,2	292	міцна
Амос	42,7	719	47,7	69,2	61,8	294	міцна
Маркіян	43,3	730	41,0	69,0	58,8	266	міцна
Харроза	42,8	700	38,8	65,0	32,7	267	слабка
Валентин 90	39,9	688	30,0	64,5	41,5	180	середня
Каприз	44,1	699	48,0	67,4	35,5	165	слабка
Lamberto	41,4	709	52,0	68,7	34,5	111	слабка
Rawo	46,2	664	48,3	67,0	27,0	162	слабка
Пшениця							
Одеська 267	39,0	768	53,5	66,1	86,5	382	міцна
Середнє	42,52	700,8	44,78	67,05	48,55	240	
НІР _{0,05}	1,50	26,2	5,14	1,48	13,26	59,3	

АД 256, типовий сорт зернокармального використання, а також АД 51, Ладне, Ратне, АДМ 13 (Україна) та сорти, створені в інших країнах (Lamberto, Moderato, Rawo, Secundo з Польщі; ТИ 17, Каприз, Водолей, Прорыв із РФ), через надміру слабку клейковину, мали низькі хлібопекарські властивості. Суттєвим кроком на шляху вдосконалення тритикале стало створення сортів Раритет, Амос і Маркіян. Якість борошна, тіста й хліба цих сортів істотно краще, ніж у сортів АД 256 та Гарне: сила борошна – 190 – 213 о.а, об'єм хліба – 573 – 633 мл, загальна хлібопекарська оцінка – 9 балів. Борошно створених сортів хлібопекарського призначення придатне для виробництва хліба за пшеничною технологією, без поліпшувачів і преміксів.

У 2001 – 2011 рр. сила борошна у сорту АД 256 варіювала в межах 39 – 105 о.а., сортів хлібопекарського призначення Раритет, Амос і Маркіян – 144 – 275 о.а., озимої м'якої пшениці (Одеська 267) – 216 – 386 о.а.

За такими важливими фізичними властивостями тіста, як час утворення, стійкість проти замішування, стабільність, нові тритикале втричі перевершують зернокарбові сорти. Показники розрідження тіста, загальної валориметричної оцінки, об'ємного виходу хліба зі 100 г борошна та загальної хлібопекарської оцінки цих сортів тритикале відповідають вимогам, котрі висувають до цінних і сильних пшениць.

На підвищення загальної хлібопекарської оцінки спрямовано дію низки ознак і показників, що розташовуються відповідно до посилення їх впливу в інтервалі $r = 0,42 \dots 0,87$: виповненість зерна, сила борошна, пружність тіста, седиментація, стабільність, водо поглинальна здатність, стійкість й опір тіста, загальна валориметрична оцінка, об'єм, еластичність і пористість хліба.

Установлено, що за ознаками пружність й опір тіста та пористість хліба з імовірністю 0,51...0,94 можливий достовірний-високодостовірний прогноз хлібопекарських властивостей низькостеблових сортів тритикале. Виведено формули множинної залежності, що забезпечують прогнози загальної хлібопекарської оцінки із імовірністю 0,77 – 0,93. Регресійним аналізом засвідчено високу достовірність прогнозування хлібопекарських властивостей низькостеблових тритикале залежно від комплексу показників: виповненість зерна, пружність тіста, сила борошна, стійкість, опір і стабільність тіста, загальна валориметрична оцінка, об'єм хліба.

Визначено, що в Україні подальше зростання врожайності тритикале стримувалось через їх високорослість, недостатню посухо- і спекостійкість. Тому наші дослідження було спрямовано на створення низькостеблових, високопродуктивних ліній із поліпшеною якістю зерна та формування багатолінійних сортів тритикале з довжиною соломини 85 – 100 см, пружною та еластичною клейковиною, що гарантує отримання високоякісного хліба без застосування поліпшувачів.

Для розв'язання завдання здійснено 18,6 тис. комбінацій, з яких внутрішньовидові гібриди склали 69,1 %, що сприяло вирішенню проблеми поєднання в генотипі тритикале підвищеної продуктивності із низкорослістю і високими хлібопекарськими властивостями. Їх створено вперше. У результаті багаторічних випробувань гібридної популяції Раритет / ХАД 7 в умовах гостропосушливого Степу та Лісостепу, серед проаналізованих 3,8 тис. потомств виокремили стабільні, продуктивні рослини з висотою стебла 40 – 95 см. Контрастність вихідних компонентів за якістю клейковини, високі показники розтяжності тіста у ХАД 7 і пружності клейковинного комплексу Раритету підвищили ймовірність появи за доволі великого обсягу вибірки низькостеблових ліній із чудовими хлібопекарськими властивостями, причому кращими, ніж у батьківських компонентів. Встановлено, що фізичні властивості зерна низькостеблових тритикале значно підвищені за силою борошна, пружністю, розтяжністю тіста, об'ємом хліба (табл. 11, 12).

Таблиця 11 – Морфологічні та технологічні особливості гексаплоїдних тритикале (2014 – 2017 рр., \bar{X})

Сорт	Висота рослин, см	Урожайність, т/га	Білок у зерні, %	Клейковина у борошні, %	ІДК, од.	Число падіння, с	Пружність тіста, мм	Розтяжність тіста, мм	Сила борошна, о.а.	Об'єм хліба, мл	Загальна хлібопекарська оцінка, бал
Тритикале озиме											
АД 256, ст.	136	5,61	12,30	16,7	82	206	39	37	57	473	6,6
Раритет, ст.	125	6,87	11,52	17,4	55	254	71	74	194	627	9,0
Тимофій	92	9,94	11,67	17,0	54	152	84	81	210	698	8,7
Пудік	90	10,14	11,39	20,3	45	226	81	77	226	727	9,0
Єлань	94	10,36	11,87	19,0	50	199	72	77	229	800	9,0
Тритикале дворучки											
Ярослава	125	8,68	12,18	20,4	63	203	65	77	157	617	8,7
Олександра	128	8,56	12,06	18,6	50	206	88	57	196	640	8,6
Пшениця озима											
Подольанка, ст.	102	6,25	12,44	27,0	63	263	72	69	207	657	8,8
НІР _{0,05}	8,42	1,20	0,23	1,47	7,9	15,1	6,9	6,0	26,0	56	0,45

Низькостеблові тритикале мають винятково пружну клейковину, ІДК варіює в інтервалі 30 – 54 о.п. Кращі низькостеблові лінії мають перевагу за силою борошна як порівняно з фуражними, так і з раніше одержаними сортами хлібопекарських тритикале. Доведено, що найважливішим показником хлібопекарських якостей тритикале є збалансованість пружності (Р) й розтяжності (L) тіста на максимально високому рівні. У сортів Тимофій, Пудік та Єлань, сформованих із залученням кращих низькостеблових ліній, пружність-розтяжність була стабільно високою.

Створені низькостеблові тритикале дають пружне, стійке проти замішування та розрідження, еластичне, з високою газоутримувальною здатністю тісто, яке не поступається показникам фаринограм цінній і сильній пшеницям. Об'єм хліба у разі його виготовлення за пшеничною технологією без поліпшувачів становив у них 610 – 880 мл із загальною хлібопекарською оцінкою 8,6 – 9 балів (табл. 13).

Низькостеблові сорти тритикале Тимофій, Пудік, Єлань та Єгор, створені відповідно до розробленої технології (деклараційний патент № 44901, 2009 р.), вирізняються високою потенційною та реальною врожайністю зерна, комплексним імунітетом проти основних хвороб, високими хлібопекарськими властивостями.

Таблиця 12 – Фізичні властивості тіста й хліба тритикале та пшениці (2014 – 2017 рр.)

Сорт	Країна	Сила борошна, о.а.	Водопоглинальна здатність, %	Тісто					Загальна валориметрична оцінка, о.в.	Об'єм хліба, мл
				час утворення, хв.	стійкість, хв.	опірність, хв.	стабільність, хв.	розрідження, о.ф.		
АД 256, ст.	UA	57	56,0	1,95	2,29	4,24	4,03	156	48	473
Раритет, ст.	UA	194	55,1	2,65	6,46	9,17	9,10	87	74	627
Тимофій	UA	210	53,4	2,85	10,75	13,60	15,15	81	84	698
Пудік	UA	226	55,5	3,20	12,50	15,70	17,20	62	90	727
Єлань	UA	229	54,8	2,90	10,50	13,40	13,85	75	86	800
Рауо	POL	65	55,6	2,10	2,03	4,27	3,47	180	48	390
Подольнка	UA	207	59,7	2,82	10,20	13,07	15,47	73	85	657
НІР _{0,05}	-	46,3	2,01	0,20	2,19	2,34	2,72	28,8	13,1	73,1

Таблиця 13 – Технологічні властивості борошна та якість хліба тритикале за стандартного випікання без поліпшувачів (2018 р.)

Сорт	Вміст сирової клейковини, %	ІДК, о.п.	Число падіння, с	Тісто, мм		Сила борошна, о.а.	Об'ємний вихід хліба, мл	Пористість, бал	Колір м'якуша, бал	Загальна хлібопекарська оцінка, бал
				пружність	розтяжність					
Тритикале										
АД 256	16,0	65	130	39	68	92	500	5	5	6,1
Раритет	13,5	55	154	81	46	183	730	9	9	9,0
Тимофій	22,5	55	137	98	63	217	850	9	9	9,0
Тимофій*	18,0	15	220	101	60	268	670	9	7	8,1
Rotondo**	13,5	105	68	44	33	52	400	3	7	5,0
Toledo**	18,5	85	67	31	40	46	550	7	7	7,0
Пшениця										
Подольнка	23,5	35	284	77	75	255	760	9	9	9,0
Середнє	19,1	68,3	145,4	61,7	50,	136	610,0	6,6	7,2	7,3
НІР _{0,05}	3,15	23,85	52,1	20,7	13,5	71,0	115,4	2	1,2	1,2

Примітка. * – зерно вирощено в гостропосушливому степу (Маріуполь);

** – сорти фірми Danko, Польща.

У сортів тритикале Тимофій, Пудік та Єлань фізичні властивості тіста, об'ємний вихід і якість хліба істотно краще порівняно з тритикале місцевої і зарубіжної селекції.

За найважливішими показниками якості тіста (час утворення, стійкість і спротив заміщуванню, стабільність, розрідження), об'ємного виходу хліба,

загальної валориметричної і хлібопекарської оцінки ці сорти не поступаються сильній пшениці Подолянка. У посушливих умовах сорт Тимофій формує зерно також із високими хлібопекарськими властивостями причому як у Лісостепу, так і в гостропосушливому Степу (табл. 13, рис. 5).



Рис. 5 – Хлібці, що випечені зі 100 г борошна тритикале без поліпшувачів, врожай 2018 р., попередник – чорний пар: 1 – Раритет; 2 – АД 256 (фуражне тритикале); 3 – Подолянка (м'яка пшениця); 4 – Тимофій; 5 – Траперо (Польща); 6 – Salto (Польща); 7 – Toledo (Польща); 8 – Rotondo (Польща); 9 – Тимофій*.

Примітка: * – зерно сорту Тимофій вирощено на піщаному ґрунті в умовах гострої посухи.

Потенціал продуктивності сортів Тимофій, Єлань, Пудік, Адам перевищує 10 – 12 т/га, що підтверджено в конкурсних і державному випробуваннях в Україні та екологічних випробуваннях в Польщі та США за умов 2018 – 2020 рр.

Низькостеблові сорти тритикале із високими хлібопекарськими властивостями дозволено до поширення в Україні: з 2019 р. – Тимофій, з 2020 р. – Пудік, Єлань та Олександра. Державне випробування сортів Адам і Новатор триває.

Високу якість клейковини, тіста й хліба сортів тритикале Тимофій, Адам та Пудік підтверджено в досліджах Каліфорнійського університету Девіса (США) та Університету харчових технологій (м. Жешув, Польща). За даними лабораторії з оцінки якості зерна пшениці штату Каліфорнія, серед проаналізованих 200 сортів тритикале, Тимофій за хлібопекарськими властивостями зайняв перше місце із об'ємом хліба 740 мл (Hegarty J. et al., 2019). Врожайність зерна сортів Тимофій, Пудік та Ярослава в умовах 2019–2020 рр. становила на богарі 5,2–7,1 т/га (штати Каліфорнія, Колорадо) та 11,8–13,94 т/га на зрошенні у м. Талелейк (Каліфорнія). Високоякісне зерно сформували сорти Тимофій, Пудік, Єлань та Адам і в умовах Польщі (табл. 13, 14, рис. 6-9). За найважливішими показниками якості клейковини, тіста і хліба, створені сорти тритикале не поступаються, або випереджають сорти пшениці м'якої класу А Sailor та Euforia (Щипак Г.В., Святченко С.І., Вось Х. та ін., 2021).

Проблема нестабільної урожайності зернових культур загострилася через глобальні зміни клімату. До таких умов більшість сучасних високопродуктивних, екологічно вузькоспеціалізованих, монолінійних сортів погано пристосована, про що свідчить поглиблення розриву між потенційною (8–13 т/га) та фактичною продуктивністю.

Таблиця 14 – Якість борошна та тіста зразків тритикале в умовах Польщі (м. Чемпінь, 2019 р.)

Сорт	Клейковина, сира, %	Число падіння, сек.	Якість тіста (показник фаринографа)					
			Водопоглинаюча здатність, %	Час утворення, хв.	Стабільність, хв.	Розрідженість, о.ф.		Оцінка якості, од.
						через 10 хв.	через 12 хв.	
Sailor*	48,3	421	60,0	6,4	17,1	9,7	11,3	200
Panteon**	34,3	248	59,9	3,9	2,4	143,0	172,3	45
Єлань	23,4	78	53,0	2,4	18,0	26,7	0,0	200
Тимофій	29,6	90	52,8	2,3	13,6	7,7	0,0	150
Пудік	17,0	131	53,0	2,9	17,9	35,3	0,0	200
Адам	34,3	115	55,4	3,2	12,8	12,7	0,0	150
Середнє	31,2	180,5	55,7	3,5	13,6	39,2	30,6	157,5
НІР _{0,05}	6,3	48,7	3,86	1,71	6,66	18,3	-	67,7

*Пшениця м'яка групи А ("Hadm ersleben", Німеччина);

**Тритикале (Plant Breeding Company Strzelce, Польща).

Важливість синтезу організмо-центристського та популяційного підходів у селекції відзначали Вавилов М.І., Мейстер Г.К., Синская Е.Н. (Молчан И.М., Синская Е.Н., 1990). У рамках екологічного, енерго- та ресурсоощадного землеробства потрібний саме такий підхід. Ігнорування ролі біоценогенетичних принципів у селекції і популяційних процесів між рослинами, прямолінійне прагнення до генетичної одноманітності безпосередньо пов'язане зі зниженням адаптивних можливостей сортів, що за екстремальних умов (епіфітотії, суворі зими, тривалі посухи) призводить до колосальних втрат сільськогосподарської продукції.

Доведено, що опрацювання гібридних популяцій у контрастних агроекологічних умовах і багаторічні добори морфологічно однорідних ліній із специфічним рівнем вияву основних кількісних та якісних ознак дають змогу сформувати синтетичні сорти з істотно кращою адаптивністю. У цьому аспекті сутність сорту виходить за рамки біологічного поняття як сукупності генотипів, що є потомствами однієї елітної рослини.

Реальну структуру культурного рослинного співтовариства можна охарактеризувати господарсько біологічним визначенням сорту як сукупності цілеспрямовано відселектованих і штучно об'єднаних, вирівняних, константних, комплементарних за лімітувальними фізіолого-біохімічними ознаками ліній спорідненого походження.

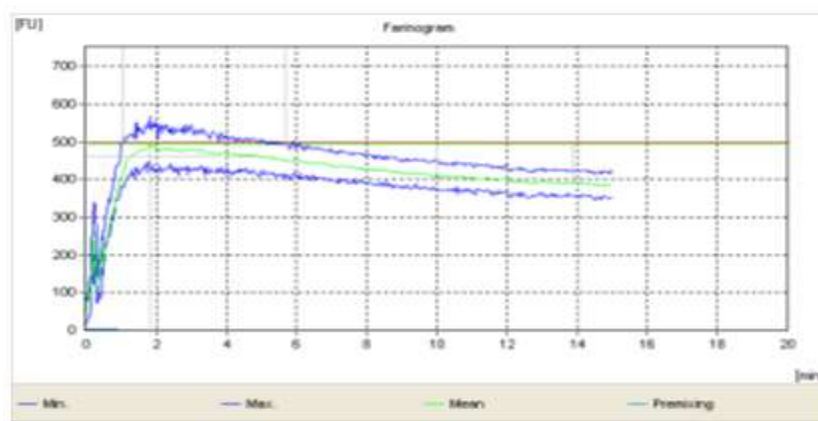
Таблиця 15 – Якість борошна та тіста в умовах Польщі (Університет харчових технологій, м. Жешув, 2020 р.)

Сорт	Вміст білка, %	Клейковина, сира, %	Число падіння, сек.	Якість тіста (показники фаринографа)					
				Водопоглинаюча здатність, %	Час утворення, хв.	Стабільність, хв.	Розрідженість, о.ф.		Оцінка якості, од.
							через 10 хв.	через 12 хв.	
Euforia*	13,3	36,9	422	53,3	2,0	4,9	73,0	93,0	52
Panteon**	13,4	31,8	333	55,5	1,3	1,5	236,0	256,0	24
Mieszko**	12,1	23,2	322	59,1	1,8	1,3	195,0	225,0	28
Єлань	13,7	19,6	248	53,2	13,5	13,4	17,0	0,0	158
Тимофій	14,6	24,6	228	50,4	7,8	15,4	15,0	48,0	142
Пудік	13,5	20,7	257	50,5	9,1	17,0	4,0	53,0	158
Адам	14,7	30,0	217	53,0	6,2	13,5	17,0	32,0	127
Середнє значення	13,6	26,7	289,6	53,6	6,0	9,6	79,6	101,0	98,4
НР _{0,05}	0,8	6,1	70,6	2,9	4,4	6,5	92,6	95,8	58,9

*Пшениця м'яка групи А;

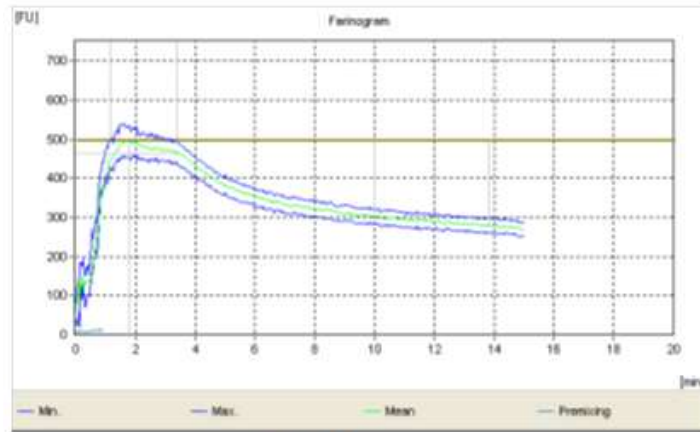
**Тритикале (Plant Breeding Company Strzelce, Польща).

Збалансована, морфологічно однорідна, стабільна й водночас складна, динамічна (нелінійна) гетерогенна система забезпечує високу буферність і пластичність популяції в умовах середовища, що непередбачувано змінюється. До сортів такого типу належать створені сорти тритикале Амфідиплоїд 256, Гарне, Раритет, Тимофій та ін.



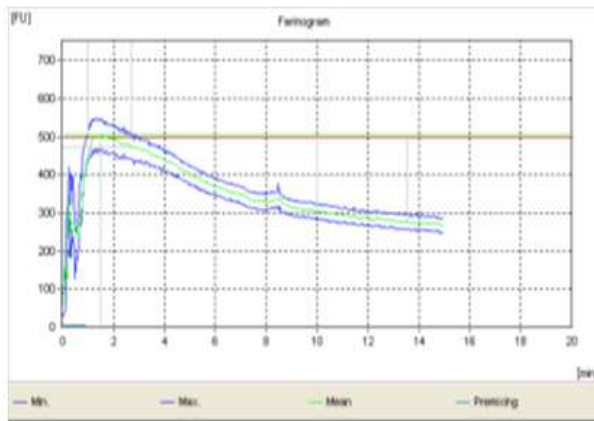
1 – Euforia

Рис. 6 – Фаринограма сорту пшениці озимої Euforia, 2020 р.

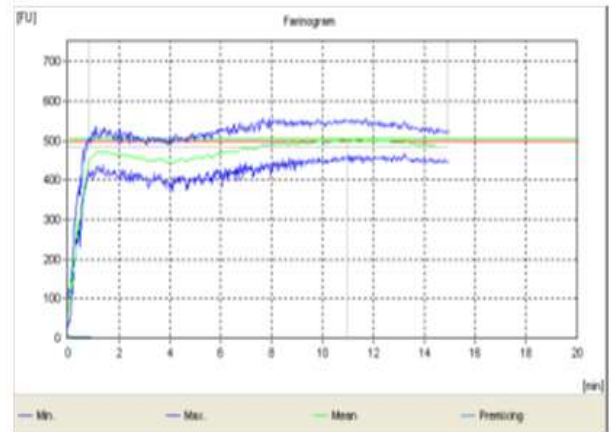


2 – Panteon

Рис. 7 – Фаринограма сорту тритикале озимого Panteon, 2020 р.

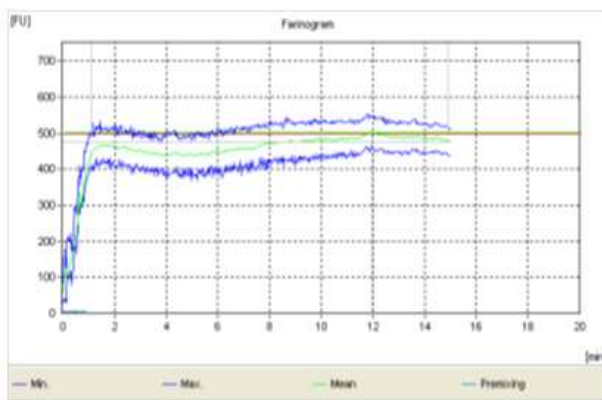


3 – Mieszko

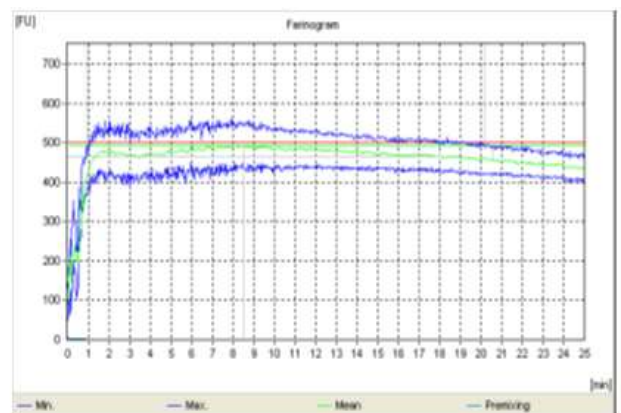


4 – Єлань

Рис. 8 – Фаринограми сортів тритикале озимого Mieszko та Єлань, 2020 р.



5 – Пудік



6 – Тимофій

Рис. 9 – Фаринограми сортів тритикале озимого Пудік та Тимофій, 2020 р.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТРИТИКАЛЕ

Економічна доцільність вирощування спеціалізованих за призначенням сортів тритикале складається з їх спроможності забезпечувати високу врожайність зерна (8,5 – 12,5 т/га) і зеленої маси (55 – 65 т/га). Продукти переробки зерна тритикале (борошно для виготовлення хліба та хлібобулкових виробів, комбікорми, крупи, спирт) доповнюють асортимент і складають конкуренцію традиційним культурам. Комплекс унікальних властивостей тритикале дає змогу заощаджувати ресурси завдяки виключенню окремих заходів, притаманних технології вирощування пшениці. Дослідженнями наукових установ в різних агроекологічних зонах встановлено й багаточисельними прикладами з виробничої практики засвідчено можливість без зниження врожайності не застосовувати протруєння насіння, фунгіциди й гербіциди для більшості сортів тритикале. У результаті відбувається економія витрат праці, ПММ, хімічних препаратів, що призводить до зниження технологічної собівартості порівняно з пшеницею на 15 – 25 % (Конащук І.О., 2011; Шустер О.О., 2014; Крючкова Т.Е., 2015; Шорбан В.І., 2017).

На даний час в Україні під посівами тритикале зайнято близько 180 – 200 тис. га., в середньому в кожній області – від двох до восьми тис. га. У Лісостепу та Західному Поліссі України успішно впроваджуються сорти тритикале, створені спільно ІР НААН та Волинською ДСГДС. Ефективність селекційної роботи та співпраці між Інститутом рослинництва і Волинською ДСГДС засвідчує прогресивне зростання посівних площ під тритикале у Волинській області. За період з 2003 по 2017 роки площі посівів збільшились з 14,5 до 24,0 тис. га, а середній обсяг виробництва та реалізації зерна – до 57,5 тис. тонн. В подальшому площі посівів планується збільшити до 40 тис. га, а обсяги виробництва до 100 тис. тонн. Розширенню посівних площ сприяє добре налагоджене насінництво. Протягом останніх 15 років об'єми виробництва насіння сортів тритикале в мережі Волинської ДСГДС збільшились з 240 до 2000 тонн. Мережею ІР НААН за останні шість років було вироблено 1,4 тис. тонн насіння озимого тритикале, реалізовано 862 тонни, отримано коштів 3,9 млн. грн. Установлено, що ефективність вирощування тритикале озимого підвищується із застосуванням менших норм висіву. Це стосується високозимостійких сортотипів (Букет, Донець, Гарне, Леонтій, Шаланда, Тимофій), здатних до інтенсивного кущення, надто за розріджених посівів і сівби на початку рекомендованого терміну. Показано, що використовуючи менші норми висіву подібних сортів тритикале, в поєднанні із застосуванням оптимально високих доз азоту (N_{90-120}), внесених урозраб у три прийоми на фоні P_{60-90} , K_{60-90} , можна впливати на регулювання росту і розвитку рослин, формувати врожайність зерна на рівні 5 – 8 – 12 т/га з вмістом білка 12 – 13 %, клейковини 18 – 29 %, крохмалю 63 – 68 %, об'ємом хліба до 680 – 880 мл та із загальною хлібопекарською оцінкою 7,5 – 9 балів залежно від сорту.

Економічний аналіз виробництва насіння тритикале озимого свідчить про те, що за врожайності насіння 4 – 6 т/га прибуток дорівнює 5,4 – 10,7 тис. грн./га, собівартість становить 1,2 – 1,7 тис. грн./га, рівень рентабельності – 96 – 186 % відповідно. Впровадження високоадаптивних сортів тритикале забезпечує одержання більш сталих врожаїв з істотно кращими показниками економічної ефективності порівняно з пшеницею м'якою озимою.

ВИСНОВКИ

У науковій роботі теоретично узагальнено і практично вирішено важливу наукову проблему щодо підвищення та реалізації генетичного потенціалу гексаплоїдних тритикале та пшениці озимої шляхом розробки та удосконалення методичних підходів до створення і оцінки селекційного матеріалу, добору комплексно цінних ліній зі специфічним рівнем прояву ознак якості клейковинно-білкового комплексу і створення сортів пшениці та тритикале, спеціалізованих за напрямками використання, зокрема середньо – та низькостеблових сортів з високими хлібопекарськими властивостями, що має велике значення для селекції та аграрного виробництва України.

1. Встановлено, що гібридні популяції гексаплоїдних тритикале від схрещування батьківських зразків із контрастним типом розвитку характеризуються довготривалим, понад 10 років, формотворчим процесом за морфо-біологічними ознаками, що зумовлено складною взаємодією нетотожних генетичних систем і специфічними умовами випробування.

2. Доведено можливість ідентифікації цінних гібридних комбінацій і виокремлення збалансованих, високопродуктивних генотипів тритикале та пшениці, що поєднують комплекс потрібних ознак на високому рівні, краще пристосованих до постійної зміни середовища, істотно підвищується за одночасного їх випробування в різноманітних еколого-географічних умовах.

3. Розширення генофонду гексаплоїдних тритикале для внутрішньовидової гібридизації форм із різним типом розвитку сприяло створенню унікальних за мінливістю гібридних комбінацій і добору ліній, збалансованих за комплексом ознак адаптивності, продуктивності та якості, з підвищеною сортоутворювальною здатністю, що дало змогу сформувати на багатолінійній основі спеціалізовані за призначенням, з високою (АД 256, Гарне, Степан, Харроза) та підвищеною зимостійкістю, витривалі до посухи (Амос, Букет, Ратне, Раритет, Шаланда тощо), середньорослі (Амос, Ніканор, Ярослава, Пластун волинський, Олександра) та низькостеблові сорти (Тимофій, Єлань, Пудік) з потенційною врожайністю 9,5 – 12,5 т/га і хлібопекарськими властивостями на рівні цінних і сильних пшениць.

4. За найсуворіших за 1980 – 2017 рр. умов перезимівлі, що склалися в 2003 р., отримано чітку диференціацію за зимостійкістю тритикале вітчизняної та іноземної селекції. Загинули або сильно зрідилися сорти пшениці м'якої озимої (0 – 1,5 бали). Створені тритикале з підвищеною та високою зимостійкістю АД 52, АД 256, Гарне, Харроза, Букет збереглися на 7 – 7,5 бали. Сорти з Болгарії, Чехії, Німеччини, Польщі, а також деякі сорти

з України (Антей, АДП 2, Тандем) і Російської Федерації (Авангард, Прорыв, Снегиревская зернокормовая) загинули.

5. Трансгресивні за зимостійкістю, комплексно цінні лінії відібрано з гібридів ярі / озимі (Сокіл / АД 52, АД 992 (Мексика) / АД 52), дворучки / озимі (ХАД 2584 / Гарне), озимі / озимі (АД 206 / Раритет). На підставі створених ліній сформовано багатолінійні сорти Амос, Букет, Маркіян, Харроза, Шаланда з вищесередньою-підвищеною та високою зимостійкістю.

6. Встановлено, що слабкий розвиток окремих морфоструктурних елементів рослин тритикале компенсується посиленням інших органів і систем адаптивності, що проявляється в особливостях нових сортів з високою посухостійкістю. Створені тритикале з високою посухожаростійкістю формують потужну провідну систему з 53-62 великих судинно-волокнистих пучків, підвищеною кількістю устячок на зворотній поверхні листа (в середньому 150 проти 136 у сортів м'якої пшениці).

7. Результатами досліджень доведено, що урожайність стандартних сортів тритикале озимого за 1972 – 2015 рр. має істотну перевагу над пшеницею м'якою озимою. Пересічно за 43 роки сорти тритикале перевищили сорти пшениці на 1,07 т/га. Нові спеціалізовані сорти озимого типу розвитку Амос, Букет, Маркіян, Ніканор, Харроза, Шаланда й дворучки Ярослава та Пластун волинський пересічно за 5...15 років конкурсних випробувань сягнули врожайності 6,54 – 8,21 т/га, що на 0,8 – 2,47 т/га більше за стандартний сорт тритикале озимого Раритет.

8. Встановлено, що завдяки внутрішньовидовій гібридизації і широкомасштабним доборам можливе виділення низькостеблових, високопродуктивних ліній тритикале з висотою рослин до 95 см і потенційною врожайністю понад 12 т/га. Створено цінний генофонд тритикале з короткою соломиною (2,5 тис. зразків), які пройшли випробування в контрастних агроecологічних зонах. Нові тритикале характеризуються високою посухо-спекостійкістю, формують густий стеблостій (570 – 620 колосів на 1 м²), виповнене зерно з масою 1000 штук до 58,9 г. За посушливих умов 2014 – 2015 рр. врожайність низькостеблових тритикале становила 6,4 – 9,33 т/га, що перевищує стандартний сорт Раритет на 1,41–3,1 т/га, польський короткостебловий сорт Baltiko – на 1,27 – 2,96 т/га, пшеницю Подолянка – на 1,08 – 1,94 т/га.

9. Доведено, що співвідношення «ярих» та озимих потомств у популяціях F₂ залежить від фізіолого-генетичних особливостей обох компонентів схрещування й на варіантах ярі/озимі відповідає частіше моногенному контролю яровості, а в комбінаціях дворучкі/озимі наближається до 1:1, що спостерігається у разі бекросування F₁ (ярі/озимі) озимою формою. У комбінаціях від схрещування дворучок тритикале з ярими у F₂ озимих генотипів не виявлено. За схрещування пізньостиглих дворучок між собою співвідношення рослин, здатних до виходу в трубку або колосіння, та озимих наближалася до 63:1.

10. Встановлено, що у гібридних популяціях від схрещування контрастних за типом розвитку сортів тритикале за відносно повільної стабілізації за морфо-біологічними ознаками перевагу за чисельністю мали потомства, що розщеплювалися за типом розвитку й були здатні до колосіння за весняної сівби. Їх кількість сягнула 48 – 60 %. Константних носіїв домінантних генів системи Vrn налічувалося 28 – 37 %, а решта – стабільні озимі біотиби, кількість яких знижувалась у $F_2 - F_{10}$ із 26,1 до 12,3 %. Головний чинник, що сприяє збільшенню поліморфних за генами Vrn / vrn біотипів, – їх підвищена адаптивна здатність, яка гарантує стабільнішу продуктивність і, як результат, домінування в популяції.

11. Сформовано унікальний за комплексом господарсько цінних ознак генофонд, що характеризується високими показниками адаптивних властивостей, продуктивності рослин і надто якості зерна за осінніх і весняних посівів. Сорти тритикале Ярослава та Пластун волинський, біологічні дворучки, з вищесередньою-підвищеною зимостійкістю, потенційною врожайністю зерна понад 10 т/га, з вищесередніми-високими хлібопекарськими властивостями внесено до Державного реєстру сортів рослин України як озимі сорти у 2018 – 2019 рр. Універсальний сорт тритикале дворучку Олександра зареєстровано з 2020 р. для весняного та осіннього висівання.

12. Для забезпечення більшої синхронності темпів онтогенезу рослин із зовнішнім середовищем слід створювати багатолінійні сорти, структура яких має бути збалансована з урахуванням різноманітних аномалій, що виникають упродовж вегетації. Підвищену адаптивну ємність мають озимо-ярі гібридні популяції, компоненти яких характеризуються такими потребами чинників зовнішнього середовища, що не збігаються у часі в критичні фази існування та формування врожаю. Витривалість сорту зростає за включення до його складу морфологічно однорідних сімей, які розрізняються за типом розвитку та іншими фізіолого-генетичними властивостями.

13. Розроблено та впроваджено до селекційної практики популяційний спосіб створення високоадаптивних, пластичних сортів тритикале. Багатолінійний досвід пропрацювання в контрастних умовах гібридних популяцій від схрещування різних за типом розвитку батьківських компонентів свідчить про реальні можливості добору генотипів із дуже складно поєднуваними ознаками, до яких у гексаплоїдних тритикале належить висока продуктивність, якість зерна, зимостійкість разом із здатністю до колосіння та визрівання за весняного висівання. Критична температура вимерзання кращих за продуктивністю ліній і сортів альтернативного типу розвитку становить мінус 16,5...–18,5°C, озимого стандартного сорту тритикале – мінус 18,5... –21°C, ярих тритикале – мінус 8 °C.

14. Встановлено, що для тритикале альтернативного типу розвитку сприятливішими є осінні посіви. За рівнем вияву господарсько цінних ознак дворучки тритикале осіннього висівання мали перевагу над весняним на 35,7 – 64,3 %. Максимальні показники врожайності окремих сортів дворучок

осіннього висівання перевищували весняний рівень на 125,4 %. На державну реєстрацію за останні сім років передано шість сортів тритикале альтернативного та поліморфного типу розвитку. Сортова популяція, поліморфна за типом розвитку, що сформована з озимих ліній і дворучок у співвідношенні 1:1, успішно пройшла державне випробування і дозволена для поширення в Україні з 2016 р. як озимий сорт Ніканор.

15. У результаті багаторічних досліджень з удосконалення кормових і зерно кормових сортів тритикале озимого методами внутрішньо- і міжвидової гібридизації створено й упроваджено у виробництво серію сортів (АД 44, АД 51, Ладне, АД 256, Донець, Леонтій) із потенційною врожайністю зерна 8,5 – 9,5 т/га, зеленої маси 55 – 75 т/га, вмістом протеїну 9,5 – 18,3 %.

16. Завдяки міжродовій і внутрішньовидовій гібридизації на багатолінійній основі створено й впроваджено у виробництво спеціалізовані за використанням зернові сорти фуражного й технічного призначення (АД 52, Харроза), хлібопекарського напрямку (Раритет, Амос, Маркіян, Тимофій, Пудік, Єлань) з підвищеним і високим рівнем адаптивних властивостей, потенційною врожайністю 9,5 – 12,5 т/га, високими хлібопекарськими та харчовими якостями.

17. Методом внутрішньовидової гібридизації пшенично-житніх амфідиплоїдів із різним типом розвитку створено на багатолінійній основі тритикале універсального призначення – озимі (Гарне, Ратне, Шаланда), дворучки (Ярослава, Пластун волинський, Олександра) та поліморфний за типом розвитку сорт Ніканор, що поєднують високі врожайні, адаптивні та якісні показники зерно кормових, зернофуражних сортів із середніми (Шаланда, Ратне), підвищеними (Гарне) та вищесередніми-високими хлібопекарськими властивостями (Ярослава, Пластун волинський, Олександра).

18. Встановлено, що зморшкуватість зернівок гексаплоїдних тритикале зумовлена функціональними аномаліями в генетичній і, як наслідок, фізіолого-біохімічній системах, що виявляється в результаті взаємодії батьківських геномів. Тривалий пошук оптимальних варіантів поєднання хромосом пшениці та жита за між- і внутрішньовидової гібридизації із застосуванням безперервного добору в контрастних умовах може призвести до створення високопродуктивних, багатолінійних сортів озимого типу й дворучок із виповненим зерном, легким обмолотом, підвищеними та високими хлібопекарськими властивостями.

19. За внутрішньовидової гібридизації тритикале з різним типом розвитку і вмістом білка вихід високобілкових трансгресивних ліній становив 0,38 – 3,92 %. Надто великою білковістю характеризуються високорослі, зерно кормові сорти АД 44 та АД 51 (пересічно за 11 років 15,2 %). Можливість отримання середньорослих і низькостеблових сортів тритикале, що поєднують стабільно підвищений вміст білка в зерні з високим рівнем виповненості, встановлено створенням серії ліній під загальною назвою Волинська дворучка (пересічно за шість років 15,3 % білка).

За збиранням білка з одиниці площі виведені сорти гексаплоїдних тритикале перевищують сорти пшениці та жита. Пересічно за 20 років сорти тритикале забезпечили 0,63 т/га, пшениці – 0,47 т/га, жита – 0,56 т/га білка.

20. Доведено, що цілеспрямовані добори на підвищення вмісту крохмалю в зерні забезпечили виділення ліній ХАД 383, ХАД 698, ХАД 726, які накопичують 70,1 – 71,1 % крохмалю, 10,5 – 11,4 % білка, формують виповнене, гладеньке (8 – 9 балів) зерно з масою 1000 шт. 43,2 – 54,2 г і підвищеною твердістю (90,1 – 116 Н).

21. Встановлено, що крохмаль як найбільша складова зерна та борошна ліній і сортів тритикале істотно впливає на ступінь вияву технологічних властивостей. Тісний зв'язок вмісту крохмалю середнього-вищесереднього рівня встановлено з деякими ключовими показниками якості хліба тритикале: еластичністю м'якуша (+0,39), пористістю хліба (+0,46) і розтяжністю тіста (+0,57). Спостерігався негативний вплив вмісту крохмалю середнього рівня ($r = -0,46$) на розрідженість тіста.

22. Встановлено, що на хлібопекарські властивості тритикале позитивно впливають клейковинні фракції білка відповідної якості, збалансовані на високому рівні у співвідношенні Gli / Glu 0,8 – 1, що перебувають у багатофункціональній взаємодії з іншими складовими борошна. Важливу роль Gli/Glu у визначенні якості хліба пшенично-житніх амфідиплоїдів доведено створенням сорту Раритет ($Gli / Glu = 0,87$) із підвищеними хлібопекарськими та змішувальними властивостями. Він має високі показники та оптимальне співвідношення пружності й розтяжності тіста, чим досягається потрібний баланс між еластичністю, в'язкістю і пружністю, що забезпечує належний рівень газотримувальної здатності. Впродовж 15 років сорт Раритет мав найвищу та найстабільнішу якість борошна, тіста й хліба.

23. Встановлено ключову відмінність зернофуражного сорту АД 256 від тритикале хлібопекарського призначення Раритет, яка полягала у наявності в останнього в γ -зоні позиції 3. Окрім АД 256, позицію γ 3 не мали сорти Булат, Гарне, Степан, Харроза, Папсуєвська, Пшеничне з низькою-середньою якістю клейковини, тіста й хліба. Доведено, що за складом глютенінів є деякі відмінності між сортами тритикале з різним рівнем якості клейковини, тіста й хліба. В електрофоретичних спектрах глютеніну низькостеблового сорту тритикале Тимофій із високими хлібопекарськими властивостями наявні субодиниці 2^*-7+9 (80 %) і 2^*-7+8 (20 %). Найвищу якість клейковини, тіста й хліба виявлено у сортів Пудік та Єлань із субодиницею 2^*-7+8 .

24. Встановлено достовірний прогноз хлібопекарських властивостей гексаплоїдних тритикале за ознаками пружність тіста, опір тіста і пористість хліба. Високодостовірне прогнозування якості хліба низькостеблових тритикале з імовірністю 92,7 % здійснюється за комплексом таких морфо-біологічних і технологічних ознак: виповненість зерна, пружність тіста, сила борошна, стійкість, опір і стабільність тіста, загальна валориметрична оцінка, об'єм хліба, його пористість й еластичність м'якуша.

25. Комплексний аналіз якості зерна створених сортів тритикале кормового призначення виявив у них низьку силу борошна (52 – 92 о.а.), дуже слабку пружність тіста (46 – 52 мм), яке інтенсивно розріджується. Хліб із борошна подібних тритикале у разі його виготовлення за пшеничною технологією без поліпшувачів виходить малого об'єму (350 – 400 мл), а загальна хлібопекарська оцінка не перевищує 5 – 7 балів. На відміну від фуражних сортів, тритикале хлібопекарського призначення формують винятково пружну клейковину (ІДК 30 – 50 о.п.), характеризуються збалансованою якістю тіста на істотно вищому рівні. У першого сорту тритикале з високими хлібопекарськими властивостями Раритет пересічно за 10 років сила борошна становила 193 о.а., пружність тіста – 71, розтяжність – 74 мм, співвідношення P/L дорівнювало одиниці за об'єму хліба 530 мл і загальної хлібопекарської оцінки 9 балів.

26. Доведено, що кращі низькостеблові сорти (Тимофій, Єлань, Пудік) за силою борошна, якістю тіста й хліба мають перевагу як перед фуражними (АД 256), так і раніше створеними середньостебловими сортами тритикале хлібопекарського призначення (Раритет, Амос, Ніканор). У 2014 – 2017 рр. сила борошна у низькостеблових тритикале становила 190 – 353 о.а., АД 256 – 57 о.а., Раритету – 194 о.а., пшениці озимої Подолянка – 207 о.а.

27. Доведено, що низькостеблові сорти тритикале здатні формувати пружне та водночас еластичне, стійке проти замішування та розрідження, з високою газотримувальною здатністю тісто, що не поступається показникам фаринограм цінної і сильної пшениці. Так, час утворення тіста становив 2,8 – 3,8 хв., стійкість 10,5 – 11,5 хв., спротив замішуванню – 13,5 – 15 хв., стабільність – 10,5 – 16,5 хв., розрідження тіста – 55 – 98 о. ф., загальна валориметрична оцінка – 85 – 89 о. в. Об'єм хліба нових сортів тритикале у разі його виготовлення без застосування поліпшувачів становив 610 – 880 мл із загальною хлібопекарською оцінкою 8,6 – 9 балів.

28. Методом внутрішньовидової гібридизації із залученням до схрещування озимих та ярих сортів пшениці м'якої, носіїв транслокацій 1В/1R і 1АL/1RS за тривалого пропрацювання в контрастних агрокліматичних умовах відселектовано морфологічно однорідні лінії озимого типу розвитку з підвищеною зимостійкістю та комплексом господарсько цінних ознак і на їх основі сформовано багатолінійні сорти з високими адаптивними, врожайними та якісними властивостями.

29. Доведено, що застосована схема системних екологічних випробувань гібридних популяцій і ліній, створених за участю зразків із різним типом розвитку, сприяє добору пластичних, високопродуктивних генотипів, на основі яких відповідно до розробленої технології формування багатолінійних агрофітоценозів створено 21 сорт гексаплоїдних тритикале.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Селекційним установам, що працюють із тритикале та пшеницею використовувати у селекційних програмах:

- сорти тритикале з високою і стабільною врожайністю – Букет, Гарне, Донець, Леонтій, Ратне, Олександра, Тимофій; високою зимостійкістю – АД 52, АД 256, Леонтій, Степан, Шаланда; високим вмістом білка – АД 44, АД 51, Ідеал; високою якістю клейковини, тіста та хліба – Амос, Раритет, Ніканор, Єлань, Олександра, Пудік, Тимофій; стійкі проти вилягання – Адам, Єгор, Пудік, Тимофій; із легким обмолочуванням зерна – АД 52, Харроза; стійкі до збудників сажки, іржі та борошнистої роси – Ніканор, Олександра, Єлань, Ідеал, Леонтій, Пластун волинський, Юнга;

- спосіб створення сортів тритикале озимого з підвищеними технологічними показниками якості зерна, який включає досягнення збалансованості клейковинного комплексу, сформованого з відселектованої в різних агрокліматичних умовах сукупності ліній зі складної за типом розвитку і рівнем якості гібридної популяції (ступінчаста внутрішньовидова гібридизація ярих, озимих і дворучок).

Аграрним підприємствам різних форм власності:

- вирощувати сорти тритикале Раритет – зерновий, на продовольчі цілі (виготовлення хліба та хлібобулкових виробів за пшеничною технологією без поліпшувачів); Амос – зерновий, хлібопекарські властивості високі (виробництво хліба та хлібобулкових виробів за пшеничною технологією без поліпшувачів); Букет – зерновий, універсального призначення, на кормові, технічні та харчові цілі (виготовлення хліба за житньою технологією); Шаланда – зерновий, універсального призначення (житня технологія виготовлення хліба); Ніканор – зерновий сорт універсального призначення, (виготовлення хліба за пшеничною технологією без поліпшувачів); Ярослава – зерновий сорт універсального призначення, хлібопекарські властивості вищесередні-високі; Пластун волинський – сорт універсального призначення, зерна за осіннього висівання понад 11 т/га, зеленої маси 50 – 60 т/га, хлібопекарські властивості вищесередні, кормові – високі; Донець – зернокармівий озимий сорт, кормові властивості чудові, хлібопекарські – низькі (житня технологія виготовлення хліба); Павлодарський – зернокармівий озимий сорт, витривалий проти складних попередників, потенційна врожайність зерна 8 – 9 т/га, зеленої маси 65 – 85 т/га, кормові властивості чудові; Тимофій – зерновий, низькостебловий (90 см), хлібопекарські властивості високі; Пудік – зерновий, низькостебловий (80 см), хлібопекарські властивості високі, на рівні цінних і сильних пшениць (об'єм хліба за пшеничною технологією без поліпшувачів 750 – 850 мл, загальна хлібопекарська оцінка – 9 балів); Леонтій зернокармівий озимий сорт, врожайність зерна 9–10 т/га, зеленої маси 65 – 75 т/га, кормові властивості чудові; Єлань – зерновий, низькостебловий (100 см), хлібопекарські властивості високі (об'єм хліба за пшеничною технологією без поліпшувачів понад 650 – 700 мл, загальна хлібопекарська оцінка –

9 балів); Олександра – перший в Україні сорт тритикале альтернативного типу розвитку, зерновий, універсального призначення, потенційна врожайність зерна за осіннього висівання понад 12 т/га, весняного – понад 7 т/га, хлібопекарські властивості високі.

Рекомендувати господарствам різної форми власності для гарантованого виробництва зернофуражу в потрібних обсягах та якості мати в площах посівів, відведених під фуражні культури, до 50 % тритикале озимого. Для кормових цілей і виробництва біоетанолу на звичайних і торфових, кислих, засолених ґрунтах розміщувати спеціалізовані високоадаптивні сорти Букет, Гарне, Донець, Леонтій, Павлодарський, Шаланда.

Хлібокомбінатам пропонується використовувати борошно нових сортів тритикале хлібопекарського призначення Амос, Олександра, Пластун волинський, Раритет, Тимофій, Пудік і Ярослава для виготовлення хліба та хлібобулкових виробів високої якості й харчової цінності без застосування поліпшувачів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії, навчальні посібники

1. Щипак Г.В. Селекція і насінництво тритикале озимого. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навчальний посібник. За ред. В.В. Кириченка. НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Х.: «Харків», 2010. С. 70–107.

2. Кириченко В.В., Петренкова В.П., Кобизева Л.Н., Щипак Г.В. Селекція пшениці твердої озимої (*Triticum durum* Desf.) на підвищення адаптивних властивостей. В кн.: Основи управління продукційним процесом польових культур. та ін. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. С. 179–237. (80 % авторства, проведення досліджень, узагальнення матеріалу, написання розділів).

3. Кириченко В.В., Петренкова В.П., Кобизева Л.Н., Щипак Г.В. Селекція гексаплоїдних тритикале на підвищення адаптивних властивостей, урожайності та якості зерна. У кн.: Основи управління продукційним процесом польових культур: монографія. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. С. 313–373. (80 % авторства, проведення досліджень, узагальнення матеріалу, написання розділів).

4. Щипак Г.В. Тритикале і пшениця: селекція на адаптивність, урожайність, якість. К.: Атопол, 2019. 480 с.

Статті у фахових наукових виданнях України

5. Щипак Г.В. Изучение морозо-зимостойкости реципрокных гибридов тритикале. Селекция и семеноводство. К., 1983. Вып. 55. С. 48–53.

6. Щипак Г.В., Шулындин А.Ф. Наследование типа развития озимоярными гибридами F_1 – F_2 тритикале. Селекция и семеноводство. К., 1984.

Вып. 56. С. 70–74. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

7. Щипак Г.В. Изменчивость хозяйственно-ценных признаков у гибридов озимых тритикале с яровыми. *Селекция и семеноводство*. К., 1985. Вып. 58. С. 59–64.

8. Щипак Г.В., Пархоменко Р.Г. Создание морозостойких линий озимого типа и двуручек тритикале путём отбора на низкотемпературном фоне. *Селекция и семеноводство*. К., 1987. Вып. 62. С. 32–34. (80 % авторства, проведение досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

9. Щипак Г.В. Результаты селекции тритикале дворучок. *Селекция і насінництво*. Харків. 1998. Вып. 81. С. 38–45.

10. Щипак Г.В. Хліб з тритикале. *Зерно і хліб*. 1998. № 3. С. 30–31

11. Щипак Г.В., Рябчун В.К., Шатохін В.І. Результаты та перспективи селекции тритикале. *Селекция і насінництво*. Харків, 2000. Вып. 84. С. 17–25. (70 % авторства, проведение досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

12. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Максимов Н.Г. Агробиологическая характеристика озимых тритикале различного происхождения в связи с селекцией на урожайность, адаптивность и качество. *Селекция і насінництво*. 2001. Вып. 85. С. 37–48. (60 % авторства, проведение досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

13. Щипак Г.В., Кириченко В.В. Не ігноруйте тритикале. *Зерно і хліб*. 2003. № 4 (32). С. 28–29. (50 % авторства, проведение досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

14. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Чернобаб Р.А. Озимі тритикале Гарне, Ратне, Раритет – дійсно вдале поєднання високої врожайності та якості зерна. *Вісник ЦНЗ АПВ Харк. обл.* 2006. Вып. 4. С. 5–14. (75 % авторства, проведение досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

15. Щипак Г.В., Игнатенко А.И. Высокопродуктивный сорт озимой тритикале Гарнэ с хорошими хлебопекарными качествами. *Вісник ЦНЗ АПВ Харк. обл.* Харків, 2010. Вып. 7. С. 141–145. (80 % авторства, проведение досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

16. Щипак Г.В., Петрова А.П., Шевченко Е.Н. и др. Результаты селекции озимой тритикале на урожайность, зимостойкость и качество зерна. *Вісник ЦНЗ АПВ Харк. обл.* Харків, 2010. Вып. 9. – С. 179–188. (70 % авторства, проведение досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

17. Щипак Г.В., Шевченко Е.М., Матвиец В.Г. и др. Повышение адаптивного потенциала как стратегическое направление в селекции пшеницы. *Вісник ЦНЗ АПВ Харк. обл.* Харків, 2011. Вып. 10. С. 280–285. (70 % авторства, проведение досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

18. Shchipak G.V., Tsupko Y.V., Petrova A.P. et al. Productivity, adaptability and quality winter triticales cultivars. *Bulletin of the Center for Science*

Provision of Agribusiness in the Kharkiv region. Kharkiv, 2011. V.11 P. 209–217. (65 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

19. Щипак Г.В., Щипак В.Г., Приймачук М.І. Методи і результати селекції озимого тритикале різного використання для умов України. *Вісник ЦНЗ АПВ Харк. обл. Харків, 2012. Вип. 12. С. 209–217. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).*

20. Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Щипак В.Г. Изменчивость морфологических признаков колоса у гибридных популяций пшеницы в связи с селекцией на повышение адаптивности и урожайности. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2013. Вип. 15. С. 148–166. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).*

21. Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Щипак В.Г. Многолинейные сорта озимой твёрдой пшеницы. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2013. Вип. 15. С. 136–147. (65 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).*

22. Щипак Г.В., Щипак В.Г., Матвиец В.Г. Селекция гексаплоидных тритикале на улучшение выполненности зерна. *Вісник ЦНЗ АПВ Харк. обл. 2014. Вип. 16. С. 257–272. (75 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).*

23. Щипак Г.В., Святченко С.І., Непочатов М.І. Оцінка сортозразків тритикале озимого за екологічною пластичністю та стабільністю основних ознак продуктивності. *Вісник ЦНЗ АПВ Харк. обл. 2014. Вип. 16. С. 247–256. (65 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).*

24. Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Щипак В.Г. та ін. Селекція пшениці твердої озимої (*Triticum durum Desf.*) на підвищення адаптивних властивостей. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 3. С. 25–31. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).*

25. Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Щипак В.Г. та ін. Особливості сорту пшениці м'якої озимої Москаль. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2015. Вип. 18. С. 174–178. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).*

26. Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Щипак В.Г. та ін. Результати селекції пшениці твердої озимої (*Triticum durum Desf.*) на зимостойкість, урожайність і якість. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2015. Вип. 18. С. 179–196. (65 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).*

27. Щипак Г.В., Святченко С.І., Щипак В.Г. та ін. Селекційна оцінка сортів і ліній озимої твердої пшениці в контрастних умовах вирощування. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2016. Вип. 20. С. 180–202. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).*

28. Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Щипак В.Г. та ін. Создание низкорослых сортов озимого тритикале с высокими хлебопекарными свойствами. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2016. Вип. 20. С. 202–219. (75 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

29. Щипак Г.В., Матвієць В.Г., Плакса В.М. та ін. Селекція гексаплоїдних тритикале на посухостійкість. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2016. № 2. С. 34–39. (65 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

30. Щипак Г.В., Матвієць В.Г., Рябчун Н.І. та ін. Результати селекції гексаплоїдних тритикале на зимостійкість. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 3. Вип. 1. С. 43–54. (65 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

31. Щипак Г.В., Матвієць В.Г., Щипак В.Г. та ін. Створення гексаплоїдних тритикале різних сортотипів із високими хлебопекарськими якостями. *Физиология растений и генетика*. 2018. Т. 50. № 2. С. 134–148. (80 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав

32. Щипак Г.В. Расщепление гибридов озимых и яровых тритикале F_2 – F_3 по типу развития. *Сельскохозяйственная биология*. 1986. № 3. С. 75–79.

33. Щипак Г.В. О селекции озимых гексаплоидных тритикале на адаптивность к неблагоприятным факторам среды. *Сельскохозяйственная биология*. 1994. № 5. С. 38–42.

34. Щипак Г.В. Тритикале Амфидиплоид 44. Селекция и семеноводство. 1995. № 1. С. 32–34.

35. Щипак Г.В., Шевченко Н.С., Иванченко Э.Г. Продуктивность озимых сортов тритикале харьковской селекции. *Зерновые культуры*. 1997. № 4. С. 13–14. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

36. Щипак Г.В., Шевченко Н.С., Шатохин В.И. и др. Новый зерноукосный сорт Амфидиплоид 15. *Селекция и семеноводство*. 1999. № 2. (60 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

37. Щипак Г.В., Шевченко Н.С. Новый сорт озимого тритикале Амфидиплоид 52. *Зерновые культуры*. 2000. № 2. С. 29–30. (50 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

38. Щипак Г.В., Панченко И.А. Биохимические и технологические особенности новых сортов озимой тритикале. *Зерновое хозяйство*. 2003. № 7. С. 15–17. (60 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

39. Щипак Г.В., Недоступов Р.А., Щипак В.Г. Селекция озимой твёрдой пшеницы на повышение адаптивного потенциала и урожайность. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012. Т. 16. № 2. С. 202–210. (80 %

авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

40. Shchipak G.V., Tsupko Yu.V., Petrova A.P., Shchipak V.G. Productivity, adaptability and grain quality of modern ukrainian winter triticale cultivars. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012. Т. 16. № 2. С. 464–470. (75 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

41. Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Щипак В.Г. Хлебопекарные качества сортов озимого гексаплоидного тритикале. *Доклады РАСХН*. 2013. № 1. С. 3–7. (80 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

42. Shchipak G.V., Tsupko Yu.V., Shchipak V.G. Bread-making qualities of the cultivars of winter hexaploid triticale. *Russian Agricultural Sciences*. 2013. V. 15. Issue 2. P. 95–101. (75 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

43. Shchipak G.V., Svyatchenko S.I., Shchipak V.G., Nychporuk O.O., Woś H., Brzezicki W., Boguslavskyi R.L. Breeding Hexaploid Triticale (X Triticosecale Wittmack) with High Bread Making Quality. *Modern Concepts & Developments in Agronomy*. 2018. V. 3. Issue 1. P. 276–283. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

44. Shchipak G.V., Matviyets V.G., Shchipak V.G., Woś H., Brzeziński W. Breeding hexaploid triticale (x. Triticosecale Wittmack) with high bread-making quality. *Annual Wheat Newsletter*. 2018. V. 64 P. 39–40. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

Статті у наукових виданнях

45. Щипак Г.В. Морозостойкость и продуктивность гибридов, полученных от скрещивания озимых и ярых тритикале. *Сб. научных трудов Мироновского НИИССП*. Мироновка, 1987. С. 31–33.

46. Щипак Г.В. Високоврожайні укисні сорти озимої тритикале. *Земля і люди України*. 1996. № 3. С. 11.

47. Щипак Г.В. Хліб з тритикале. *Зерно і хліб*. 1998. № 3. С. 30–31.

48. Щипак Г.В. Сорт озимого тритикале Амфідиплоїд 256. *Аграрна наука – виробництво. Наук. інф. бюл.* 2003. № 1. С. 6.

49. Щипак Г.В. Селекція сортів озимої твердої пшениці і тритикале з підвищеними адаптивними і урожайними властивостями. *Селекція польових культур: Зб. наукових праць*. Харків. 2008. С. 42–88.

50. Кириченко В.В., Щипак Г.В.. Не ігноруйте тритикале. *Зерно і хліб*. 2003. № 4 (32). С. 28–29. (50 % авторства).

51. Щипак Г.В., Бугайов В.Д., Приймачук М.І. Другорядних прийомів не буває. *Насінництво*. 2003. № 7. С. 10–12. (65 % авторства, проведення досліджень, написання статті).

52. Щипак Г.В., Панченко І.А., Доскоч І.М. Нові сорти тритикале: морфобіологічні і технологічні особливості. *Пропозиція*. 2003. № 11. С. 50–52. (65 % авторства, написання статті).

53. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Рябчун Н.І. Переважає пшеницю – не поступається житу. *Насінництво*. 2003. № 7. С. 5–6. (65 % авторства, проведення досліджень, написання статті).

54. Щипак Г.В., Панченко І.А. Як народжуються сорти. *Насінництво*. 2003. № 7. С. 4. (50 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

55. Щипак Г.В., Суворова Е.Ю., Щипак П.В. и др. Вклад селекции в изменение озимых гексаплоидных тритикале. *Фактори експериментальної еволюції організмів. Зб. наукових праць*. К.: Лотос, 2008. Т. 5. С. 231–235. (75 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

56. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Костромітін В.М. Озиме тритикале: особливості морфобіології, якості зерна і вирощування нових сортів. *Посібник укр. хлібороба*. 2009. С. 236–239. (60 % авторства, проведення досліджень, написання статті).

57. Щипак Г.В., Суворова Е.Ю., Панченко І.А. и др. Селекция озимых тритикале на улучшение хлебопекарных свойств. *Фактори експериментальної еволюції організмів: Зб. наук. праць УТГіС ім. М.І. Вавилова*. К.: Лотос, 2009. Т. 6. С. 424–428. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

58. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Чернобаб Р.А. Як не погляньте – Гарне! Нові перспективні сорти озимого тритикале. *Насінництво*. 2009. № 9. С. 12–13. (60 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

59. Щипак Г.В., Шевченко Є.М. Поверна: підвищена врожайність високоякісного зерна. *Насінництво*. 2011. № 3. С. 11–12. (70 % авторства, проведення досліджень, написання статті).

60. Щипак Г.В., Матвієць В.Г., Щипак В.Г. Універсальний тритикале. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 9. С. 34–37. (70 % авторства, проведення досліджень, написання статті).

61. Щипак Г.В. Тверда озима пшениця. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 12. С. 74–76.

62. Щипак Г.В., Матвієць В.Г., Щипак В.Г., Ничипорук О.О., Вось Х., Бжезинський В. Пошук хлібного тритикале. *The Ukrainian Farmer*. 2018. № 1. С. 63–65. (50 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

63. Щипак Г.В., Щипак В.Г., Матвієць В.Г. Курс на посухостійкість. *The Ukrainian Farmer*. 2018. № 7. С. 74–76. (65 % авторства, проведення досліджень, написання статті).

64. Щипак Г.В., Сичук Л.В., Щипак В.Г. та ін. Тимофей – низкостебельний сорт тритикале с високими хлебопекарными свойствами. *Зерно*. 2019. № 1 (154). (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

65. Щипак Г.В., Щипак В.Г., Вось Х. та ін. Раритетне зібрання. Створено сорти зі стабільно високими хлібопекарськими властивостями.

Зерно. 2019. № 7 (160). С. 58–64. (75 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

66. Щипак Г.В., Ничипорук О.А., Щипак В.Г., Святченко С.І., Вось Х., Куць Р.О. Хліб: еволюція від однозернянки та полби до тритикале. *Зерно*. № 4. 2020. С. 72–75. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

67. Щипак Г.В., Ничипорук О.А., Щипак В.Г., Святченко С.І., Вось Х., Куць Р.О. Хліб: еволюція від однозернянки та полби до тритикале. *Зерно*. № 5. 2020. С. 100–104. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання статті).

Публікації, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації Тези і матеріали наукових конференцій

68. Щипак Г.В. Создание исходного селекционного материала скрещиванием озимых и яровых тритикале *Тез. докл. 2-й респ. н.-практ. конф. (24–26 сент. 1986 г.)*. Харьков, 1986. С. 79–80.

69. Shchipak G., Gorban G. Breeding hexaploid triticales by means of hybridizations of winter-spring forms. *Tr. Symp. Brazil*. 1990. P. 24. (50 % авторства, аналіз даних, написання статті).

70. Shchipak G. Breeding alternate triticales. *Tr. Symp. Brazil*. 1990. P. 25.

71. Щипак Г.В. Селекция зимостойких и урожайных двуручек тритикале с улучшенным качеством зерна. *Материалы научно-произв. конф.* Винница, 1993. С. 10–11.

72. Щипак Г.В. Гибридизация гексаплоидных тритикале различного типа развития с озимой мягкой пшеницей. *Материалы междунаrodn. н.-практ. конф.* Черновцы, 1996. С. 47.

73. Щипак Г.В., Шорин Н.В., Трипутин В.М. Получение гексаплоидных тритикале с повышенной морозозимостойкостью гибридизацией озимых форм с яровыми. *Материалы междунаrodn. н.-пр. конф.* Черновцы, 1996. С. 48. (60 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

74. Щипак Г.В. Отдаленная гибридизация в селекции интенсивных сортов гексаплоидных тритикале. *Тез. докл. междунаrodn. конф. по интродукции растений и отдаленной гибридизации. Проблемы интр. раст. и отдаленной гибр.* (15–17 дек. 1998). М., 1998. С. 505–507.

75. Щипак Г.В., Шевченко Н.С. О селекции озимой твердой пшеницы методами межвидовых и внутривидовых скрещиваний. *Тез. докл. междунаrodn. конф. по интродукции растений и отдаленной гибридизации. Проблемы интр. раст. и отдаленной гибридизации (15–17 дек. 1998)*. М., 1998. С. 507–508. (65 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

76. Щипак Г.В., Иванченко Э.Г., Цупко Ю.В. Отдаленная гибридизация и некоторые направления в селекции озимых твердой, мягкой пшеницы и тритикале. *Тез. докл. междунаrodn. конф. по интродукции растений и отдаленной гибридизации. Проблемы интродук. растений и отдаленной гибридизации*

(15–17 дек. 1998). М., 1998. С. 497–498. (60 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

77. Щипак Г.В., Иванченко Э.Г. Итоги и перспективы селекции озимых гексаплоидных тритикале. *Тези доп. Наукові основи стабілізації продукції рос лінництва*. Харків, 1999. С. 124–125. (80 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

78. Щипак Г.В., Шевченко Н.С. Краткие итоги селекции озимой твердой пшеницы. *Тези доп. Наукові основи стабілізації продукції рослинництва*. Харків, 1999. С. 126–127. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

79. Щипак Г.В., Шевченко М.С., Шатохін В.І. Основні результати досліджень відділу селекції тритикале за 50 років. *Матеріали міжнародн. конф.* Харків, 2001. С. 53–60. (65 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

80. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Лук'яненко Л.М. та ін. Високоякісні сорти озимого тритикале. *Тез. доп. наук.-практ. конф. Наукове забезпечення виробництва зерна тритикале і продуктів його переробки*. Харків: ІР, 2005. С. 30–31. (65 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

81. Щипак Г.В., Панченко І.А., Суворова К.Ю. Основні етапи і перспективи селекції озимих тритикале в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. *Тез. доп. наук.-практ. конф. Наукове забезпечення виробництва зерна тритикале і продуктів його переробки*. Харків: ІР, 2005. С. 31–33. (60 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

82. Щипак Г.В., Приймачук М.І., Приймачук С.М. та ін. Селекція гексаплоїдних тритикале для умов Західного Лісостепу і Полісся України. *Тез. доп. наук.-практ. конф. Наукове забезпечення виробництва зерна тритикале і продуктів його переробки*. Харків: ІР, 2005. С. 33. (50 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

83. Щипак Г.В. Особенности расщепления по типу развития и морозостойкости гексаплоидных гибридов тритикале. *Тези доповідей наук.-практ. конф. Наукове забезпечення виробництва зерна тритикале і продуктів його переробки*. Харків: ІР НААН, 2005. С. 52–54.

84. Щипак Г.В., Суворова Е.Ю., Панченко И.А. и др. Действие азотных удобрений на продуктивность и качество зерна новых сортов озимых тритикале. *Тез. доп. наук.-практ. конф. Наукове забезпечення виробництва зерна тритикале і продуктів його переробки*. Харків: ІР НААН, 2005. С. 69–71. (60 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

85. Щипак Г.В., Недоступов Р.А., Щипак В.Г. Селекция сортов озимой твердой пшеницы на повышение адаптивного потенциала и урожайность. *Экология, генетика, селекция на службе человечества. Мат. международн. научн. конф., 28–30 июня 2011 г., п. Тимирязевский*. 2011. С. 292–305. (80 %

авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

86. Shchipak G.V., Tsupko Y.V., Petrova A.P. et al. Productivity, adaptability and quality winter triticale cultivars. *Экология, генетика, селекция на службе человечества. Мат. международн. научн. конф., 28–30 июня 2011 г.* п. Тимирязевский, 2011. С. 306–312. (65 % авторства, проведения досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

87. Щипак Г.В., Шевченко Е.Н., Леонов О.Ю. Селекция озимой мягкой пшеницы на повышение потенциала адаптивных свойств. *Экология, генетика, селекция на службе человечества. Мат. международн. научн. конф., 28–30 июня 2011 г.*, п. Тимирязевский. 2011. С. 312–313. (65 % авторства, проведения досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

88. Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Щипак В.Г. та ін. Створення низькостеблових сортів гексаплоїдних тритикале з високими хлібопекарськими властивостями. *Тритикале – культура XXI сторіччя. Тези доповідей Міжнародної наук.-практ. конф. (4–6 липня 2017 р.)*. Харків, 2017. С. 56–57. (70 % авторства, проведения досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

89. Щипак Г.В., Чернобаб Р.А., Босюк Е.А. и др. Методы, направления и результаты селекции озимых гексаплоидных тритикале в Институте растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН. *Тритикале – культура XXI сторіччя. Тези доповідей Міжнародної наук.-практ. конф. (4–6 липня 2017 р.)*. Харків, 2017. С. 57–59. (60 % авторства, проведения досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

90. Щипак Г.В., Булатова К.М., Айнабекова Б.А. и др. Использование полиморфизма глиадинов и глютеинов в селекции на улучшение качества зерна гексаплоидных тритикале. *Тритикале – культура XXI сторіччя. Тези доповідей Міжнародної наук.-практ. конф. (4–6 липня 2017 р.)*. Харків, 2017. С. 69–70. (60 % авторства, проведения досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

91. Shchipak G.V., Hegarty J.M., Shchipak G.V., Nichiporuk Ye.A. et al. The final frontier: development of triticale with enhanced bread making performance. *10th International Triticale Symposium Itinerary & Abstracts Lethbridge, AB July 15-18, 2019*. 27 p. (60 % авторства, проведения досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

92. Shchipak G.V., Nichiporuk Ye.A., Shchipak V.G. et al. Breeding of Triticale varieties for Adaptability, Yield and Quality. *10th International Triticale Symposium Itinerary & Abstracts Lethbridge, AB July 15-18, 2019*. P. 36-37. (60 % авторства, проведения досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

93. Щипак Г.В., Святченко С.И., Ничипорук Е.А., Щипак В.Г., Щипак В.В., Вось Х., Хегарти Д. Тритикале. *Материалы заседания секции тритикале ОСХН РАН он-лайн. (9 июня 2020 г.): «Тритикале. Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья».* (9 июня 2020 г.).

Ростов-на-Дону. 2021. 280 с. (70 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

94. Щипак Г.В., Святченко С.І., Вось Н., Хагерти Д., Щипак В.Г., Ничипорук О.О. Урожайність, якість зерна, борошна та тіста сортів тритикале в екологічних випробуваннях в Україні, США та Польщі. *Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення: матер. міжн. наук.-практ. конф., присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослинників: 130-річчю від дня народження доктора біол. наук, професора Л.М. Делоне; 120-річчю від дня народження кандидата с.-г. наук С.М. Фріденталь (1-2 липня 2021 р.)*. Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН. Харків, 2021. С.277-279. (укр., англ., рос.) (45 % авторства, проведення досліджень, аналіз експериментальних даних, написання тез).

Методичні рекомендації, каталоги

95. Щипак Г.В. Тритикале озиме. Сорти та гібриди Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 1999. С. 15–18.

96. Щипак Г.В. Продуктивність і якість зерна нових сортів озимих тритикале. *Инф. бюл.*, Харків, 2002. № 6.

97. Щипак Г.В. Нові сорти тритикале (результати селекції та перспективи використання). Харків: Магда. 2003. 22 с.

98. Щипак Г.В., Петренкова В.П., Панченко І.А. та ін. Сорти озимих тритикале харківської селекції. Харків, ІР ім. В.Я. Юр'єва. 2003. 43 с. (55 % авторства, досліджено, проаналізовано, описано).

99. Ермоленко В.П., Грабовець А.І., Волков В.П., Крохмаль А.В., Шевченко Н.А., Тимофеев В.Б., Ковтуненко В.Я., Дудка Л.Ф., Горбунов В.Н., Соколенко Н.І., Комаров Н.М., Поспелова Л.С., Медведев А.М., Максимов Н.Г., Кириченко В.В., Щипак Г.В., Орлова Н.С., Егорова Л.І., Лещенко Н.І.. Каталог сортів тритикале Росії. РАСХН, Донской зональний НИИСХ, Северо-Донецкая ГСХОС. Ростов-на-Дону. 2003. 159 с. (15 % авторства, досліджено, проаналізовано, описано).

100. Гуменюк А.Д., Єльніков М.І., Рябчун В.К., Тимчук С.М., Єгоров Д.К., Голік О.В., Щипак Г.В., Безуглий І.М., Чупіков Н.М., Горбачева С.М., Васько Н.І., Рябуха С.С. Каталог сортів і гібридів сільськогосподарських культур селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. УААН. Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2009. 84 с. (10 % авторства, досліджено, проаналізовано, описано).

101. Кириченко В.В., Тимчук В.М., Петренкова В.П., Звягін А.Ф., Рябчун В.К., Тимчук С.М., Єгоров Д.К., Голік О.В., Щипак Г.В., Безуглий І.М., Горбачева С.М., Васько Н.І., Рябуха С.С., Коломацька В.П., Чернобай Л.М., Вакуленко Я.І., Лісничий В.Л., Гребенюк І.В., Садовой О.О., Матвієць В.Г. Каталог сортів і гібридів сільськогосподарських культур селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2011. 48 с. (10 % авторства, досліджено, проаналізовано, описано).

102. Плакса В.М., Голій О.В., Щипак Г.В., Дударчук І.С., Ничипорук В.М., Голій Н.П., Мисковець К.В., Куць Р.О. Вирощування тритикале озимого в Західному регіоні України (методичні рекомендації). НААН, Волинська ДСГДС ІСГЗП. Рокині, 2013. 31 с. *(25 % авторства, досліджено, проаналізовано, описано)*.

103. Попов С.І., Кобизєва Л.Н., Звягін А.Ф., Рябчун В.К., Єгоров Д.К., Голік О.В., Щипак Г.В., Васько Н.І., Безуглий І.М., Сивенко В.І., Кириченко В.В., Рябуха С.С., Горбачева С.М., Чернобай Л.М., Тимчук В.М., Бондаренко Є.С., Орлов В.В., Матвієць В.Г. Каталог сортів і гібридів польових. НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2013. 159 с. *(10 % авторства, досліджено, проаналізовано, описано)*.

104. Кириченко В.В., Попов С.І., Кобизєва Л.Н., Бондаренко Є.С., Леонов О.Ю., Рябчун В.К., Єгоров Д.К., Щипак Г.В., Голік О.В., Наумов О.Г., Безуглий І.М., Рябуха С.С., Чернобай Л.М., Сивенко В.І., Горбачева С.М., Тимчук В.М. Каталог сортів і гібридів польових. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2017. 72 с. *(10 % авторства, досліджено, проаналізовано, описано)*.

105. Кобизєва Л.Н., Буряк Ю.І., Коломацька В.П., Кириченко В.В., Попов С.І., Єгорова Н.Ю., Святченко С. І., Леонов О.Ю., Рябчун В.К., Чернобай С.В., Єгоров Д.К., Щипак Г.В., Голік О.В., Солонечний П.М., Безуглий І.М., Безугла О.М., Рябуха С.С., Чернобай Л.М., Макляк К.М., Сивенко В.І., Горбачова С.М., Глухова Н.А., Огурцов Ю.Є. Каталог сортів і гібридів польових культур селекції Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва. НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2021. 192 с. *(10 % авторства, досліджено, проаналізовано, описано)*.

Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації **Патенти, свідоцтва про авторство на сорти рослин**

106. Пат. 44901UA, МПК А01Н 1/00 (2009.10) Спосіб створення сортів озимого тритикале з підвищеними технологічними показниками якості зерна: патент на корисну модель. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Чернобаб Р.А., Панченко І.А. Заявник Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. № і 2009 01832; заявл. 02.03.2009; опубл. 26.10.2009. Бюл. № 20 *(70 % авторства: обґрунтування концепції, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення, патентний пошук, аналіз експериментальних даних, підготовка матеріалів)*.

107. Авторское свидетельство на сорт растений № 5986. РФ. Тритикале озимое Амфидиплоид 44. Щипак Г.В., Горбань Г.С., Шульдин А.Ф., Рябчун В.К., Иванченко Э.Г., Повякало В.И., Весна Б.А. 1993. *(30 % авторства)*.

108. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 1135. Україна. Тритикале озиме Амфідиплоїд 52. Шевченко М.С., Щипак Г.В., Горбань Г.С., Іванченко Є.Г., Фік С.І., Долгова О.М. 2000. *(15 % авторства)*.

109. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 04613. Україна. Тритикале озиме Амфідиплоїд 51. Щипак Г.В., Горбань Г.С., Шевченко М.С., Іванченко Є.Г. 2000. (25 % авторства).

110. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 1468. Україна. Тритикале озиме Амфідиплоїд 256. Щипак Г.В., Шевченко М.С., Іванченко Є.Г., Шатохін В.І., Горбань Г.С., Чернобаб Р.А., Рябчун Н.І. 2001. (30 % авторства).

111. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 1549. Україна. Тритикале озиме Ладне. Щипак Г.В., Чередниченко В.М., Суворова К.Ю., Шевченко М.С., Іванченко Є.Г. 2002. (25 % авторства).

112. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 04100. Україна. Тритикале озиме Гарне. Щипак Г.В., Шевченко М.С., Чернобаб Р.А., Суворова К.Ю., Іванченко Є.Г., Панченко І.А., Петренкова В.П. 2004. (35 % авторства).

113. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 07139. Україна. Тритикале озиме Ратне. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Чернобаб Р.А., Чередниченко В.М., Панченко І.А., Приймачук М.І. 2007. (40 % авторства).

114. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 0843. Україна. Тритикале озиме Раритет. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Чернобаб Р.А., Чередниченко В.М., Щипак П.В. 2007. (40 % авторства).

115. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 110235. Україна. Тритикале озиме Харроза. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Чернобаб Р.А., Рябчун В.К., Чередниченко В.М., Чернобай Л.М. 2011. (40 % авторства).

116. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 140669. Україна. Тритикале озиме Амос. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Чернобаб Р.А., Рябчун Н.І., Шевченко Є.М., Панченко І.А. 2014. (45 % авторства).

117. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 140670. Україна. Тритикале озиме Букет. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Чернобаб Р.А., Рябчун Н.І., Босюк О.О., Панченко І.А. 2014. (45 % авторства).

118. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 140668. Україна. Тритикале озиме Шаланда. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Чернобаб Р.А., Сивокінь І.В., Приймачук М.І. 2014. (40 % авторства).

119. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 150287. Україна. Тритикале озиме Маркіян. Щипак Г.В., Суворова К.Ю., Чернобаб Р.А., Шевченко Є.М., Матвієць В.Г., Сивокінь І.В., Сотніков В.В., Приймачук М.І., Кормелюк Г.Я. 2015. (35 % авторства).

120. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 200844 від 27.10.2020 р. Пудік. Тритикале озиме. Щипак Г.В., Ничипорук О.О., Матвієць В.Г., Щипак В.Г., 2020. (40 % авторства).

121. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 180765. Україна. Тритикале озиме Донець. Щипак Г.В., Чернобаб Р.А., Непочатов М.І., Босюк О.О., Щипак В.Г., Ярош А.В. 2018. (50 % авторства).

122. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 180766. Україна. Тритикале озиме Пластун волинський. Щипак Г.В., Непочатов М.І., Чернобаб Р.А., Щипак В.Г., Плакса В.М. 2018. (45 % авторства).

123. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 181091. Україна. Тритикале озиме Ярослав. Щипак Г.В., Матвієць В.Г., Чернобаб Р.А., Непочатов М.І., Плакса В.М., Боярин В.В. 2018. (45 % авторства).

124. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 190663. Україна. Тритикале озиме Тимофій. Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Попов В.М., Плакса В.М., Щипак В.Г. 2019. (40 % авторства).

125. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 190662. Україна. Тритикале озиме Павлодарський. Щипак Г.В., Чернобаб Р.А., Непочатов М.І., Діденко С.Ю., Святченко С.І. 2019. (50 % авторства).

АНОТАЦІЯ

Щипак Г.В. Теоретичні основи селекції гексаплоїдних тритикале на адаптивність, урожайність та якість. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 «селекція і насінництво» (201 – Агронімія). – Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН України, Харків, 2021.

Наведено теоретичне узагальнення й практичне вирішення важливої наукової проблеми щодо методологічного обґрунтування теоретичних основ селекції гексаплоїдних тритикале та пшениці озимої на підвищення й реалізацію адаптивних властивостей, врожайності та якості шляхом розробки схем і методів синтезу вихідного матеріалу, удосконалення селекційного процесу із поєднанням віддаленої та внутрішньовидової гібридизації, установлення в умовах системних випробувань особливостей успадкування, мінливості та взаємозв'язків морфо-біологічних, біохімічних ознак й хлібопекарських якостей, створення на багатолінійній основі та впровадження у селекційну практику і виробництво високоврожайних сортів тритикале з високими адаптивними, кормовими та хлібопекарськими властивостями, зокрема середньорослих озимих сортів, дворучок, поліморфних за типом розвитку та особливо високопродуктивних низькостеблових сортів тритикале, які стабільно формують винятково пружну й еластичну клейковину, забезпечують об'єм хліба без поліпшувачів понад 700 мл за загальної оцінки 9 балів, що підтверджено результатами державного випробування в Україні та екологічних й технологічних досліджень у США й Польщі. Впровадження створених сортів у селекційні програми, сільськогосподарське виробництво, використання зерна тритикале на кормові, технічні та харчові цілі має економічно обґрунтоване, стратегічне значення для України.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні важливої, надскладної проблеми щодо розробки методологічних основ селекції сортів гексаплоїдних тритикале з високими хлібопекарськими якостями, яка принципово відрізняється від раніше відомих результатів розробкою селекційних методів їх підвищення шляхом нових методологічних підходів до створення і оцінки селекційного матеріалу, добору комплексно цінних

ліній зі специфічним рівнем прояву ознак якості клейковинно-білкового комплексу і формуванням на їх основі багатолінійних сортів зі стабільно високими хлібопекарськими властивостями.

Уперше в Україні і світі теоретично обґрунтовано основи селекції та практично створено сорти гексаплоїдних тритикале з високими хлібопекарськими якостями.

Розроблено основні параметри моделей сортів тритикале, спеціалізованих за напрямками використання.

Теоретично обґрунтовано методичні основи створення і впроваджено у виробництво нові багатолінійні сорти тритикале різного типу розвитку, спеціалізовані за призначенням: озимі кормові; озимі зернові фуражного і технічного напрямку; середньостеблові сорти озимого і альтернативного типу розвитку, зернові та універсальні, з хорошими і відмінними хлібопекарськими властивостями; низькостеблові сорти з високими хлібопекарськими властивостями.

Уперше в Україні створено, зареєстровано та впроваджено у виробництво сорт тритикале дворучку Олександра з високими показниками адаптивності, врожайності та якості, для використання у весняних та осінніх посівах.

Створено за співавторством 21 сорт тритикале, з яких 19 (90,5 %) внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні (19 сортів гексаплоїдних тритикале, які впродовж 1995–2020 рр. вирощувались у сільськогосподарських підприємствах України на площі близько 150 тис. га і забезпечували врожайність у виробничих умовах до 8,80 т/га).

Успішно завершено Державне сортовипробування сортів озимого і альтернативного типу розвитку зернокормового і універсального призначення Південний (Леонтій), Павлодарський, Олександра, низькостеблових сортів Тимофій, Єлань, Пудік з високими хлібопекарськими якостями. Нові сорти внесено до Державного реєстру в 2019 – 2020 рр. Підприємствам хлібопекарської промисловості рекомендовано використовувати зерно цих сортів для виробництва звичайних та дієтичних хлібобулкових виробів з високою поживною цінністю.

Ключові слова: тритикале гексаплоїдне, міжродова гібридизація, міжвидова гібридизація, внутрішньовидова гібридизація, багатолінійні сорти, адаптивність, урожайність, якість.

АННОТАЦІЯ

Щипак Г.В. Теоретические основы селекции гексаплоидных тритикале на адаптивность, урожайность и качество. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 «селекция и семеноводство» (201 – Агрономія). – Институт растениеводства имени В.Я. Юрьева НААН Украины, Харьков, 2021.

Приведено теоретическое обобщение и практическое решение важной научной проблемы методологического обоснования теоретических основ селекции гексаплоидных тритикале на повышение и реализацию адаптивных свойств, урожайности и качества путем разработки схем и методов синтеза исходного материала, совершенствования селекционного процесса с использованием отдаленной и внутривидовой гибридизации, установления в условиях системных испытаний особенностей наследования, изменчивости и взаимосвязей морфо-биологических, биохимических признаков и хлебопекарных качеств, создание на многолинейной основе и внедрение в селекционную практику и производство высокоурожайных сортов озимой пшеницы и гексаплоидных тритикале с высокими адаптивными, кормовыми и хлебопекарными свойствами, в частности среднерослых озимых сортов, двуручек, полиморфных по типу развития и особенно высокопродуктивных низкостебельных сортов тритикале, стабильно формирующих исключительно упругую и эластичную клейковину, обеспечивающих объем хлеба без улучшителей более 700 мл с общей хлебопекарной оценкой 9 баллов, что подтверждено результатами государственного испытания в Украине, а также экологическими и технологическими исследованиями в США и Польше. Внедрение созданных сортов в селекционные программы, сельскохозяйственное производство, использование зерна тритикале на кормовые, технические и пищевые цели имеет экономически обоснованное, стратегическое значение для Украины.

Научная новизна исследований заключается в решении важной, сложнейшей проблемы по разработке методологических основ селекции сортов гексаплоидных тритикале с высокими хлебопекарными качествами, которая принципиально отличается от ранее известных результатов разработкой селекционных методов их повышения путем новых методологических подходов к созданию и оценке селекционного материала, отбора комплексно ценных линий со специфическим уровнем проявления признаков качества клейковинно-белкового комплекса и формированием на их основе многолинейных сортов со стабильно высокими хлебопекарными свойствами.

Впервые в Украине и мире теоретически обоснованы основы селекции и практически созданы сорта гексаплоидных тритикале с высокими хлебопекарными качествами.

Разработаны основные параметры моделей сортов тритикале, специализированных по направлениям использования.

Теоретически обоснованы методические основы создания и внедрены в производство новые многолинейные сорта тритикале различного типа развития, специализированные по назначению: озимые кормовые; озимые зерновые фуражного и технического направления; среднестебельные сорта озимого и альтернативного типа развития, зерновые и универсальные, с хорошими и отличными хлебопекарными свойствами; низкостебельные сорта с высокими хлебопекарными свойствами.

Впервые в Украине создан, зарегистрирован и внедрен в производство сорт тритикале двуручка Александра с высокими показателями адаптивности, урожайности и качества для использования в весенних и осенних посевах.

Созданы в соавторстве 21 сорт тритикале, из которых 19 (90,5 %) внесено в Государственный реестр сортов растений, пригодных к распространению в Украине (19 сортов гексаплоидных тритикале, которые на протяжении 1995 – 2020 гг. выращивались в сельскохозяйственных предприятиях Украины на площади около 150 тыс. га и обеспечивали урожайность в производственных условиях до 8,80 т/га).

Успешно завершено Государственное сортоиспытание сортов тритикале озимого и альтернативного типа развития зернокармального и универсального назначения Южный (Леонтий), Павлодарский, Александра; низкостебловых сортов Тимофей, Елань, Пудик с высокими хлебопекарными качествами. Новые сорта внесены в Государственный реестр в 2019 – 2021 гг. Предприятиям хлебопекарной промышленности рекомендуется использовать зерно этих сортов для производства обычных и диетических хлебобулочных изделий с высокой питательной ценностью.

Ключевые слова: тритикале гексаплоидное, межродовая гибридизация, межвидовая гибридизация, внутривидовая гибридизация, многолинейные сорта, адаптивность, урожайность, качество.

ANNOTATION

Shchypak H.V. Theoretical Principles of Hexaploid Triticale Breeding for Adaptability, Yield Capacity and Quality. – Qualifying scientific paper, manuscript copyright.

Thesis for the Academic Degree of Doctor of Agricultural Sciences, specialty 06.01.05 “Breeding and Seed Production” (201 – Agronomy). – Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS, Kharkiv, 2021.

The thesis presents theoretical generalization and practical solutions of important scientific problems of methodological rationalization of theoretical basics of hexaploid triticale and winter wheat breeding for increased and fulfilled adaptability, yield capacity and quality by developing designs and methods of initial material creation, improving the breeding process through distant and interspecies hybridization, revealing inheritance patterns, variability and relationships between morpho-biological and biochemical traits and bread-making scores in systemic tests, creating high-yielding multiline winter wheat and hexaploid triticale varieties with high adaptive, fodder and bread-making characteristics and introducing them into breeding practice and agricultural production, in particular mid-tall winter varieties, alternate varieties, which are polymorphic by growth habit, and especially high-yielding short-stemmed triticale varieties, which consistently form exceptionally resilient and elastic gluten, provide a conditioner-free loaf volume over 700 mL with the total bread-making score of 9 points (which was confirmed by in state trials in Ukraine as well as in environmental and technological trials in the US and Poland. Introduction of the

created varieties into breeding programs and agricultural production as well as use of triticale grain for fodder, technical and food purposes are economically feasible and strategically important for Ukraine.

The scientific novelty of the results consists in a solution of the important monumental challenge of developing methodological foundations for breeding hexaploid triticale varieties with high bread-making qualities, highly-adaptive varieties of winter bread and durum wheats, which are fundamentally different from the previously known results by development of breeding methods to increase the breeding effectiveness via new methodological approaches to creation and evaluation of breeding material, selection of holistically valuable lines with specific levels of expression the gluten/protein quality traits and by formation, on their basis, of multiline varieties with consistently high bread-making scores.

For the first time in Ukraine and in the world, the breeding basics were theoretically justified and hexaploid triticale varieties with high bread-making qualities were created.

Major parameters of triticale variety models specialized for different uses were specified.

Methodical principles of creation of new multiline triticale varieties differing in growth habit and specialized for different uses (winter fodder, winter grain/fodder/technical varieties; mid-tall winter and alternate varieties grain and universal, with good and excellent bread-making qualities; short-stemmed varieties with high bread-making qualities) were theoretically justified; these new varieties were introduced into production.

For the first time in Ukraine, alternate triticale variety Oleksandra with high adaptability, yield capacity and quality was created, registered and introduced into production in spring and autumn crops.

Twenty-one triticale varieties were developed in co-authorship; 19 of them (90.5 %) were included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine (19 hexaploid triticale varieties, which were grown in Ukraine on an area of about 150,000 hectares in 1995–2020 and gave yields of up to 8.80 t/ha on farms.

The State variety trials of winter and alternate grain/forage and universal triticale varieties (Pivdennyi (Leontii), Pavlodarskyi, and Oleksandra); short-stemmed varieties (Tymofii, Yelan, and Pudik) with high bread-making qualities have been successfully completed. The new varieties were included in the State Register in 2019–2021. Baking enterprises are recommended to use grain of these varieties to manufacture traditional and dietary bakery wares of high nutritional value.

Key words: hexaploid triticale, intergenus hybridization, interspecies hybridization, intraspecies hybridization, multiline varieties, adaptability, yield capacity, quality.

