

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

На правах рукопису

ДІОРДІЄВА ІРИНА ПАВЛІВНА

УДК 633.527 + 631.52:633.111

СТВОРЕННЯ ТА ОЦІНКА ЧОТИРИВИДОВИХ ФОРМ ТРИТИКАЛЕ

06.01.05 – селекція і насінництво

Дисертація
на здобуття наукового ступеня кандидата
сільськогосподарських наук

Науковий керівник –
доктор біологічних наук,
Парій Федір Микитович

Умань – 2015

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СТВОРЕННЯ, ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ І СЕЛЕКЦІЯ ТРИТИКАЛЕ	10
1.1. Історія створення тритикале	10
1.2. Класифікація тритикале	16
1.3. Напрямки використання тритикале	21
1.3.1. Тритикале як кормова культура	22
1.3.2. Технологічний напрямок використання	25
1.3.3. Тритикале в хлібопекарській промисловості	26
1.4. Селекція тритикале	31
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
2.1. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови	37
2.2. Характеристика вихідного матеріалу	42
2.3. Методи проведення досліджень	46
РОЗДІЛ 3. СТВОРЕННЯ ЧОТИРИВИДОВИХ ФОРМ ТРИТИКАЛЕ	50
3.1. Схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти	50
3.2. Беккросні схрещування гібридів першого покоління з тривидовими тритикале	60
3.3. Стабілізація чотиривидових тритикале	67
3.4. Повторні схрещування нащадків чотиривидових форм тритикале з пшеницею спельта	76
3.5. Загальна характеристика чотиривидових форм тритикале	80
РОЗДІЛ 4. СТВОРЕННЯ, ВИДІЛЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ХРОМОСОМНО ЗАМІЩЕНИХ ЧОТИРИВИДОВИХ ФОРМ ТРИТИКАЛЕ	83
4.1. Створення та виділення чотиривидових форм тритикале із хромосомним заміщенням	83
4.1.1. Відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за ознакою «стерильність-фертильність»	90
4.1.2. Використання пшениці спельти для створення і відбору	94

	пшенично-житніх хромосомно заміщених чотиривидових форм тритикале	
4.1.3	Відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених чотиривидових форм тритикале за відсутністю морфологічних ознак жита	97
4.2.	Селекція заміщених за хромосомою <i>1R</i> чотиривидових форм тритикале	101
4.2.1.	Відбір повністю або частково заміщених за хромосомою <i>1R</i> форм тритикале за ознакою «безостість»	102
4.2.2.	Створення безостих форм чотиривидових тритикале	103
4.2.3.	Конверсія пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале	106
4.3.	Загальна технологія створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених чотиривидових форм тритикале	116
РОЗДІЛ 5.	ВИВЧЕННЯ ЧОТИРИВИДОВИХ ТРИТИКАЛЕ	122
5.1.	Урожайність та господарсько-цінні показники середньостеблових форм	122
5.2.	Урожайність та господарсько-цінні показники низькостеблових форм	127
5.3.	Урожайність та господарсько-цінні показники короткостеблових форм	133
5.4.	Стійкість проти основних грибкових захворювань	143
5.5.	Гіллястоколовість у чотиривидових тритикале	145
5.6.	Колекція зразків чотиривидових тритикале	147
	ВИСНОВКИ	158
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	160
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	162
	ДОДАТКИ	190

ВСТУП

На сьогоднішній день роль і значимість сільськогосподарських культур із комплексною стійкістю до стресових чинників середовища значно зростає. До таких, слід віднести тритикале – синтетичний біологічний рід, штучно створений людиною шляхом об'єднання хромосомних комплексів пшениці та жита. Унікальне сполучення господарсько-цінних ознак, а саме стабільний та високий потенціал урожайності зерна і зеленої маси, посилені адаптивні властивості, комплексний імунітет до грибкових захворювань, високий вміст білка і лізину в зерні та основних поживних речовин у зеленій масі, перетворює цю культуру в потужний чинник стабілізації зернового господарства в екстремальних умовах вирощування.

Перші повідомлення про пшенично-житні гібриди було опубліковано наприкінці XIX століття. З того часу вченими багатьох країн світу проводиться різнопланова робота з поєднання в одному генотипі кращих ознак і властивостей пшениці та жита.

Незважаючи на високі потенціальні можливості тритикале, дана культура поки не отримала достатньо широкого виробничого використання. Тритикале потребує селекційного поліпшення та збільшення кількості і різноманіття сортів для використання.

Подальший прогрес в селекції культури тритикале може бути пов'язаний з розширенням і збагаченням генофонду вихідних матеріалів з використанням видового потенціалу пшениці та жита і створення нових форм амфідиплоїдів з різним геномним складом [222].

Актуальність теми. Відомі на сьогодні форми тритикале мають геномну формулу *ABR*. Геноми *A* та *B* походять від м'якої та твердої пшениці, а геном *R* – від жита. Такі тритикале називаються тривидовими, оскільки вони містять геноми трьох батьківських форм. Вперше тривидові тритикале були створені А.Ф. Шулиндіним. Вагомий внесок у селекційне покращення цієї культури внесли такі вчені, як А. Мюнтцинг, А.І. Державін,

А.Ф. Шулиндін, В.Н. Лебедєв, М.Г. Максимов, В.К. Рябчун, Г.В. Щипак. Тривидові тритикале за врожайністю та низкою господарсько-цінних показників перевищують батьківські форми і вирощуються в багатьох країнах світу на площі понад 3,5 млн. га. Однак, залишається багато показників, за якими тритикале потребує покращення. Однією з основних невирішених проблем є його низькі хлібопекарські і технологічні властивості. Крім того, нерозв'язаними залишаються питання зниження висоти рослин, підвищення стійкості до вилягання, покращення озерненості колоса, збільшення маси 1000 зерен.

Схрещування тривидових гексаплоїдних тритикале з різними видами роду *Triticum*, *Secale* або їх диких родичів може внести суттєві корективи в селекційне поліпшення тритикале. Одним із таких видів може бути гексаплоїдна пшениця спельта (*Triticum spelta* L.). Вона має підвищений вміст білка (до 25 %), містить значну кількість незамінних амінокислот і характеризується багатьма цінними ознаками і властивостями, які можуть бути використані для покращення тритикале. Схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти дозволяють створити чотиривидові форми тритикале, в яких можна очікувати поліпшення кількісних і якісних показників продуктивності. Тому створення чотиривидових форм тритикале та їх оцінка є актуальним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертації були складовою частиною наукових досліджень кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології і виконані впродовж 2012–2015 рр. згідно з підпрограмою «Розробка генетичних та біотехнологічних методів селекції сільськогосподарських культур», що входила в програму наукових досліджень Уманського національного університету садівництва «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» (державна реєстрація №0101U004495).

Мета досліджень. Створити та оцінити чотиривидові форми

тритикале, встановити їх морфобіологічні особливості та отримати на їх основі селекційно-цінні матеріали.

Для досягнення даної мети було поставлено наступні задачі:

- створити чотиривидові форми тритикале;
- провести стабілізацію чотиривидових тритикале;
- оцінити створений селекційний матеріал за основними господарсько-цінними ознаками;
- відібрати та оцінити кращі форми чотиривидових тритикале;
- отримати пшенично-житні хромосомно заміщені чотиривидові форми тритикале;
- розробити способи створення, відбору та селекції пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале;
- сформувати та вивчити колекцію зразків чотиривидових тритикале.

Об'єкт досліджень – процес створення чотиривидових та пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале, виявлення джерел господарсько-цінних ознак та оцінка вихідного матеріалу для селекції тритикале з високим і стабільним проявом ознак.

Предмет досліджень – зразки чотиривидових тритикале другого-четвертого поколінь та вихідні форми: тривидові тритикале (*Triticosecale Wittmack*): сорти Розівська 6, Розівська 7, Ладне, Юнга; пшениця спельта озима (*Triticum spelta* L.): сорти Зоря України, Європа.

Методи досліджень. Для виконання поставлених завдань використовували наступні методи досліджень: польовий метод – для випробування та оцінки форм тритикале; лабораторний метод – для визначення вмісту клейковини; генетичний метод – для аналізу гібридів тритикале та спельти, беккросних схрещувань та аналізу беккросних гібридів, ручної кастрації та запилення з використанням генетичних маркерів, відбору «істинних» гібридів за маркерними ознаками;

статистичний метод – для математичної обробки отриманих експериментальних даних.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше

- отримано чотиривидові форми тритикале з використанням пшениці спельти (*Triticum spelta* L.);
- створено чотиривидові форми тритикале із пшенично-житніми хромосомними заміщеннями. Показано принципову можливість відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за допомогою фенотипових ознак;
- доведено, що схрещування тривидових тритикале з пшеницею спельта дозволяють отримувати пшенично-житні хромосомно заміщені чотиривидові форми тритикале;
- встановлена стерильність гібридів першого покоління від схрещування тритикале з відомою геномною формулою з тритикале, які мають пшенично-житні хромосомні заміщення. Доведено, що ознака «стерильність-фертильність» може бути використана для відбору хромосомно заміщених форм;
- встановлено, що ознаку безостість можна використовувати, як маркерну на наявність повних або часткових заміщень по хромосомі 1R;
- показано принципову можливість проведення конверсії повних або часткових пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале з використанням ознаки «безостість», як маркерної на наявність повних або часткових заміщень по хромосомі 1R;

розроблено:

- способи створення, відбору та селекції пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале;

отримали подальшого розвитку:

- питання виявлення взаємозв'язку фенотипових ознак тритикале з його геномним складом;

— визначення особливостей взаємозв'язку ознак і властивостей для практичного використання в селекційній роботі.

Практичне значення отриманих результатів. На основі схрещування тривидових тритикале із пшеницею спельта створено сорти чотиривидового тритикале Тактик (Аватар) та Стратег, які передані на державне сортовипробування. Виділено зразки чотиривидового тритикале 469 та 484, які за комплексом господарсько-цінних ознак перевищують стандарти і мають врожайність на рівні стандарту. Їх після розмноження буде передано на державне сортовипробування. Відібрані форми чотиривидового тритикале, які є джерелом важливих господарських ознак та цінним вихідним матеріалом для подальшої селекції тритикале різних напрямків використання.

Розроблено способи створення, відбору та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале, які забезпечують спрощення процесу відбору хромосомно заміщених форм. Створено колекцію чотиривидових форм тритикале (понад 500 зразків), яку вивчено за показниками господарської цінності та придатності для селекційного покращення тритикале різних напрямків використання.

Особистий внесок здобувача. Дисертантом особисто здійснено: пошук і аналіз наукової літератури, планування і закладання польових дослідів, проведення гібридизації, обліків та спостережень, лабораторні дослідження, статистична обробка та узагальнення отриманих результатів і впровадження їх у виробництво, формулювання висновків і пропозицій. Частка авторства дисертанта у створених сортах чотиривидового тритикале та патентах України на корисну модель становить 11–15 %.

Апробація результатів дисертації. Основні результати та положення дисертаційної роботи оприлюднено та обговорено на Міжнародній науковій конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» (Умань, 2013 р.), Міжнародній науковій конференції молодих учених «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2013 р.), Всеукраїнській науковій

конференції «Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах» (Умань, 2013 р.), Міжнародній науковій конференції «Генетика і селекція: досягнення та проблеми» (Умань, 2014 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2014 р.), Міжнародній науковій конференції «Гетерозис: досягнення та проблеми» (Умань, 2015 р.).

Публікації. Основні результати досліджень опубліковано 15 наукових працях, у тому числі: п'ять статей у фахових виданнях України, одна – у науково-періодичному виданні Республіки Білорусь, шість тез доповідей науково-практичних конференцій; отримано три патенти України на корисну модель.

Обсяг і структура роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що нараховує 255 посилань, з яких 54 – латиницею, та додатків. Загальний обсяг роботи складає 204 сторінки комп'ютерного набору, з них 161 сторінка основного тексту.

Автор висловлює подяку за допомогу в виконанні наукових досліджень керівнику завідувачу кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва, доктору біологічних наук Ф.М. Парію та завідувачу відділу генетичних основ селекції Одеського СГІ – НЦНС НААН (Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннізнавства та сортовивчення), доктору біологічних наук О.І. Рибалці.

РОЗДІЛ 1.

СТВОРЕННЯ, ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ І СЕЛЕКЦІЯ ТРИТИКАЛЕ

1.1 Історія створення тритикале.

Одним з найбільших досягнень сучасної селекції є створення тритикале – нового виду сільськогосподарських злаків. Поєднуючи в одному організмі високий потенціал продуктивності зерна пшениці і високу стійкість проти екологічних стресів і хвороб жита, культура тритикале отримала світове визнання і стрімко, за порівняно короткий історичний період зайняла більше чотирьох мільйонів гектарів посівних площ [41, 84, 87].

Перші відомості про отримання пшенично-житніх гібридів з'явилися у 1875 р. в Шотландії. В. Вільсон отримав перший штучний стерильний гібрид між пшеницею і житом. Серед наявних чотирьох груп плоїдності тритикале першими були отримані октоплоїдні форми, які виникли в результаті спонтанного подвоєння числа хромосом у пшенично-житніх гібридів [2, 56].

Незалежно від експериментів В. Вілсона в 1883 р. Т. Карман провів схрещування пшениці Армстронг (безостий сорт) з житом, в результаті чого було отримане насіння. У серпні 1884 р. Т. Карман вперше в історії опублікував ілюстрації частково фертильного пшенично-житнього гібриду [214].

В 1888 р. німецьким генетиком та селекціонером В. Римпау був отриманий спонтанний пшенично-житній, частково фертильний амфідиплоїд, природу котрого було вивчено в 1935 р. Е. Елером та в 1936 р. А. Мюнтцінгом [235].

Упродовж сторіччя ученими багатьох країн світу проводились роботи зі створення та вивчення різних форм тритикале. У вивчення цієї культури внесли великий вклад А.І. Державін, В.Н. Лебедєв, М.А. Махаліна, Г.К. Мейстер, А. Мюнтцінг, В.Е. Писарєв, А.Ф. Шулиндін [34, 85, 145, 191].

Біля витоків досліджень, присвячених пшенично-житнім гібридам, були італійські селекціонери. У 1906 р. Стрампеллі схрестив сорт пшениці м'якої *Rieti* з житом, і вивів відомий сорт пшениці *Terminello* [201].

В цей час пшенично-житні гібриди вивчали в Аргентині, США, Франції, Японії, Німеччині. Одне з перших повідомлень про знаходження спонтанних пшенично-житніх гібридів F_1 надійшло з Швеції. У Франції перші дослідження пшенично-житніх гібридів припадають на ХІХ ст. [140].

Велику роботу з добору, створення і селекційного покращення пшенично-житніх амфідиплоїдів виконано впродовж 1918–1936 рр. на Саратовській станції [234]. Поліплоїдну природу саратовських октоплоїдних гібридів вперше в світі довели Г.А. Левитський та С.К. Бенецька [224]. Одними з перших пшенично-житні амфідиплоїди почали спостерігати та вивчати австрійський генетик і селекціонер Е. Чермак та німецький селекціонер Г.К. Мейстер, які зі співавторами у 1930 р. опублікували інформацію про стабільні пшенично-житні гібриди [70]. Е. Чермак схрещував з житом *Secale cereale* L. гексаплоїдні види пшениці *Triticum aestivum* L., *T. compactum* Host і *T. Spelta* L., а також тетраплоїдні види *T. durum* Desf., *T. turgidum* L. і *T. dicoccum* Schuebl, у результаті чого було отримано пшенично-житній гібрид з характерними ознаками дикоростучого жита [79, 250].

Перше цитологічне вивчення пшенично-житніх гібридів у Японії проведено М. Накао в 1911 р. З часом ці дослідження було продовжено та розширено Т. Сакамурой і Х. Кіхарой. У 1933 р. синтезований гібрид *T. compactum* Host. $\times$ *S. cereale* L., а потім *T. durum* Desf. $\times$ *S. cereale* L. і *T. spelta* L. $\times$ *S. cereale* L. Багаторічні дослідження з гібридизації пшениці з житом проведені Г. Накаджіма, які увінчалися синтезом гібридів за участю майже всіх видів *Triticum* L. і *Secale* L. На їх основі було створено низку ліній тритикале [116].

Октоплоїдні пшенично-житні амфідиплоїди досліджував на Білоцерківській дослідній станції В.Н. Лебедев [99, 221]. Він першим

встановив наявність анеуплоїдів і вивчив їх особливості. На цій же станції Л. Х. Паремуд розробив і застосував один із ефективних методів створення і покращення тритикале. Схрещування виконувалися за схемою: (пшениця м'яка $\times$ жито) $F_1 \times$ тритикале. Назву пшенично-житньому гібриду було дано австрійським селекціонером Е. Чермаком в 1931 році, який з'єднав перші частини латинських назв «пшениця» (*triticum*) і «жито» (*secale*), в результаті чого отримана культура отримала назву «тритикале» [225].

В. Е. Писарєвим у НДІ сільського господарства центральних районів Нечорноземної смуги та А. Мюнтцінгом в Інституті генетики у Швеції було створено серію зимостійких і витривалих форм тритикале октоплоїдного рівня, проте навіть найкращі з них були за врожайністю нижчі від жита та пшениці внаслідок поганої озерненості колосу. Основною причиною зниженої продуктивності октоплоїдів була збільшена кількість хромосом у ядрі, що призводило до великої кількості аномалій у мейозі і в кінцевому результаті до поганої озерненості колосу [169].

У 1925 р. Г.К. Мейстер і М.А. Тюмяков отримали реципротний житньо-пшеничний гібрид F_1 , який відносився до амфідиплоїдів й містив повні набори хромосом пшениці і жита [110]. Цитологічні дослідження цих гібридів, проведені Г.А. Левитським та С.К. Бенецькою, показали, що вони вміщували в собі повні диплоїдні набори пшеничних і житніх хромосом, тобто мали кількість хромосом $2n=56$. Г.К. Мейстер новому константно-проміжному 56-хромосомному виду рослин дав назву *Secalotriticum saratoviense* [111].

Початковий період роботи з тритикале був закінчений в 1937 році з відкриттям колхіцину і розробки методики подвоєння хромосомних наборів цим алкалоїдом [204], що дало змогу ефективніше створювати амфідиплоїди в необмеженій кількості. Згодом покращену методику колхіцинування надав Е. Санчес-Монхе [244]. В СРСР для отримання октоплоїдних тритикале першими використали колхіцин І.К. Навалихіна та В.Є. Писарєв. Дж.О Мара

в 1948 р. синтезував першу гексаплоїдну форму тритикале за допомогою колхіцину [99].

У перший період селекційну роботу вели саме з октоплоїдним тритикале. Багаторічні дослідження А. Мюнтцінга з удосконалення рослин тритикале октоплоїдного рівня привели до створення зимостійких, скоростиглих, високобілкових форм, краще ніж пшениця пристосованих до ґрунтів легкого гранулометричного складу. Але, через суттєві негативні отримані зразки виявились неспроможними конкурувати з пшеницею і житом [237, 238].

Виходячи з експериментальних даних і аналізу еволюції видів пшениці, вчені багатьох країн дійшли висновку, що для тритикале також оптимальним є гексаплоїдний рівень плоїдності. Вже в 1958 році, на Першому міжнародному симпозіумі по генетиці пшениці було заявлено про більшу перспективність гексаплоїдних тритикале [244].

Історія створення і вдосконалення гексаплоїдних тритикале розпочалася в першій чверті XX століття. Гібрид *Triticum dicoccoides* × *Secale cereale* отримав Ф. Єсенко [215]. С. І. Жегалов у 1924 році вперше описав гібрид між *Triticum durum* і житом [76]. Дещо пізніше подібний же гібрид був отриманий О. П. Шехурдіним на Саратовській дослідній станції. О. П. Шехурдін відібрав і описав гексаплоїдний тритикале, який спонтанно виник й виявився стійким до іржі та сажки, вилягання, проте характеризувався значною череззерницею [141]. Перший гібрид між пшеницею твердою і диким видом жита *Secale montanum* створив А. І. Державін у 1938 р. [47]. Амфідиплоїди між *Triticum turgidum* і *Secale cereale* отримав і дослідив Г. Накаджима, а з *Triticum durum* – Дж. О'мара [241, 244].

В 1941 р. вченим-селекціонером В.Е Писарєвим було отримане тритикале від схрещування пшениці озимої з житом озимим, що став джерелом подальших схрещувань. Він залучав до схрещування зимостійкі сорти пшениці й жита, однак вони не відрізнялися високою продуктивністю. На базі ярого пшенично-житнього амфідиплоїда АД-20 починалася селекція

тритикале в Канаді, де в 1970 р. вперше у світі був районований сорт Рознер. У цьому ж році сорти тритикале були районовані в США та Угорщині [184].

В Угорщині перші гексаплоїдні тритикале отримав А. Кіш у 1950 році після гібридизації *Triticum turgidum* і *Secale cereale*. У 1952 році він отримав форми октоплоїдних тритикале, а в 1954 – гібриди між октоплоїдними та гексаплоїдними тритикале. Таким чином, були створені принципово нові гексаплоїдні тритикале – вторинні [8].

У СРСР, незалежно від досліджень А. Кіша, В.Є. Писарев також отримав вторинні гексаплоїдні тритикале. До кінця 1950-х років виробництво вторинних гексаплоїдних рекомбінантів від схрещування октоплоїдних і гексаплоїдних тритикале стало широко використовуваним методом поліпшення тритикале. До 1960 року були отримані вторинні гексаплоїдні форми, які переверщували батьківські форми за основними господарсько - цінними ознаками, за винятком слабкої соломини [184, 217, 218].

Е. Санчес-Монхе зі співробітниками [244] створили різноманітний матеріал гексаплоїдних тритикале в Іспанії, схрестивши майже всі види тетраплоїдної пшениці з культурним житом. При цьому встановлена більша цитологічна стабільність 42-хромосомних тритикале і відмічена перспективність їх покращення за допомогою рекомбінативної селекції.

Селекція тритикале в Канаді розпочата в 1954 році в університеті провінції Манітоба (м. Вінніпег) під керівництвом Л.Х. Шебески та Б.Ч. Дженкінса. У 1969 році сформована програма міжнародних випробувань тритикале, яку координує CIMMYT. У 1970 році ліцензовано перший сорт *Rosner* [42].

Важливий етап у селекції гексаплоїдного тритикале ознаменований розгортанням досліджень у США і Мексиці. Використовуючи вихідний матеріал з Канади, мексиканські селекціонери створили константну лінію *Armadillo*. Вже до 1970 р. вона витіснила в мексиканській програмі інші біотики тритикале. Всі нові перспективні форми тритикале, отримані в CIMMYT, мають у своєму родоводі лінії *Armadillo* [223].

В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва робота з селекцією твердих пшениць і тритикале ведеться у створеному в 1949 році відділі генетики [92, 192]. У 1957–1983 рр. під керівництвом А.Ф. Шулиндіна виконано експериментально-теоретичні дослідження з міжродової гібридизації пшениці, жита, пирію сизого. З участю пшениці твердої озимої створені октоплоїдні та гексаплоїдні пшенично-житні і декаплоїдні пшенично-пирійні амфідиплоїди [92, 108].

Для отримання більш життєздатних рослин з 1960 року почалися роботи зі створення та вивчення гексаплоїдних пшенично-житніх амфідиплоїдів [186–188]. Створення гексаплоїдних тритикале методом складних міжродових схрещувань проводили у три етапи: перший – отримання пшенично-житніх амфігаплоїдів *Triticum aestivum* × *Secale cereale*; другий – запилення амфігаплоїдів гексаплоїдними тритикале; третій – виділення у гібридних популяціях F_2 та наступних поколіннях нових гексаплоїдних форм. В якості батьківських сортів були взяті пшениці твердої озимі, отримані внаслідок міжвидових схрещувань сортів пшениці м'якої озимої (*T. aestivum*) з яrimи сортами пшениці твердої (*T. durum*), та озимі сорти жита Харківське 55 та 194. Міжвидові гібриди (пшениця тверда × жито) були стерильними, тільки за допомогою подвоєння хромосом вченим вдалось отримати фертильні тритикале [108, 192].

У 1970 році вчені під керівництвом А.Ф. Шулиндіна схрещували кращі сорти м'якої пшениці (Миронівська 808, Безоста 1, Білоцерківська 198, Лютесценс 4, Лютесценс 390) з сортами жита Харківське 55, Харківське 194, Саратовське крупнозерне, Жито Читинське. Перше покоління високостерильних міжродових гібридів запилювали пилом гексаплоїдного тритикале. Отримані амфідиплоїди не розщеплювалися по геномному складу на вихідні форми та не змінювалися за морфологічними ознаками і фізіологічними властивостями [186, 187].

Практичним результатом стало створення укісного сорту гексаплоїдного тритикале Амфідиплоїд 1, який з 1976 р. був районований у

деяких областях України [190]. Найбільш відомі сорти тритикале, створені під керівництвом А. Ф. Шулиндіна – зернові Амфідиплоїд 206 (перший районований в колишньому СРСР зерновий сорт) і Амфідиплоїд 201, зерноукісний Амфідиплоїд 3/5 (районовані в 15 областях СРСР) [81]. Нині Амфідиплоїд 206 служить цінним вихідним матеріалом для покращення тритикале за зимостійкістю, скоростиглістю, технологічних властивостях зерна. За його допомогою створені широковідомі сорти: АД 42 і АД 60 (Україна), Тальва 100 (Росія), Дар (Білорусія), Уго та Альмо (Польща), TF-12 (Румунія) [108, 243].

1.2 Класифікація тритикале.

Штучно створена злакова культура тритикале цілком обґрунтовано претендує у ботанічній систематиці на статус окремого роду не тільки з причини синтезу складних геномів, що включають геноми вихідних батьківських родів пшениці та жита, а й по наявності великого різноманіття морфотипів і біотипів рослин, що дозволяє диференціювати його на види і різновиди [99, 203]. Хоча на даний час немає загальноприйнятої класифікації тритикале, визнання таксономічної самостійності роду *Triticosecale* Wittmack не заперечується і відповідає правилам Міжнародного кодексу ботанічної номенклатури [99, 168].

Відносно класифікації тритикале існує багато спірних моментів. Складнощі класифікації тритикале виникають насамперед через велику кількість можливих комбінацій схрещувань різних видів роду *Triticum*, який є сам по собі є поліморфним, з різними видами *Secale*. Поряд з цим виникають труднощі внаслідок перекомбінації геномів різних видів пшениці та жита при внутрішньовидових схрещуваннях тритикале [168].

Первинна назва *Triticosecale* була введена Wittmack наприкінці минулого століття і використовується в даний час для ботанічного позначення рослини. Для позначення тритикале, отриманих від схрещування,

в якому в якості материнської форми використовувалася жито, часто використовується термін «секалотрітікум» [145].

Амфідиплоїдний рід тритикале (*Triticosecale* Wittmack) відноситься до підтриби пшеницевих (*Triticinae*), триби *Triticeae* (*Hordeae*), родини злакових (*Poaceae*), порядку однодольних трав. Він об'єднує види фертильних реципрокних міжродових гібридів між представниками родів *Triticum* та *Secale*, які відрізняються за рівнем плоїдності, походженням і хромосомним складом субгеномів. Поліплоїдний ряд тритикале включає тетраплоїдні (*AARR*, *BBRR*, *DDRR*, *A/B/DRR*, $2n=4x=28$), гексаплоїдні (*AABBRR*, $2n=6x=42$), октоплоїдні (*AABBDDRR*, $2n=8x=56$) види, а також декаплоїдні (*AABBDDRRRR*, $2n=10x=70$) та хромосомно заміщені форми [36].

Спроби систематизувати і класифікувати існуюче різноманіття форм тритикале робилися багатьма вченими [43, 122, 181, 209, 269]. Їх підходи базувалися на різних критеріях. Г. Катерман розділяв моногеномні і гетерогеномні тритикале [36]. *E. Larter* з колегами (1970) пропонували в якості основної класифікаційної ознаки використовувати відмінність за рівнем плоїдності – *Triticosecale hexaploide*, *Trc. octoploide* і т.д. [102].

ЮГ. Січняк і Л.К. Сулима запропонували цитогенетичну класифікацію, основу на принципі гомо- і гетерогеномності тритикале та методу його отримання. Дана класифікація представляє собою ускладнену систему *A. Kiss*, і виявляється практично неспроможною при визначенні тритикале, отриманих у результаті багаторазових схрещувань форм різного походження [145, 168].

Найбільш диференційовану систему класифікацій такого типу представили В.Ф. Дорофєєв, Т.В. Охотникова та Є.Ф. Мігушева, які взяли за основу такі критерії виду, як відмінності в геномному складі і походження окремих субгеномів, а також різноякісність геномів у хромосомному складі ядра амфідиплоїдів [36].

Терміни «первинні» і «вторинні» форми тритикале були вперше запропоновані *A. Kiss* [218]. Такий поділ дозволяє розділяти первинні

тритикале, отримані від схрещування форм одного рівня плоїдності, і вторинні – отримані від схрещування форм різного рівня плоїдності.

Дуже цікавою є класифікація MacKey [232], який запропонував віднести тритикале до відділу роду *Triticum*:

рід: *Triticum*

відділ: *Triticale*

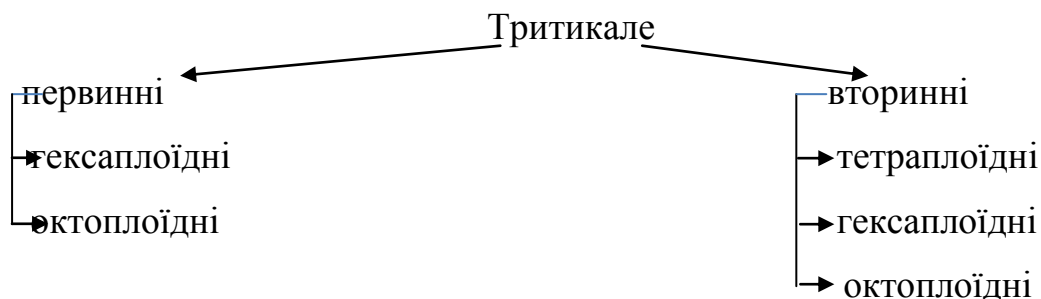
види: *Triticum krolowii* (4x)

Triticum turgidocereale (6x)

Triticum rimpau (8x).

Ця система є найбільш компактною і в той же час відображає основні групи тритикале. Внутрішньовидову ж класифікацію можна здійснювати за принципами подібними з системою різновидів пшениці, як пропонують Л.К. Січняк і Ю.Г. Сулима [145].

На даний час найбільш обґрунтованим є поділ роду тритикале на види з урахуванням рівня плоїдності:



Первинні тритикале – це тритикале, одержані від схрещування різних видів пшениці з житом з наступним подвоєнням кількості хромосом, а також від схрещування тритикале одного рівня плоїдності [57, 84, 141].

Первинні гексаплоїдні тритикале ($2n=6x=42$) морфологічно та цитологічно не стабільні, низьковрожайні, мають дуже низьку якість зерна і в культурі майже не використовується [145, 166, 213].

Для гексаплоїдних тритикале складений визначник, в якому запозичені елементи визначника пшениці м'якої з позначенням тих же різновидів. В основу класифікації даного визначника покладено морфологічні ознаки

колоса, за які відповідають ті чи інші гени м'якої пшениці, локалізовані в геномах *A*, *B* та *D* [99].

Первинні октоплоїдні тритикале ($2n=8x=56$) отримують схрещуванням гексаплоїдних видів пшениці з диплоїдним житом з наступним подвоєнням числа хромосом [99, 141]. Октаплоїдні тритикале зазвичай цитогенетично більш нестабільні в порівнянні з гексаплоїдними формами [173, 219]. Вони успадковують від м'якої пшениці морфологічні ознаки колоса, на чому ґрунтується їх внутрішньовидова класифікація, більшою мірою. За ступенем прояву класифікаційних ознак у пшениці м'якої та тритикале спостерігається паралелізм або гомологія, і до 56-хромосомних форм первинних тритикале можна застосувати різновидну класифікацію, подібно до пшеничної, але з урахуванням наявності або відсутності ознаки опушення колосоніжки жита [155].

У селекційних програмах октаплоїдні тритикале використовують в основному для схрещування з гексаплоїдними, і дуже рідко для схрещувань між собою [153].

Вторинні тритикале – отримують схрещуванням первинних тритикале різного рівня плоїдності між собою, або первинних тритикале з пшеницею [99]. Вторинні тритикале зазвичай цитогенетично більш стабільні, але серед них велика частка анеуплоїдних рослин, що значно знижує врожайність культури [35, 209].

Вторинні гексаплоїдні тритикале найчастіше отримують в результаті схрещування октоплоїдних і гексаплоїдних тритикале між собою. Низкою досліджень встановлено, що в потомстві від таких схрещувань найвища вірогідність отримання високоврожайних форм [230, 250, 255]. Також їх можна отримати схрещуванням гібридів першого покоління між пшеницею і житом з гексаплоїдними тритикале або запиленням гексаплоїдного тритикале пилом пшениці [145, 202, 228].

Вторинні октаплоїдні тритикале одержують схрещуванням октаплоїдних первинних тритикале з гексаплоїдними, а також запиленням

гібридів між гексаплоїдними пшеницями і житом пилком октаплоїдних тритикале. Як і первинні форми, вторинні 56-хромосомні тритикале цитологічно менш стабільні в порівнянні з 42-хромосомними аналогами [145].

Первинні форми тетраплоїдного тритикале практично відсутні через несумісність житнього *R* і пшеничних *A* і *B* субгеномів, які багаторазово і, в основному, безуспішно використовували для синтезу тетраплоїдних форм тритикале [145]. Вторинні форми тетраплоїдного тритикале ($2n=4x=28$) являють собою різні варіанти комбінацій хромосом пшеничних *A* і *B* геномів у поєднанні з повним набором житніх хромосом. Змішування багатьох схрещувань між різними видами пшениці, жита і тритикале різного рівня плоїдності призвело до отримання тетраплоїдних генотипів з різними варіантами хромосомних наборів пшениці та жита [68, 100, 228].

Основний шлях отримання таких форм – це схрещування гексаплоїдних тритикале з житом [211]. Тетраплоїдні тритикале характеризуються досить високою стабільністю мейозу [211, 228]. Вони становлять інтерес, як з практичної, так і з теоретичної точок зору. Серед тетраплоїдного тритикале часто зустрічаються форми з великими реципрокними транслокаціями. Вони характеризуються значною мінливістю за врожаєм. На сьогодні не отримано тетраплоїдних ліній, співставних за врожайністю з гексаплоїдними тритикале, і їх виробниче використання сильно обмежене [69].

А.Ф. Шуліндін пропонував розділяти форми тритикале на двовидові, тривидові, насичені пшеницею м'якою, насичені пшеницею твердою і насичені житом [185].

Насиченими пшеницею м'якою, пшеницею твердою або житом вважаються форми тритикале, які кілька разів повторно схрещують з відповідним видом пшениці або жита.

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

Форми тритикале до геномного складу яких входять геноми двох видів роду *Triticum* (пшениця м'яка і пшениця тверда) та жита вважаються тривидовими. Вперше тривидові форми тритикале отримав А.Ф. Шулиндін. Він розробив біологічний метод синтезу гексаплоїдних тритикале, який передбачає схрещування пшениці м'якої з житом та запилення гібридів першого покоління пилом гексаплоїдних тритикале. Відомі на сьогодні форми тритикале включають в себе геноми трьох батьківських форм: пшениці твердої (як батьківський компонент первинного двовидового амфідиплоїда), пшениці м'якої та жита. Тобто, згідно з класифікацією А.Ф. Шулиндіна [185], вони є тривидовими.

Схрещування тривидових тритикале та пшениці спельта (*Triticum spelta* L.), дозволяють отримати чотиривидові форми тритикале. Такі форми поєднують в собі геноми чотирьох батьківських форм: пшениці м'якої, твердої, спельти та жита. За рахунок використання пшениці спельти для їх створення, в них можна очікувати покращення якісних показників продуктивності, або появу нових, нетипових для тривидових тритикале, ознак.

1.3. Напрямки використання тритикале.

Тритикале – гібрид пшениці та жита, в якому вдалося поєднати кращі ознаки та властивості батьківських форм. У багатьох країнах світу тритикале є культурою поліфункціонального використання, яка зайняла своє місце в структурі виробництва рослинницької продукції. Зерно тритикале використовується як у продовольчих, так і в фуражних цілях [20]. Тритикале є перспективною сировиною для отримання хлібопекарського борошна, крохмалю, солоду, спирту, виробництва комбікормів, використання сіна та зеленої маси для годівлі тварин, тощо. Дана культура за врожайністю зерна

та зеленої маси може успішно конкурувати з традиційними злаками, такими як пшениця, жито, ячмінь, тощо [54].

1.3.1 Тритикале як кормова культура.

Основним компонентом комбікормів для худоби є злакові, такі як кукурудза і пшениця, дещо менше використовується ячмінь, ще менше – жито, овес. В останні роки поряд з традиційними компонентами в годівлі худоби почали використовувати сорго і тритикале. Ці культури при раціональному їх застосуванні можуть бути цінними інгредієнтами комбікормів та частково замінити традиційні кукурудзу і пшеницю [20, 54].

Як кормовий злак тритикале з успіхом конкурує на піщаних ґрунтах Іспанії, Угорщини, Польщі з традиційними в цих країнах кормовими культурами (жито, овес і ячмінь). Тритикале має здатність до швидкого росту і накопичення великої кількості біомаси, що обумовлено його високим фотосинтетичним потенціалом. Рослини тритикале мають велику листову поверхню, не так швидко грубіють як пшениця і жито; солома м'яка, еластична, довше зберігає зелений колір, добре поїдається тваринами навіть у пізні строки вегетації, за рахунок чого подовжується період використання його на кормові цілі [106].

Тритикале широко використовують як кормову культуру для отримання зеленої маси, яка характеризується підвищеним вмістом протеїну, цукрів, каротиноїдів і є дуже поживною при згодовуванні тваринам [16, 87].

У 100 кг зеленої маси міститься 22–25 корм. од. і 2,3–2,7 кг перетравного протеїну [28]. У одній кормовій одиниці зерна тритикале міститься 97,5 г. перетравного протеїну, що більше ніж у зерні жита і пшениці на 4,7 та 17,0 % відповідно в перерахунку на одну кормову одиницю. У зерні тритикале підвищений вміст лізину (1,56 г/кг), тобто майже в 1,4 рази більше, ніж у пшениці і вдвічі, ніж у кукурудзі [1].

Зерно тритикале кормових сортів характеризується високим вмістом незамінних амінокислот та деяких мікроелементів і тому має високий рівень

перетравлення харчових компонентів і більш ефективну конверсію ніж зерно жита, ячменю, сорго [7, 27]. Вміст жиру в зерні тритикале низький (1,2–1,8 %) і може значно змінюватись залежно від умов вирощування. Загальний вміст крохмалю і вільних цукрів у тритикале досить постійна величина, коливається в межах 70–74 %. Вміст антипоживних речовин у зерні тритикале становить 62–82 % [19]. Зелена маса тритикале містить до 6 % білка, 20–22 % цукру і до 120 мг/кг каротину [9].

Внаслідок пізнього колосіння тритикале добре заповнює «вікно» в зеленому конвеєрі між укосами на корм жита озимого і багаторічних трав. Посіви дають до 30–40 т / га зеленої маси, що є добрим весняним кормом для худоби. На відміну від пшениці та жита, тритикале після колосіння і цвітіння повільніше знижує свої кормові якості [48]. Доцільно посіви кормових тритикале проводити в суміші з викою озимою. Висівки тритикале використовують на фураж як високобілковий і високолізиновий корм для худоби та домашньої птиці [9, 21].

Основною перешкодою для широкого використання тритикале в годівництві є наявність остюків. Грубі остюки тритикале можуть викликати у тварин подразнення очей та ротової порожнини, що призводить до виникнення інфекцій, збільшення витрат на ветеринарну медицину та зниження рентабельності тваринницької продукції. Навіть якщо не виникає подразнень та інфекцій, наявність остюків призводить до зниження споживання корму тваринами, що негативно впливає на економічну ефективність тваринництва [252]. Успішним вирішенням цієї проблеми є використання безостих форм тритикале для годівлі великої рогатої худоби. Це дозволяє знизити рівень травмування тварин і підвищити ефективність ведення галузі тваринництва.

Заміна в раціоні дійних корів зеленої маси пшениці на тритикале підвищує добові надої на 13 %, вміст жиру в молоці на 0,29 %, знижує витрати корму при отриманні молока на 32 % [174]. За введення в комбікормову масу до 30 % зерна тритикале суттєво збільшується приріст

молодняка великої рогатої худоби [135]. При згодовуванні зеленої маси тритикале коровам надої молока підвищуються на 14,3 %, а вміст жиру в ньому – на 0,25 % [19].

У Польщі розроблена спеціальна технологія переробки зерна тритикале, що дозволяє використовувати його до 80 % в раціоні при відгодівлі свиней і бройлерів. Загалом у цій країні 63 % валового збору зерна тритикале використовується в тваринництві. У Білорусії приблизно 50 % зерна тритикале споживається в тваринництві. У Росії близько 60 % зерна тритикале використовують у виробництві комбікормів (для годівлі свиней, бройлерів та інші) [32, 226, 249].

Оскільки тритикале містить багато сирого протеїну й лізину, ця культура найбільш прийнятна як інгредієнт у кормах для свиней. З його використанням можна зменшити вміст протеїнової добавки використання соєвого шроту, а отже знизити вартість кормів [121, 205, 206, 239].

За включення в раціон відгодівлі свиней зеленої маси тритикале середньодобові прирости зростають до 654 г. При цьому витрата кормів на кожний кілограм приросту становить 3,89 кг, що на 20 % менше, ніж витрата пшениці на аналогічний приріст [7, 38].

Згодовування комбікорму з 20 % вмістом тритикале позитивно впливає на білковий обмін, сприяє підвищенню несучості курей на 1,5–2 %, забезпечує високу збереженість, однорідність поголів'я, а вихід кондиційного молодняка, приріст живої маси і витрати корму у молодняку – на рівні комбікормів на основі пшениці та кукурудзи [20]. Для підвищення продуктивності курчат – бройлерів рекомендується вводити в склад комбікормів 5 % зерна тритикале в стартовий період, 10 % у подальші періоди росту і розвитку курчат [16].

Висівки отримані з тритикале рекомендується вводити до складу кормосумішей для індичок (до 30 %), що дає можливість наполовину замінити кукурудзу. Молодняку індичок в період обмеженого годування можна згодовувати за добу до 50 г тритикале на голову. У кормосуміші цим

кормом можна на 50 % замінити пшеницю. Відтак забезпечуються високі показники продуктивності і зменшуються витрати кормів тваринного походження [104].

Отже, тритикале є перспективною кормовою культурою, яка в галузі кормовиробництва та годівництва може успішно конкурувати та бути відмінною альтернативою традиційним кормовим культурам.

1.3.2 Технологічний напрямок використання.

З кінця 1990-х років виробники алкогольних і безалкогольних напоїв зацікавились нетрадиційними видами сировини для свого виробництва, які б дозволили розширити асортимент, знизити собівартість продукції та покращити її якість. Культура тритикале майже на 100 % задовольняє ці вимоги [12, 121].

Розрахунок ефективності виробництва спирту з окремих видів культур свідчить, що за прямими витратами найвигідніша культура для виробництва спирту – тритикале (5,6 грн/дал), жито й кукурудза в розрахунку на 1 дал спирту відповідно – 8,9 та 7,3 грн/дал.

З урахуванням витрат виробництва найбільш вигідна культура для виробництва спирту також тритикале. Собівартість спирту з тритикале становить 22,3 грн. Прямі витрати в цілому по народному господарстві при виробництві спирту з тритикале становлять 27,9 грн/дал, що менше, ніж аналогічні витрати при переробці кукурудзи на 1,8 грн/дал. Крім того, за переробки тритикале на спирт сільському господарству буде повернуто певну кількість поживних речовин з відходами у вигляді барди [49, 121].

Висока ферментативна активність тритикалевого солоду дозволяє використовувати його в пивоварінні та безалкогольній промисловостях. Виготовлення пивного сусла із зерна тритикале дозволяє знизити собівартість готової продукції, в порівнянні з пивним суслом отриманим із ячменю, кукурудзи та інших злаків [126]. Розроблена рецептура виготовлення темних

сортів пива із тритикале [133]. Також його можна використовувати в квасоварінні у вигляді несолодженої сировини [174].

У Росії та Білорусі з додаванням зерна тритикале виготовляють деякі види горілки та пива. Тритикалевмісні алкогольні напої відрізняються винятково м'яким смаком. Подібні напої належно оцінені споживачами [121].

Дослідженнями Д.Н. Болотова [12, 13] доведена ефективність виготовлення біологічних кислотвмісних розпушувачів – рідких дріжджів і заквасок з використанням борошна та неферментованого солоду із тритикале. Зерно тритикале широко використовують для виробництва етилового спирту як для медичних, так і харчових цілей. Із зерна тритикале, вирощеного на площі 100 тис. га, щорічно можна виробляти 210–240 тис. т біоетанолу. За вмістом крохмалю й виходом спирту з 1 т тритикале поступається лише кукурудзі (35,8 дал проти 38,4 дал). Один гектар посівної площі під тритикале може забезпечити таке виробництво спирту як 3 га – під житом озимим, 2 га – під пшеницею озимою та 1,58 га – під кукурудзою [121].

Навіть без цілеспрямованої селекції на підвищену ферментабельність окремі сорти тритикале відрізняються досить високим коефіцієнтом виходу етанолу із зерна, не поступаючись деяким гібридам кукурудзи та сортам сорго. При переробці однієї тонни зерна тритикале в етанол можна отримати 420–440 л спирту. Етанол, отриманий із зерна тритикале, не поступається за якістю спирту, отриманому із зерна пшениці та може з успіхом використовуватися в лікєро-горілчаній промисловості. Тритикале має перспективи підвищення виходу спирту до 460–480 л з тонни [139].

Спільними зусиллями вчених селекціонерів та технологів переробки зерна створені форми тритикале, які перевершують сорти пшениці за показником вмісту крохмалю. Виділено низку ліній тритикале, які мають максимальну ефективність трансформації крохмалю в біоетанол [175].

1.3.3 Використання тритикале в хлібопекарській промисловості.

Перспективною культурою для розширення сировинної бази хлібопекарської

промисловості в технології зернових хлібобулочних виробів є тритикале. Воно має підвищений вміст повноцінного білка і мінеральних речовин [179].

Можливість застосування борошна тритикале у виготовленні хліба приваблювала вчених і технологів з моменту створення сортів цієї культури. Підвищений вміст білка, збагаченого незамінними амінокислотами, багатий вітамінний (групи: В, РР, Е) та провітамінний склад (каротиноїди) вигідно відрізняє тритикале від пшениці [72, 163].

Дослідженням хімічного складу зерна тритикале і використання його борошна в харчовій промисловості присвячені роботи багатьох учених, таких як Л.Я. Ауерман, А.А. Вангелов, Є.І. Ведернікова, Р.К. Еркінбаєва, Н.П. Козьміна, Е.Д. Казаков, Р.Д. Поландова та інших [4, 25, 67, 73, 80, 88, 144].

Дослідження хлібопекарських властивостей тритикале показали, що хліб з нього за об'ємом поступається пшеничному, але перевершує житній [143, 144]. Однак за поживною цінністю він перевершує як пшеничний, так і житній хліб. У багатьох країнах застосовується добавка борошна з тритикале при випічці хліба з пшеничного борошна. На думку авторів ця добавка, яка повинна становити 20–50 %, збільшує засвоюваність і поживну цінність пшеничного хліба, оскільки призводить до повільного розкладання триптофану і лізину під час випічки [131].

Із зерна тритикале виробляють такі гатунки борошна: перший, другий і обойне. Згідно нормативної документації, вміст клейковини має бути: у борошні першого гатунку не менше 18 %, другого і обойного – 16 % [18].

Борошно тритикале порівняно з пшеничним містить на 2,3–3,1 % більше білків, у ньому більший вміст моно- і дицукрів, воно більш багате на фосфор та залізо, містить дещо більше рибофлавіну та тіаміну і менше ніацину. За вмістом лізину воно значно перевищує пшеничне і дещо поступається житньому [131, 172].

Тритикале характеризується широким варіюванням вмісту білка в зерні (від 10 до 23 % і більше). Необхідно також відзначити, що рівень вмісту

білка, насамперед, залежить від генотипових особливостей сорту, а також від наявності азоту в ґрунті і від умов вирощування [39]. Тритикале за вмістом незамінної амінокислоти лізину перевищує пшеницю, що й обумовлює кращу поживну цінність зерна тритикале [26].

Борошно тритикале порівняно з пшеничним борошном має підвищену газоутворювальну здатність і амілолітичну активність, що може бути пов'язано з вмістом в ньому значно більшої кількості власних цукрів, а також наявністю активної альфа-амілази [172]. Ймовірно, з цієї причини, незважаючи на хорошу газоутворювальну здатність, борошно із зерна тритикале все ще не достатньо широко застосовується в якості сировини для хлібопекарської промисловості [161].

За вмістом клейковини борошно із зерна тритикале переважає житнє борошно і поступається пшеничному [83]. Вміст клейковини в зерні тритикале варіює від 18 до 22 % [8, 39, 158]. А за деякими літературними даними до 30 % [41]. Для хлібопекарської промисловості якість клейковини має більше значення, ніж її кількість. За якістю клейковину тритикале відносять до II–III групи [90, 91].

Борошно з зерна тритикале придатне для приготування печива високої якості, наприклад, вівсяного, кокосового, шоколадного і тортів [160]. На основі тритикале готують розчинні харчові суміші типу кукурудзяно-соевого молока [25]. Борошно тритикале відмінно підходить для бездріжджового тіста, яке використовується для приготування печива, крекерів. У Польщі печуть житній хліб на основі особливого ферментативного тіста з добавкою тритикалевого борошна. Вагоме місце тритикале займає у виготовленні дієтичного хліба для осіб, які страждають порушенням обміну речовин [178].

Тісто з тритикалевого борошна за властивостями ближче до житнього. Найкращий за якістю хліб виходить із суміші борошна пшеничного (70–80 %) і тритикалевого (20–30 %). Хліб із тритикале білий, майже такий, як пшеничний, дещо поступається йому за об'ємом, але солодкуватий, тому є корисний людям, які хворіють на діабет або мають схильність до ожиріння.

При виготовленні хліба за житньою технологією він виходить об'ємнішим, кориснішим, у півтора рази багатшим на білок, має меншу кислотність, ніж житній, смачний і ароматний та більш поживний [3].

Перші спроби випічки хліба з тритикале були зроблені в 1960 р. в США. Були отримані негативні результати: за об'ємом і пористістю хліб значно поступався пшеничному. Показники на рівні пшениці були отримані лише за додавання поліпшувачів [91]. Нині розроблено низку рецептур виготовлення хліба та хлібобулочних виробів з борошна тритикале. Розроблені методики передбачають як використання борошна тритикале в якості поліпшувача, так і виробництва хліба з тритикалевого борошна в чистому вигляді [127, 128 147]. Відомі також способи виробництва хліба з цілого зерна тритикале [129].

Дослідження О. Є. Карчевської зі співавторами [83, 132] показали, що за органолептичними показниками хліб із тритикале деяких сортів практично не відрізняється від хліба з пшеничної борошна вищого гатунку. Такий хліб має правильну форму, світлий м'якуш, на поверхні кірки спостерігаються незначні тріщини і підриви, м'якуш – еластичний, але дещо грудкуватий, пористість від дрібної до середньої. Хліб без стороннього присмаку і запаху. Хлібопекарська оцінка хліба тритикале становить 4,5 бали (відмінно) [95].

Хліб з борошна тритикале має характерний трохи солодкий смак. За виготовлення пшеничного хліба і борошняних кондитерських виробів борошно тритикале можна додавати до пшеничного максимум до 30 %. При виготовленні житнього хліба, житнє борошно можна повністю замінювати борошном тритикале. Борошно тритикале вигідно підвищує біологічну цінність продукту [124].

В світі найбільш широко дослідження хлібопекарських властивостей тритикале проводяться в Польщі, США, Німеччині, Англії, Австралії [96]. Польськими вченими розроблені технології, що дозволяють отримати вироби з борошна тритикале без додавання пшеничного. Ними встановлена ефективність приготування тіста з борошна тритикале за трьохстадійним

способом (закваска–опара–тісто). Готові вироби мають більш сухий і розпушений м'якуш, порівняно з хлібом, отриманим за двохстадійним способом (закваска–тісто) [91, 96].

В Америці запатентований спосіб приготування хліба з високим вмістом клітковини. Згідно з рецептурою способу борошно складається з лушпиння гороху і зерна тритикале [96, 138].

У Німеччині проведено комплексні дослідження хлібопекарських властивостей борошна тритикале з високоактивною α -амілазою. Німецькі вчені обґрунтували можливість застосування борошна тритикале для підвищення якості хліба з житнього та пшеничного борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями [170].

В Австралії розроблено велику кількість рецептур виробів з борошна тритикале та з його додаванням. Борошно тритикале застосовується для випічки хліба, кексів, тістечок, пирогів і т. д. [96].

У дослідженнях Т.Н. Тертичної обґрунтована ефективність використання тритикале для виробництва пряників, печива, кексів і бісквітів. Пробні лабораторні випічки показали, що 75 і 100% заміна пшеничного борошна на тритикалеве, позитивно впливає на органолептичні показники кондитерських виробів (смак, колір, запах, форму і стан поверхні) [163]. Рекомендовані Т.Н. Тертичною рецептури продукції з тритикале відносяться до групи функціональних виробів лікувально-профілактичного призначення. Вони зміцнюють здоров'я людини і знижують ризик захворювань [162].

У Кубанському державному технологічному університеті була вивчена можливість використання борошна тритикале при виробництві вафельних виробів. Вафельні вироби зі 100 % борошна тритикале відрізнялися найбільшою крихкістю і вираженими хрусткими властивостями. Тому, борошно тритикале доцільно використовувати при виготовленні вафельних виробів [89].

Тритикале за технологічними характеристиками та кормовими властивостями має низку переваг над батьківськими формами. Незважаючи

на це, дана культура не набула значного виробничого поширення. Основними перешкодами для широкого використання тритикале в хлібопекарській та борошномельній промисловості є наявність секалінів (запасних білків жита). Пшениця спельта – півчаста пшениця, яка містить до 25% білка. Схрещування тритикале з пшеницею спельта дозволяє отримати чотиривидові форми тритикале, в яких можна очікувати підвищення вмісту білка та клейковини в зерні, покращення технологічних властивостей та зниження вмісту секалінів. Крім того, в результаті схрещувань тритикале та спельти в потомствах можуть з'являтися безості форми тритикале. Це дозволить покращити його кормові властивості.

1.4 Селекція тритикале.

Важливою проблемою вітчизняного землеробства є виробництво в необхідних обсягах високоякісного продовольчого і кормового зерна. Вагомий внесок у розв'язання цієї проблеми може зробити культура озимого тритикале. Світовий досвід показує, що відбувається динамічне зростання площі посівів тритикале. Потенційна врожайність його кращих сортів перевищує 10 т/га. Але, незважаючи на це тритикале ще не займає належного місця у структурі посівів зернових культур в Україні [30, 212].

Нині селекція тритикале ведеться у багатьох країнах світу, а саме: США, Канада, Китай, Польща, Австралія, Мексика, Іспанія, Росія, Франція, Німеччина та інші [87, 242]. В Україні селекцією тритикале займаються провідні наукові установи, зокрема Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла НААН, Носівська селекційно дослідна станція НААН, Інститут фізіології рослин і генетики НААН, Селекційно-генетичний інститут НААН та інші [143]. В Україні районовано понад 30 сортів тритикале озимого зернового і кормового напрямків використання. Всі сорти мають потенціал урожайності зерна на рівні 10–11 т/га [52, 53].

За останні 40 років вченим вдалося вирішити ряд важливих наукових і практичних питань, отримати цінний вихідний матеріал із комплексом нових господарських та біологічних ознак:

- у результаті виконання селекційних програм на імунітет було створено різноплановий вихідний матеріал із різним рівнем стійкості проти окремих патогенів та їх комплексу і сформовано робочі колекції з донорів та джерел стійкості проти основних грибних патогенів [30, 93];
- підвищено рівень посухо-, зимо-, та морозостійкості, розірвано негативну кореляцію між морозо- і зимостійкістю та продуктивністю і короткостебловістю [103];
- збільшено розміри зернівок, поліпшено якість зерна [93];
- майже вдвоє зменшено висоту рослин тритикале за введення в тритикальний геном домінантного гена низькорослості жита, що дало змогу розв'язати проблему стійкості до вилягання; було створено серію низькорослих форм тритикале на базі пшениці Том Пус [137];
- вирішено проблему виповненості зерна, масу 1000 зерен збільшено до 50–55 г, а в деяких сортів до 70 г (сорт Тандем) покращено озерненість колоса [8];

Сьогодні селекція тритикале ведеться за трьома основними напрямками: створення зернових, зерноукісних сортів і сортів кормового напрямків використання [136, 154].

Створення сортів тритикале зернового напрямку передбачає використання їх для хлібопекарської, кондитерської, бродильної і комбікормової промисловості. Тому, такі сорти повинні бути високоврожайними та мати високу якість продукції. Основною вимогою до зерноукісних сортів є стійкість до вилягання, високий врожай зерна та зеленої маси. Кормові сорти повинні бути високорослими та мати високу облиственість для забезпечення високого врожаю зеленої маси [143].

Головними завданнями подальшої селекційної роботи з тритикале є: підвищення хлібопекарських властивостей тритикале, створення

гетерозисних сортів, підвищення продуктивності, створення сортів тритикале зі збалансованим вмістом цукрів і підвищеним рівнем екстрактивності для виробництва біоетанолу, зниження проростання зерна на корені, створення сортів тритикале пивоварного напрямку використання зі зниженим вмістом білка [86].

Великого практичного значення набуває створення конкурентоздатних сортів тритикале з раннім і ультрараннім колосінням (на рівня жита озимого) за умов збереження високих адаптивних властивостей і прийнятих показників якості зерна і зеленої маси [122].

За останні 30 років висоту рослин тритикале вдалося зменшити від 160–190 см до 90–115 см, що значною мірою вирішує питання стійкості до вилягання. Але, ознака висоти рослин тритикале потребує подальшого селекційного вдосконалення. Тому, зараз інтенсивно ведуться пошуки нових донорів та джерел короткостебловості для підвищення стійкості тритикале озимого до вилягання [14, 97].

За висотою рослин розрізняють середньостеблові (100-120 см), низькостеблові (80-100 см), короткостеблові (60-80 см) та карликові (менше 60 см) форми тритикале [197].

В світовій колекції ВІР у тритикале різними методами ідентифіковано 15 генів короткостебловості. З використанням цих генів створено низку короткостеблових і карликових ліній тритикале [40, 98, 134]. Останнім часом під час синтезу низькорослих форм тритикале використовують джерела з рецисивними генами короткостебловості та генами високої фертильності, а також октоплоїдні форми, синтезовані на основі мутантів Безоста 1, Norin 10, Кавказ [87].

Одним з важливих завдань селекції тритикале є підвищення екологічної пластичності культури та стабілізація генетичного потенціалу його врожайності [78]. У зв'язку з тим, що у тритикале немає природних центрів походження, де можна було б черпати вихідний матеріал для селекції

щодо його поліпшення, першочерговим завданням у селекції є збільшення генетичного різноманіття форм тритикале [82].

На думку багатьох селекціонерів, для вирішення актуальних проблем селекції тритикале найближчим часом знадобиться ціленаправлена використання ефекту гетерозису [44, 50, 112]. Тим більше, що на батьківських родах пшениці та житі у цьому напрямку досягнуто значних успіхів [75, 142, 254]. Дослідження проведені Ю. Гужовим зі співавторами свідчать про підвищення зернової продуктивності тритикале в результаті ефекту гетерозису на 50–60 % [46]. А в роботі Н.М. Данілікіна показано, що існують різні механізми формування гетерозису за окремими ознаками. У кращих комбінаціях схрещування зростання продуктивності рослин відбувається насамперед за рахунок підвищення виповненості зерна та формування потужнішого колоса і, меншою мірою, за рахунок інших компонентів урожайності [50, 54].

Вихідний матеріал для селекції тритикале створюють переважно методами внутрішньовидової та віддаленої гібридизацій. На кожному рівні плоідності пшенично-житніх амфідиплоїдів можлива широка міжлінійна, а на гексаплоїдному рівні – міжсортова гібридизація [196].

Міжсортова селекція є основною при створенні комплексно цінних сортів. Цінні в селекційному відношенні форми вторинних тритикале виникають в потомствах гібридів за схрещування амфідиплоїдів різного рівня плоідності. Широкий рекомбінаційний та мутагенний потенціал тритикале є джерелом вихідних матеріалів для селекційного процесу [235].

Рекомбінація у тритикале дозволяє на основі первинних ліній створити у тритикале генетичну систему, взаємодія геномних компонентів якої буде позбавлена цитологічних і фізіологічних ускладнень, покращити біологічний потенціал та господарсько важливі ознаки та властивості [167].

Однак внутрішньовидова гібридизація не здатна вирішити весь спектр завдань сучасної селекції тритикале [29]. Віддалена гібридизація пов'язана з багатьма труднощами, серед яких погана схрещуваність батьківських

компонентів, низька зав'язуваність гібридних зернівок, стерильність гібридів першого покоління. Тому, особливу актуальність набуває пошук способів і прийомів подолання генетичної несумісності пшениці і жита та прискорення процесів генетичної стабілізації нових форм [82]. Ефективним способом подолання цих перешкод є використання *Kr* генів, регулювання рівня плоїдності генома додаванням в живильне середовище колхіцину та культура *in vitro* (культури незрілих зародків та молодих суцвіть) [45]. Встановлено, що за використання ліній пшениці з *Kr* генами для створення первинних тритикале зав'язуваність гібридних зернівок збільшується в 7,1 рази [43].

На найближчі роки поставлено завдання створити сорти тритикале, що поєднують високу врожайність зерна (11–13 т/га) з підвищеним вмістом білка і клейковини високої якості. Основними вимогами до таких сортів є висота рослин 75–85 см., для зволжених районів і умов зрошення, 90–110 см. для Лісостепової і Степової зони; маса зерна з колоса не менше 3 г; комплексний імунітет до хвороб; високий вміст білка і збалансований амінокислотний склад [194, 199, 235].

Використання хромосомних заміщень в селекції тритикале може бути ефективним шляхом для покращення культури за низкою ознак, зокрема хлібопекарських властивостей. Практичний інтерес представляють заміщені лінії, що мають різні варіанти *R/D*, *R/B*, *A/D*, *B/D* заміщень. Найбільш перспективними для селекційного поліпшення тритикале є заміщення *R/D* типу. Так *2R/2D* заміщення забезпечує зміну тритикале за низкою ознак – зменшення висоти рослини, формування виповненого зерна, скорочення вегетаційного періоду та ін. [97]. Заміщення хромосоми *1R* жита на гомеологічну їй хромосому *1D* пшениці може покращити хлібопекарські та борошномельні якості тритикале [198]. Встановлено, що наявність множинних (3–4 пари) міжгеномних заміщень *B/D* типу хромосом призводить до підвищення вмісту білка в зерні тритикале [148].

Отже, з літературних джерел видно, що спільними зусиллями вчених селекціонерів та генетиків культуру тритикале вдалося поліпшити за

багатьма ознаками. Але, залишається ще багато показників, за якими тритикале потребує покращення.

Так, невирішеною залишається проблема низьких технологічних та хлібопекарських якостей тритикале, що перешкоджає широкому використанню тритикале в хлібопекарській промисловості. Покращення потребують такі ознаки та властивості тритикале, як висота рослин, стійкість проти вилягання і проростання на пні, озерненість колоса, виповненість зерна, тощо.

Недостатньо вивченими залишаються питання створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм та можливості їх використання для селекційного покращення культури.

Основним і найефективнішим методом створення тривидових тритикале був і залишається біологічний метод синтезу, розроблений А. Ф. Шуліндіним. Однак, даний метод не дозволяє вирішити весь спектр нерозв'язаних задач селекції тритикале. В зв'язку з цим особливого значення набуває розробка нових методів селекції, які дозволяють отримати форми тритикале з покращеними господарськими властивостями та високим врожайним потенціалом.

Пшениця спельта має високий вміст білка (до 25%). Використання спельти в селекційному процесі тритикале дозволяє отримати чотиривидові форми тритикале, в яких можна очікувати поліпшення кількісних та якісних показників продуктивності.

Враховуючи вищесказане можна зробити висновок про доцільність і перспективність створення та оцінки чотиривидових форм тритикале, в яких можна очікувати покращення кількісних і якісних показників продуктивності.

РОЗДІЛ 2.

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови.

Дослідження проводилися впродовж 2012–2015 рр. на дослідному полі навчально-науково-виробничого відділу Уманського НУС, розташованому в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції України з географічними координатами за Гринвічем 48°46' північної широти, 30°14' східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Рельєф дослідного поля – вирівняне плато водорозділу з пологими (1–2°) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Глибина залягання підземних вод 22–24 м, тому польові культури використовують вологу, що накопичується у ґрунті з атмосферних опадів.

Ґрунт дослідного поля чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Цей ґрунт відносно однорідного гранулометричного складу по профілю, і характеризується вилуженістю його від легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів, значним накопичення елементів живлення в гумусовому горизонті. Вміст гумусу в орному шарі становить 3,2–3,3 %, ступінь насиченості основами в межах 90–93 %, реакція ґрунтового розчину середньокисла ($\text{pH}_{\text{сол.}}=5,5$), гідролітична кислотність – 1,9–2,3 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору і калію (за ДСТУ 4115–2002) – 100–115 мг/кг, азот лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 100–110 мг/кг ґрунту.

Район відноситься до підзони нестійкого зволоження і характеризується періодичними посухами (2–3 роки, а в окремі періоди і 3–5 років за десятиліття посушливі). За даними метеостанції Умань середньобагаторічна кількість опадів складає 633 мм, проте в окремі роки відмічено значні відхилення. Спостерігається нерівномірний розподіл опадів впродовж року. Найбільша кількість опадів (близько 70 %) випадає в теплий період (квітень–

жовтень).

Клімат регіону помірноконтинентальний. Безморозний період продовжується 160–170 діб. На початку жовтня спостерігаються перші осінні заморозки. Період з середньодобовою сумою температур, що перевищують 10°C – 2500–2700, триває 140–160 діб, а з температурою понад 5°C – 225 діб.

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

При переході середньодобової температури повітря через 15°C починається літо. Цей період характеризується високими температурами з середнім показником 19°C та змінами в окремі роки від 17 до 22°C . Переважаючі західні вітри приносять значну кількість опадів, що сприяє нормальній вегетації. В окремі роки буває літня посуха, з тривалим і значним дефіцитом опадів та підвищеною температурою повітря.

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

Зима переважно м'яка, з частими відлигами і хмарною погодою. Найхолодніший місяць – січень. Середньодобова температура повітря в цей місяць становить -6°C . Кращому засвоєнню зимових опадів сприяє часте розмерзання ґрунту. У період відлиг температура може підвищуватися до $+9$ – $+12^{\circ}\text{C}$, що супроводжується утворенням крижаної кірки.

У цілому кліматичні умови регіону сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Проте несприятливі погодні умови в окремі роки призводять до значного зниження врожайності та якості вирощеної продукції.

У 2012–2013 сільськогосподарському році спостерігалось перевищення середньобаторічної норми за температурним режимом і кількістю опадів (табл.2.1). Осінь 2012 року, а також весна та літо 2013 року характеризувались підвищеним температурним режимом повітря та ґрунту. А зимовий період супроводжувався нижчою, ніж багаторічні показники, температурою. Впродовж цього року було відмічено нерівномірний розподіл опадів упродовж вегетації тритикале озимого. Інтенсивні дощі в період цвітіння та формування зерна сприяли формуванню високого врожаю.

Середня температура повітря в 2012–2013 сільськогосподарському році становила 7,9°C, що на 0,5°C вище за середньобаторічні дані. Загальна кількість опадів за рік 709,3 мм. Упродовж грудня 2012 – березня 2013 випало 290,2 мм опадів у вигляді дощу та снігу. У квітні–вересні 2013 року випало 351,9 мм атмосферних опадів. Упродовж сільськогосподарського року підвищена кількість опадів спостерігалася у вересні, грудні, січні, березні та травні.

Впродовж року відносна вологість повітря була близькою до норми. Найвища вологість спостерігалася в листопаді і становила 91 %, що на 10 % вище середньобаторічної норми. Також підвищена вологість – 72 та 71 % спостерігалася у червні та липні, що перевищує багаторічну норму відповідно на 6 та 4 %. Нижча, ніж середньобаторічні дані вологість повітря була відмічена у вересні, березні та квітні. В ці місяці вологість повітря становила 79, 75 та 65 % відповідно.

Упродовж 2013–2014 сільськогосподарського року спостерігалось відхилення від середньобаторічної норми за температурним режимом та кількістю атмосферних опадів. Щодо вологості повітря слід відмітити, що вона була близькою до норми

Таблиця 2.1

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань)

Рік	Всього за рік	Місяць											
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість опадів, мм													
1961–1990	633,0	43,0	33,0	43,0	48,0	47,0	44,0	39,0	48,0	55,0	87,0	87,0	59,0
2012–2013	709,3	90,6	35,0	30,7	135,5	58,1	35,9	60,7	36,5	70,9	77,8	23,2	54,4
2013–2014	573,3	89,1	5,3	36,8	5,8	48,3	5,3	15,7	100,0	125,5	73,0	52,9	15,6
2014–2015	642,2	82,6	35,7	29,7	89,0	37,5	20,2	54,7	69,2	40,3	114,1	47,9	21,3
Температура повітря, °С													
1961–1990	7,4	13,6	7,6	2,1	–2,4	–5,7	–4,2	0,4	8,5	14,6	17,6	19,0	18,2
2012–2013	7,9	16,5	10,6	4,5	-5,3	-3,9	0,3	0,1	10,9	18,4	20,5	20,0	19,8
2013–2014	9,4	12,3	9,0	6,5	-0,9	-3,9	-1,9	6,6	9,7	16,1	17,5	21,5	20,8
2014–2015	9,0	14,8	6,4	1,8	-2,4	-1,4	-1,1	4,1	8,7	15,6	19,3	21,3	21,1
Відносна вологість повітря, %													
1961–1990	76,2	73	80	87	88	86	85	82	68	64	66	67	68
2012–2013	76,5	69	81	91	87	87	84	75	65	67	72	71	69
2013–2014	77,1	84	81	87	84	85	87	65	72	73	72	70	65
2014–2015	73,4	68	74	85	88	89	81	72	63	66	64	68	63

Річна кількість опадів склала 573,3 мм, тобто на 9,4 % менше норми. За період з грудня 2013 року по березень 2014 року атмосферних опадів у вигляді снігу та дощу було 75,1 мм. За квітень–вересень 2014 року їх випало 366,5 мм. Спостерігалось перевищення середньобогаторічної норми за кількістю опадів у квітні, травні та вересні 2014 року відповідно на 52, 70,5 та 39,6 мм. Сумарний недобір опадів в кінці року був на рівні 59,7 мм. У межах року відносна вологість повітря була близькою до норми. Найбільші перевищення середньобогаторічних значень було відмічено у жовтні, листопаді та травні місяцях відповідно на 8,7 та 9 %, а зменшення відповідно на 17, 5 та 3 % в березні, вересні, серпні та грудні.

Впродовж 2014–2015 сільськогосподарського року спостерігалось перевищення середніх богаторічних даних за кількістю опадів та температурою повітря. У зимовий та весняний періоди було відмічено підвищений температурний режим. Літній період характеризувався надмірною кількістю опадів у червні та їх недостатньою кількістю у липні-серпні місяцях. За 2014–2015 р. випала загальна кількість опадів 642,2 мм, що на 12,2 мм більше середньобогаторічної норми. Впродовж сільськогосподарського року перевищення богаторічної норми спостерігалось у вересні, грудні, березні, квітні, червні та липні місяцях. За осінній період 2014 р. випало 148 мм опадів. У зимовий період у вигляді снігу та дощу випало 146,7 мм. Весняний та літній період характеризувалися кількістю опадів відповідно 164,2 мм і 183,3 мм.

Середня температура повітря за 2014–2015 рік становила 9,0°C, що на 1,6°C вище за середньобогаторічні дані. Найбільші відхилення температурного режиму було відмічено у січні та лютому. У ці місяці температура повітря становила відповідно -1,4°C та -1,1°C, що перевищує норму на 4,3°C та 3,1°C. Відносна вологість повітря в межах року була близькою до норми. Вона коливалася від 63 % до 89 % і в середньому становила 73,4 %. Найбільші відхилення від норми спостерігалися у жовтні та березні. В ці місяці відносна вологість повітря поступалася норму

відповідно на 6 % та 10 %.

В цілому ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур, зокрема, тритикале озимого. Ґрунт, на якому проводилися дослідження, за своїми фізико-механічними особливостями і гранулометричним складом відповідає ґрунтовим різновидностям регіону, в межах якого можуть бути розповсюджені отримані в дослідженнях дані.

2.2 Характеристика вихідного матеріалу.

В якості вихідного матеріалу для гібридизації використовували сорти тривидового тритикале (*Triticosecale Wittmack*) Розівська 6, Розівська 7, Ладне, Юнга та інші зразки; пшеницю спельту озиму (*Triticum spelta L.*) сорти Зоря України, Європа та інші; зразки чотиривидових тритикале другого–четвертого поколінь; сорти чотиривидового тритикале Алкід та Тактик (Аватар), які виступали стандартами при випробуванні кращих зразків чотиривидових тритикале.

Характеристика сорту тривидового тритикале Розівська 6.

Оригіном сорту є Розівська дослідна станція Інституту сільськогосподарства Степової зони НААН України. Сорт придатний для вирощування у Поліській, Лісостеповій та Степовій зонах України. Напрямок використання зерновий та кормовий.

За типом розвитку сорт озимий. Група стиглості – середня. За висотою сорт відноситься до середньостеблової групи рослин. Висота стебла становить 140–160 см. Кущистість досягає 7 шт. в одній рослині, з них 4 продуктивних. Довжина колоса становить 15 см. Озерненість колоса до 120 зернин. Маса 1000 зерен 50–70 г. Сорт морозо- та посухостійкий. Не уражується борошнистою росою та бурюю стебловою іржею. Стійкий до шкідників. Рослини даного сорту пригнічують ріст і розвиток бур'янів.

Вміст білка в зерні становить 14–15 %, клейковини – до 32 %.

Урожайність зерна – до 100 ц/га, в несприятливі роки 50–60 ц/га.
Урожайність зеленої маси в ранній весняний період складає 600–800 ц/га.

Характеристика сорту тривидового тритикале Розівська 7.

Оригіном сорту є Розівська дослідна станція Інституту сільського господарства Степової зони НААН України. Сорт придатний для вирощування у Поліській, Лісостеповій та Степовій зонах України. Напрямок використання зерновий та кормовий.

Тип розвитку – озимий. Група стиглості – середня. Відноситься до середньо стеблової групи рослин (висота 120–140 см). Не уражується борошнистою росою та бурюю стебловою іржею. Стійкий до шкідників. Рослини даного сорту пригнічують ріст і розвиток бур'янів.

В зерні даного сорту міститься: білка 14–15 %, клейковини – до 32 %. Урожайність зерна – потенційна 10 т/га, фактична 5–6 т/га. Урожайність зеленої маси складає 60–80–т/га.

Основна відмінність даного сорту від сорту Розівська 6 – це наявність неламкого колосу та підвищена кущистість.

Характеристика сорту тривидового тритикале Ладне.

Сорт створений методом віддаленої гібридизації тритикале та пшениці м'якої. Занесений до державного Реєстру сортів рослин придатних для поширення на території України з 2002 року. Оригіном Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН України. Рекомендований для вирощування у Лісостеповій та Степовій зонах України.

Тип розвитку – озимий. Сорт універсального призначення. Відноситься до середньостеблової групи рослин (висота 100–120 см). Відноситься до середньої групи стиглості. Сорт середньозимостійкий, стійкий до збудників основних хвороб.

Хлібопекарські якості сорту добрі. Об'єм хліба становить 425 мл, вміст сирової клейковини –18,5 %, показник сили борошна – 179 е.а., загальна оцінка

хліба – 4,2 бала. Урожайність зерна 6,5 т/га, зеленої маси 310–520 ц/га [52, 157].

Характеристика сорту тривидового тритикале Юнга.

Сорт створений в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Сорт середньостиглий. Висота рослин – 103–106 см, стійкий до вилягання. Має підвищену стійкість проти септоріозу листя, борошнистої роси та бурі листкової іржі. Вирощується без застосування фунгіцидів.

Маса 1000 зерен становить 45 г, натура зерна 690 г/л. Вміст клейковини 18 %, ІДК – 85. Урожайність зерна 5,5 т/га [194].

Характеристика сорту чотиривидового тритикале Алкід

Сорт виведений методом добору з гібридної популяції створеної складними схрещуваннями. Оригіном сорту є Всеукраїнський науковий інститут селекції. Занесений до державного Реєстру сортів рослин придатних для поширення на території України з 2006 року. Рекомендований для вирощування у Лісостеповій, Степовій та Поліській зонах України.

Тип розвитку – озимий. Сорт середньостиглий, вегетаційний період 284–300 діб. Сорт низькостебловий, висота рослин 90–100 см. Зимостійкість сорту в умовах проморожування середня – 8,6–9,0 бала. Стійкість до вилягання 7,5–8,2 бала. Стійкість до осипання 8,8–9,0 бала, до посухи – 8,8 бала. За роки випробування сорт слабо уражувався основними захворюваннями.

Середня врожайність в зоні Степу – 6,6 т/га, в зоні Лісостепу – 6,4 т/га, в зоні Полісся – 5,8 т/га, гарантована прибавка 0,7–1,0 т/га. Маса 1000 зерен – 46–54 г. Зерно містить 13,0–13,2 % білка.

Характеристика сорту чотиривидового тритикале Тактик (Аватар)

Сорт створений методом віддаленої гібридизації, а саме схрещування три видового тритикале сорту Хлібодар харківський та пшениці спельти. Оригіном сорту є Всеукраїнський науковий інститут селекції. Станом на

2015 рік сорт переданий на державне сортовипробування.

За типом розвитку сорт відноситься до дворучок. Сорт середньостиглий, вегетаційний період 280–285 діб. За висотою сорт відноситься до середньо стеблової групи (висота рослин 110–120 см). Напрямок використання – зерновий. Сорт зимостійкий, стійкий до посухи. Слабо уражується основними грибковими захворюваннями. Стійкий проти осипання.

Маса 1000 зерен 45 г. Зерно містить 19–20 % клейковини. Урожайність зерна становить 6 т/га.

Характеристика сорту пшениці спельти озимої Зоря України

Сорт створений методом багаторазового індивідуального добору з популяції пшениці спельти. Оригіном сорту є Всеукраїнський науковий інститут селекції. Занесений до державного Реєстру сортів рослин придатних поширення на території України з 2012 року. Рекомендований для вирощування на всій території України.

Сорт пізньостиглий. Тип розвитку – озимий. Напрямок використання – зерновий, дієтичне харчування. Сорт середньостебловий (висота рослин 100–120 см). Колос довгий рихлий, нещільний. Довжина колоса 16 см. Сорт толерантний до кореневих гнилей, фузаріозу колоса, септоріозу та жовтої плямистості. Сорт має стійкість до бурої іржі, борошнистої роси, снігової плісняви, а також є стійким до вилягання. Має високу посухостійкість. Бал зимостійкості 8,2–8,7.

Маса 1000 зерен 40–42 г. Натура зерна – 650 г/л. У зерні сорту міститься сирої клейковини 48-49 %; сирого протеїну 23–26 %; білка 18–22 %. Середня урожайність за роки державного сортовипробування 5,5 т/га.

Характеристика сорту пшениці спельти озимої Європа

Європа – це сорт остистої форми пшениці спельти, в якій 90 % зерна

відділяється від плівок під час обмолоту. Сорт одержано від схрещування сорту Копилівчанка і спельти. Оригіном сорту є Всеукраїнський науковий інститут селекції.

Сорт пізньостиглий. За висотою рослин відноситься до середньостеблової групи (100–120 см). Тип розвитку – озимий. Сорт морозостійкий, стійкий до вилягання та основних грибкових захворювань.

Урожайність сорту на дослідних ділянках становила 4,1 т/га. Вміст клейковини – 36 %.

2.3 Методика проведення досліджень.

У дослідженнях застосовували загальноприйнятую технологію вирощування тритикале озимого. Посів проводили в оптимальні для зони строки – 26 вересня у 2012 р., 28 вересня у 2013 та 29 вересня – у 2014 р. У дослідках застосовували систематичний метод розміщення ділянок [66]. Зразки висівали вручну, довжина рядка становила 1 м з міжряддям 0,25 м. Дослідні ділянки чотирьохрядкові. Номери розташовували ярусами. Густота рослин – 400 тис. шт/га [180].

Для випробування і порівняння господарсько-цінних ознак сорти і гібриди висівали вручну. У 2012/2013 році кращі зразки для випробування висівали ділянками по 10 рядків. Довжина рядка при цьому становила 2 м. У 2013/2014 та 2014/2015 роках випробування кращих зразків чотиривидових тритикале проводили за методом латинського квадрату (5×5) (рис. 2.1). При цьому загальна площа ділянки становила $2,25 \text{ м}^2$ (довжина рядка 1,5 м, ширина міжряддя 15 см), а облікова площа – 2 м^2 . Норма висіву 5 млн. шт/га схожих зерен. Повторність п'ятиразова. Було закладено три досліди. У першому досліді вивчали короткостеблові зразки чотиривидових тритикале, в другому – низькостеблові, а в третьому – середньостеблові. Групування зразків чотиривидових тритикале за висотою рослин проводили за класифікацією Г.В. Щипака [197].

I					
1	2	3	4	5	1 – Алкід (стандарт);
2	3	4	5	1	2 – зразок 468 ;
3	4	5	1	2	3 – зразок 469;
4	5	1	2	3	4 – зразок 471;
5	1	2	3	4	5 – зразок 473.
II					
1	2	3	4	5	1 – Алкід (стандарт);
2	3	4	5	1	2 – зразок 451 ;
3	4	5	1	2	3 – зразок 466;
4	5	1	2	3	4 – зразок 484;
5	1	2	3	4	5 – зразок 488.
III					
1	2	3	4	5	1 – Тактик (Аватар) (стандарт);
2	3	4	5	1	2 – зразок 455;
3	4	5	1	2	3 – зразок 475;
4	5	1	2	3	4 – зразок 465;
5	1	2	3	4	5 – зразок 478.

Рис. 2.1. Розміщення ділянок випробування тритикале озимого: I – розміщення ділянок випробування короткостеблових зразків; II – низькостеблових зразків; III – середньостеблових зразків.

Для визначення висоти рослин їх вимірювали від поверхні ґрунту до верхівки колоса (без остюків) з точністю до 1 см. Стандартом для короткостеблових і низькостеблових груп рослин виступав сорт чотиривидового тритикале Алкід, а для середньостеблових – сорт Тактик (Аватар) .

При створенні чотиривидових форм тритикале у якості материнських форм використовували сорти тривидових тритикале вітчизняної селекції Юнга, Ладне, Розівська 6, Розівська 7, Хлібодар Харківський та ін. В якості

батьківської форми використовували пшеницю спельту (*Triticum spelta* L.) сорти Зоря України та Європа. Гібридизацію проводили шляхом ручної кастрації квіток і наступного запилення обмеженовільним методом. Кастровані колоски ізолювали під один ізолятор разом з батьківською формою, у якої підрізали квіткові луски.

Вивчали господарсько-біологічні характеристики, морфологічні ознаки, врожайність та вміст клейковини в зерні. Усі фенологічні спостереження та аналіз структури врожаю проводили відповідно до “Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур” [30, 51]. Біометричні показники визначали на 30 рослинах, які відбирали з кожної ділянки у двох несуміжних повторностях.

Серед чотиривидових тритикале виділяли пшенично-житні хромосомно заміщені форми тритикале. Контроль наявності хромосомного заміщення проводили з використанням ознаки «стерильність–фертильність» [125]. Для цього проводили схрещування тритикале сорту Тактик (Аватар) з формами тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення. І за стерильністю пилку у нащадків відбирали хромосомно заміщені форми.

Оцінку стійкості проти ураження грибковими хворобами проводили на природному інфекційному фоні за шкалами “Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур” [94].

Інтенсивність розвитку бурої листкової іржі визначали за шкалою Т. Д. Страхова у фазу молочної стиглості зерна тритикале, борошнистої роси – за шкалою Э. Э. Гешеле у фазу колосіння рослин, септоріоз листків – за шкалою А. Bronnimann у фазу колосіння [113].

Стійкість рослин проти хвороб визначали за шкалою:

9 – дуже висока стійкість (відсутність ознак хвороби);

8 – висока стійкість (інтенсивність ураження органів рослин до 5 %);

7 – стійкість (інтенсивність ураження 5–10 %);

6 – стійкість (інтенсивність ураження 10–15 %);

5 – слабка сприйнятливість, гетерогенність (інтенсивність ураження 15–25 %);
4 – сприйнятливість (інтенсивність ураження 25–40 %);
3 – сприйнятливість (інтенсивність ураження 40–65 %);
2 – висока сприйнятливість (інтенсивність ураження 65–90 %);
1 – дуже висока сприйнятливість (інтенсивність ураження 90–100 %)
[113].

Стійкість рослин проти вилягання визначали за шкалою:

1 – вилягання сильне;
3 – вилягання вище середнього;
5 – вилягання помірне;
7 – вилягання незначне;
9 – вилягання відсутнє [51].

Збирання та облік урожаю проводили вручну в фазі повної стиглості зерна. Після обліків та вимірювань здійснювали обмолот зерна і визначали врожайність. Вміст клейковини в зерні та її якість визначали – за методикою державної науково-технічної експертизи сортів рослин [142], масу 1000 зерен – за ГОСТ 10842–89 [77].

Статистичну обробку результатів досліджень проводили на ЕОМ методом однофакторного дисперсійного аналізу. Математичну обробку одержаних результатів досліджень проводили за методикою Б. А. Доспєхова з використанням програми “Microsoft Excel 2010” [66, 123].

Деякі деталі методик приводяться під час викладення матеріалів досліджень.

РОЗДІЛ 3.

СТВОРЕННЯ ЧОТИРИВИДОВИХ ФОРМ ТРИТИКАЛЕ

Гібридизація гексаплоїдних тритикале з видами роду *Triticum* є ефективним шляхом істотного розширення генетичного різноманіття культури [141, 157]. Одним із таких видів може бути пшениця спельта (*Triticum spelta* L.), яка є гексаплоїдним видом пшениці ($2n=6x=42$) з геномним складом гомологічним пшениці м'якій [164]. В зерні пшениці спельти міститься до 25 % білка, що в середньому на 10–15 % більше, ніж у зерні пшениці м'якої. Крім того, спельта містить незамінні амінокислоти, які відсутні у пшениці м'якій [117, 118]. Особливостями даного виду пшениці є відносно низька врожайність та важкий обмолот зерна, що ускладнює процес її вирощування.

Схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти дозволяє отримати чотиривидові форми тритикале. У нащадках від таких схрещувань можуть з'являтися рекомбінантні генотипи, в яких можна очікувати поєднання переваг тривидових тритикале та спельти.

3.1 Схрещування тривидових тритикале із пшеницею спельта

Для передачі генетичного матеріалу пшениці *Triticum spelta* L. в геном тритикале *Triticosecale* Wittmack були проведені схрещування цих видів.

В якості вихідного матеріалу для створення чотиривидових форм тритикале використовували сорти тривидового тритикале озимого Розівська 6, Розівська 7, Юнга, Ладне та пшеницю спельту (*Triticum spelta* L.) сорти Зоря України та Європа (рис. 3.1). В якості материнської форми використовували тривидові тритикале. Пшениця спельта виступала в ролі батьківського компонента. Гібридизацію проводили шляхом кастрації (видалення пиляків) з колосків колосу материнської форми і примусового запилення її пилком батьківської форми.



Рис. 3.1. Сорти пшениці спельти (*Triticum spelta* L.): зліва – Зоря України; справа – Європа.

Ми припускали, що успішність схрещування між тривидовими тритикале та пшеницею спельта буде аналогічною схрещуванням тритикале з пшеницею м'якою. У гібридів першого покоління від схрещування тривидових тритикале ($AABBRR$) з пшеницею м'якою ($AABBDD$) між геномами AB тритикале та пшениці проходить нормальна бівалентна кон'югація, оскільки дані геноми є гомологічними. Геноми тритикале R та пшениці D не мають цитогенетичної спорідненості. Процес мейозу у них супроводжується аномаліями. Хромосоми цих геномів формують уніваленти, які не кон'югують між собою. Це призводить до формування анеуплоїдних гамет, а згодом і анеуплоїдних рослин. Фертильність у таких рослин різко знижується [157, 164].

Оскільки хромосоми пшениці м'якої і пшениці спельти є гомологічними, то можна припустити, що мейоз у гібридів між тривидовими тритикале та пшеницею спельта буде проходити аналогічно тритикалево-пшеничним гібридам. При схрещуванні тривидових тритикале із пшеницею спельта між геномами AB тритикале та $A^{sp}B^{sp}$ спельти повинна проходити нормальна бівалентна кон'югація. Геноми тритикале R та спельти D^{sp} не мають гомологічних пар. В зв'язку з цим, при схрещуванні тривидових тритикале та пшениці спельти можуть відбуватися такі ж відхилення від

нормального проходження процесу мейозу, як під час гібридизації тритикале та пшениці м'якої.

Зав'язуваність і життєздатність гібридних зернівок при схрещуванні тритикале з пшеницею, у межах окремо взятої комбінації схрещування суттєво залежить від генотипу батьківських форм [208].

За даними Гриб С.І. [43] середня частка успіху при гібридизації тритикале з пшеницею (11,5 % по 358 комбінаціям) значно нижчий, ніж зав'язуваність при схрещуваннях тритикале між собою (36,5 % в середньому). Аналогічні результати отримані в дослідженнях В.Е. Писарева, А.Ф. Шулиндіна, Б.В. Ригіна [141, 149, 193].

У результаті схрещувань тривидових тритикале з пшеницею спельта в першому поколінні було отримано гібриди з ймовірною геномною формулою $AA^{sp}BB^{sp}RD^{sp}$ (рис. 3.2). Співвідношення генетичного матеріалу вихідних форм у даних гібридів становить 1:1.

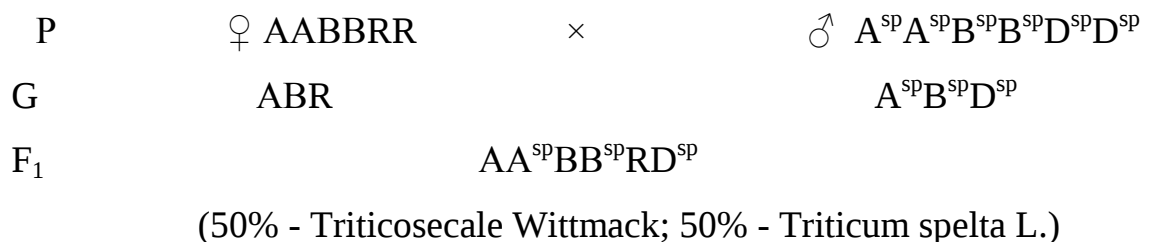


Рис. 3.2. Генетична схема схрещування тритикале із пшеницею спельта

Гібриди першого покоління від схрещування тритикале із спельтою мали низькі показники фертильності пилку. Лише декілька рослин формували незначну кількість фертильних пилкових зерен.

При схрещуванні тривидових тритикале із пшеницею спельта сорту Зоря України зав'язуваність гібридних зерен у середньому становила 7,6 % (табл. 3.1). Середня кількість зав'язаних гібридних зерен на один колос складала 3 шт.

Таблиця 3.1

Кількість зерен, що зав'язалися при схрещуванні різних сортів
тривидових тритикале із пшеницею спельта, сорту Зоря України, 2013 р.

Материнські форми гібридів	Кількість, шт.				Зерен, що зав'язалися гібридних зерен, %	
	Запилених колосів	Запилених квіток у колосі	Зерен, що зав'язалися в колосі		Межі варіюв ання	середня
			Межі варіюва ння	середня		
Розівська 6	72	28	0–3	2,3	0–10,7	8,2
Розівська 7	64	30	0–4	2,8	0–13,3	9,3
Ладне	68	29	0–3	2,2	0–10,3	7,6
Юнга	47	28	0–2	1,5	0–7,1	5,4
Середнє значення, $\bar{x}$	63	28	–	2,7	–	7,6

Як видно із даних таблиці 3.1., найбільша кількість зав'язаних зерен на один колос була за використання в якості материнської форми сорту тривидового тритикале Розівська 7. Вона коливалася від 0 до 4 шт. на колос і в середньому із 64 колосів становила 2,8 шт. Зав'язуваність у відносних показниках цієї комбінації схрещування складала 9,3 %. Найближчою до найкращих показників кількості зав'язаних насінин була у комбінації схрещування Розівська 6 × Зоря України. Частка зерен, що зав'язалися складала 8,3 %. Середня кількість зав'язаних зерен становила 2,3 шт. з варіюванням озерненості від 0 до 3 шт.

Найгіршими ці показники були при використанні в якості материнської материнської форми сорту тривидового тритикале Юнга. Із 47 проаналізованих колосів із середньою кількістю кастрованих квіток 28 шт., зав'язувалося від 0 до 2 шт. зерен на колос або 1,5 шт. зерен в середньому. У відсотках зав'язуваність гібридних зерен складала 5,4 %.

Комбінація схрещування Ладне × Зоря України за показниками озерненості колоса була на рівні середнього значення – 7,6 %. Кількість колосів залучених до схрещування складала 68 шт. В середньому кількість кастрованих квіток на колос – 29 шт., а кількість зав'язаних зерен в середньому відповідала 2,2 шт.

При схрещуванні різних сортів тривидових тритикале із пшеницею спельта сорту Європа кількість гібридних зерен, що зав'язалися в середньому становила 9,4%, з варіюванням ознаки від 0 до 13,8 % (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

Кількість зерен, що зав'язалися при схрещуванні різних сортів тривидових тритикале із пшеницею спельта, сорт Європа, 2013 р.

Материнські форми гібридів	Кількість, шт.				Зерен, що зав'язалися в колосі %	
	Запилених колосів	Запилених квіток у колосі	Зерен, що зав'язалися в колосі		Межі варію вання	середня
			Межі варіювання	середня		
Розівська 6	39	28	0–3	2,5	0–10,7	8,9
Розівська 7	39	30	0–4	3,0	0–13,8	10,3
Ладне	36	29	0–4	2,8	0–13,3	9,3
Юнга	30	28	0–3	2,5	0–10,7	8,9
Середнє значення	36	28	–	2,7	–	9,4

Використання сорту тривидового тритикале Розівська 7 в якості материнської форми для схрещування із сортом пшениці спельти Європа давало найвищі показники кількості зав'язаних гібридних зерен – 10,3 % з межами варіювання ознаки від 0 до 13,8 %. Кількість зав'язаних зерен коливалася від 0 до 4 шт. і в середньому з 39 проаналізованих колосів становила 3 шт.

Дещо поступалася комбінації схрещування Розівська 7 × Європа комбінація Ладне × Європа. За використання сорту Ладне, як материнської форми, кількість зав'язаних зерен була в межах 0–4 шт. і в середньому серед 36 запиленних колосів становила 2,8 шт. Середня кількість зав'язаних зерен складала 9,3 % з варіюванням від 0 до 13,3 %.

Однакові показники кількості зав'язаних гібридних зерен були отримані при використанні в якості материнської форми сортів Розівська 6 та Юнга, з тією відмінністю, що у сорту Розівська 6 було запилено 39 колосів, а в Юнги – 30. У комбінаціях схрещування Розівська 6 × Європа та Юнга × Європа в середньому на колос зав'язувалось 2,5 шт. зерен. Зав'язуваність зерен при цьому становила 8,9 %.

Відсутність гомологічної кон'югації між хромосомами генотипів *R* тритикале та *D^{sp}* спельти вірогідно призводить до порушень ембріонального розвитку гібридів. Внаслідок цього у них формується деформоване і щупле зерно з різною формою гібридних зернівок. Різноманіття зернівок за формою пояснюється тим, що на рослинах гібридів F_1 формується зернівки рослин F_2 , де спостерігається вищеплення подовжених зернівок типу тритикале, овальних вкорочених – типу спельти та зморшкувате сильно деформоване зерно отримане від незбалансованих за кількістю хромосом рослин. Все це впливало на озерненість колоса у наступних поколіннях.

Самозапилення гібридів першого покоління давало низькі показники озерненості колоса у рослин гібридів F_1 . Озерненість колоса у рослин F_1 отриманих від схрещування різних сортів тривидових тритикале із сортом

спельти Зоря України, в середньому становила 21 %, а в рослин отриманих за участі сорту Європа – 19 % (табл. 3.3). Середня кількість зерен в колосі складала 9 шт. у комбінаціях схрещування із сортом Зоря України та 8 шт. – з сортом Європа.

Таблиця 3.3

Озерненість колоса у рослин покоління F1 від схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти, 2014 р.

Материнська форма	Батьківська форма					
	Зоря України			Європа		
	К-ть колосків в колосі, шт.	К-ть зерен в колосі, шт.	Озерненість, %	К-ть колосків в колосі, шт.	К-ть зерен в колосі, шт.	Озерненість, %
Розівська 6	22	4	9	22	4	9
Розівська 7	23	5	11	23	5	11
Ладне	22	4	9	20	3	8
Юнга	21	3	7	21	3	7
Середнє	22	9	9	22	8	9

Найвища озерненість колоса при самозапиленні – 11 % спостерігалася у нащадків отриманих від схрещування сорту тривидового тритикале Розівська 7 сортами спельти Зоря України та Європа.

У них в колосі при кількості колосків 23 шт. формувалося по п'ять шт. зерен. У нащадків отриманих від схрещування комбінацій Розівська 6 × Зоря України, Розівська 6 × Європа, Ладне × Зоря України при самозапиленні озерненість колоса становила 9 %. У них в колосі формувалося 22 шт. колосків, в яких утворювалося по чотири шт. зерен.

Нащадки від схрещування сорту тривидового тритикале Юнга із сортами Зоря України та Європа при самозапиленні мали найнижчі показники озерненості колоса – 7 %. Їх колос складався із 21 шт. колоска, в якому формувалось по три зернини.

Важливим показником, який визначає можливість виробничого вирощування зернових колосових культур, зокрема пшениці спельти є здатність до легкого обмолоту зерна. У геномі тритикале наявні гени пшениці м'якої, що характеризується вільним обмолотом зерна з колоса. Введення генетичного матеріалу спельти в геном тритикале може призвести до появи форм з утрудненим обмолотом зерна, оскільки ця ознака є характерною для спельти.

М'яка пшениця відрізняється від пшениці спельти наявністю домінантного алеля Q гена Q/q [222, 240, 251]. Цей ген контролює характер обмолоту зерна (вільний або важкий обмолот). Наявність домінантного алеля Q гена Q/q у гомозиготному стані обумовлює формування нормального (неспельтоїдного) колоса з вільним обмолотом зерна [246].

Ген Q/q в ранній літературі згадується як «супер ген». Він є предметом тривалого наукового вивчення. Мутація алеля q в Q , тобто з рецисивного у домінантний стан, відіграла значну роль у окультуренні пшениці м'якої. З практичної точки зору, ген Q/q можливо один із найважливіших генів у людській історії. Він дозволяє механічно збирати урожай пшениці у промислових масштабах [207, 251]. Вплив окремих алелей гена Q/q на формування спельтоїдного або нормального (неспельтоїдного) типу колосу та характер обмолоту зерна вперше показав MacKey у 1954 р. [231].

Генотип QQ характерний для пшениці м'якої. Рецисивний алель q у гомозиготному стані призводить до утворення спельтоїдного типу колосу [207]. Зерно у форм з таким типом колосу важко відділяється від колоскових лусок. Пшениця спельта має генотип qq , що обумовлює важкий обмолот зерна спельти. На процес обмолоту зерна впливає характер колоскової луски (груба або ніжна колоскова луска). Для пшениці спельти характерною є груба

колоскова луска, яка перешкоджає вільному обмолоту зерна. У гексаплоїдних видів роду *Triticum* наявність грубої колоскової луски обумовлюється присутністю домінантного алеля *Tg* гена *Tg/tg*. У м'якої пшениці даний ген знаходиться в рецесивному стані, тобто вона має генотип *tgtg*. Це підтверджується тим, що серед відомих форм пшениці м'якої відсутні фенотипи з грубою колосковою лускою [149, 208]. Спельта у своєму генотипі містить домінантні алелі *TgTg*, що призводить до формування грубої колоскової луски.

Отже, для утворення фенотипу з вільним обмолотом зерна необхідний генотип *QQtgtg* [229]. Такий генотип характерний для пшениці м'якої. При схрещуванні тритикале з пшеницею м'якою у першому поколінні формуються гібриди з нормальною колосковою лускою. Це пов'язано з тим, що ген *Tg/tg* у пшениці м'якої знаходиться у рецесивному стані. Генотип пшениці спельти *qqTgTg*. За схрещування тритикале та спельти в першому поколінні всі отримані нащадки мають грубу колоскову луску та важкий обмолот зерна. Це вказує на те, що у гібридів першого покоління *Triticosecale* × *T. Spelta* відбулося об'єднання генетичного матеріалу пшениці м'якої та пшениці спельти. Такі гібриди є гетерозиготами і для них характерний генотип *QqTgtg*.

Гібриди першого покоління від схрещування тритикале із спельтою однотипні за морфологічною будовою колоса і загальним габітусом рослин (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Колос гібриду першого покоління *Triticosecale/Tr. spelta*

Характерними ознаками гібридів F_1 було наявність довгого рихлого колосу, грубої колоскової луски та важкий обмолот зерна. Отримані гібриди є гетерозиготами за геном Q/q (рис. 3.4).

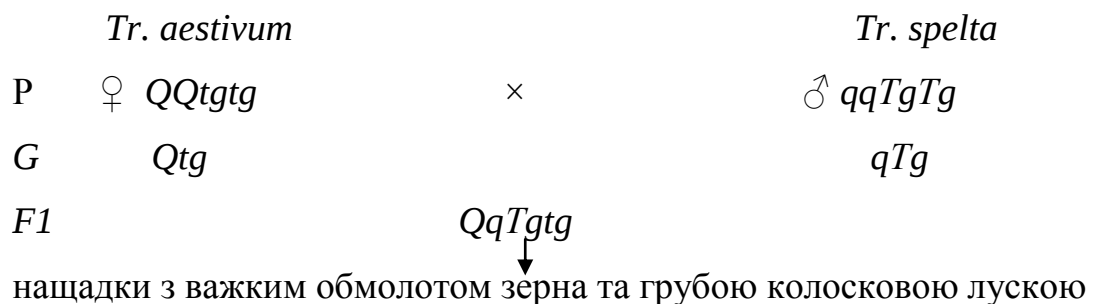


Рис. 3.4. Схема утворення генотипів чотиривидових тритикале з важким обмолотом зерна

У них одна із хромосом $5A$ походить від тритикале і має домінантний алель Q , а друга хромосома $5A$ – від спельти і має рецесивний алель q . Їх генотип Qq може реалізуватися в появі фенотипів з важким обмолотом зерна. Гібриди мають домінантний алель гена Tg , який присутній у спельти, що проявляється у наявності грубої колоскової луски. Прояв характерних ознак спельти у гібридів першого покоління підтверджує наявність спельти в їх геномному складі. У наших дослідженнях усі рослини F_1 незалежно від

варіантів схрещування мали довгий рихлий колос із грубою колосковою лускою та характеризувалися важким обмолотом зерна.

Перше покоління гібридів *Triticosecale* × *T. Spelta* було безостим. Безостість гексаплоїдних видів пшениці контролюється геноми *B1*, *B2*, *Hd*, які локалізуються в хромосомах *5A*, *6B* та *4A*. За схрещування остистих гексаплоїдних тритикале з безостими формами пшениці м'якої у гібридів першого покоління домінує безостість. У наступних поколіннях експресія ознаки безостість значно знижується аж до повної її відсутності. Причина таких змін однозначно не встановлена [22–24]. Безостість отриманих нами гібридів F_1 *Triticosecale* × *T. Spelta* додатково вказує на присутність генетичного матеріалу пшениці спельти в їх геномі.

Враховуючи вищесказане можна констатувати, що гібриди першого покоління від схрещування тритикале та пшениці спельти поєднують в собі гени трьох геномів батьківських форм, а саме пшениці м'якої, твердої, спельти та жита, що підтверджується наявністю типових для спельти ознак.

3.2 Беккросні схрещування гібридів першого покоління з тривидовим тритикале

Батьківські форми, які використовували для схрещувань мають однакову кількість хромосом, але вони різняться за генетичною спорідненістю моногеномів, які входять до складу їх полігеномів. Тривидові тритикале мають геномну формулу *AABBRR*. Геноми *A* та *B* походять від м'якої та твердої пшениці, геном *R* – від жита [157, 189]. Геномна формула спельти $A^{sp}A^{sp}B^{sp}B^{sp}D^{sp}D^{sp}$. Геноми тритикале *AB* та спельти $A^{sp}B^{sp}$ мають однакове походження і є гомологічними. Геноми тритикале *R* та спельти D^{sp} є цитогенетично віддаленими, що може викликати різного роду відхилення від нормального проходження процесу мейозу в гібридів першого покоління.

У результаті схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти в першому поколінні було отримано стерильні гібриди, відмічено незначна частка формування фертильних пилкових зерен.

Аналогічно гібридам між тритикале та спельтою, гібриди першого покоління від схрещування тривидових тритикале та пшениці м'якої є стерильними. Це пояснюється тим, що між геномами *AB* тритикале та пшениці проходить нормальна бівалентна кон'югація, оскільки дані геноми є гомологічними. Геноми тритикале *R* та пшениці *D* не мають цитогенетичної спорідненості, що викликає порушення в процесі мейозу. Хромосоми цих геномів формують уніваленти, які не кон'югують між собою. Це призводить до формування анеуплоїдних гамет, а згодом і анеуплоїдних рослин, які будуть стерильними [6, 7, 12, 13].

Оскільки хромосоми пшениці м'якої і пшениці спельти є гомологічними, то можна припустити, що мейоз у гібридів між тривидовими тритикале та пшеницею спельта буде проходити аналогічно тритикалево-пшеничним гібридам. У них можуть відбуватися такі ж відхилення від нормального проходження процесу мейозу, як і у гібридів між тритикале та пшеницею м'якою. На нашу думку, саме тому гібриди першого покоління *Triticosecale* $\times$ *T. Spelta* мали низькі показники фертильності пилку. Однак, внаслідок хаотичного розходження хромосом до полюсів дочірніх клітин виникає невелика частка життєздатних гамет, а відповідно і частково фертильних рослин.

Для підвищення рівня фертильності гібриди першого покоління беккросували з тривидовими формами тритикале, у яких мейоз відносно стабільний. При цьому гібриди F_1 виступали в ролі материнської форми. Сорти тривидових тритикале Розівська 6, Розівська 7, Юнга, Ладне використовували в якості батьківського компоненту, як такі, що мають відносно стабільний мейоз. Середня кількість зав'язаних зерен у беккросних нащадків становила 11 шт. (табл. 3.4).

У різних комбінаціях схрещування цей показник коливався від 7 шт. до 15 шт. Зав'язуваність зерен в середньому складала 24 % з варіюванням від 15 % до 31 %.

Найвища зав'язуваність – 26 % була у нащадків від схрещування номера 113/14 з сортом тривидового тритикале Розівська 6. В цій комбінації схрещування запиленими були 9 шт. колосів у кожному з яких в середньому формувалося 12 шт. зерен з варіюванням ознаки від 10 до 15 шт.

Одні з найвищих показники зав'язуваності були у беккросних нащадків від схрещування комбінацій 105/14 × Розівська 7, 169/14 × Розівська 7, 233/14 × Розівська 6. Зав'язуваність зерен у них складала 25 %. Кількість зав'язаних зерен у цих нащадків коливалася в межах 9–14 шт. і в середньому становила відповідно 11 шт., 13 шт. і 12 шт.

Таблиця 3.4

Кількість зерен, що зав'язалися при беккросних схрещуваннях гібридів F_1 з тривидовими тритикале, 2014 р.

Вихідні форми		Кількість, шт.			Зерен, що зав'язалися, %	
		Запиленних колосів, шт.	Зерен, що зав'язалися в колосі, шт.			
♀	♂		Межі варіювання	Середня	Межі варіювання	Середня
105/14	Розівська 7	12	9–14	11	19–29	25
105/14	Ладне	9	7–12	8	15–25	21
113/14	Розівська 6	9	10–15	12	21–31	26
115/14	Розівська 7	10	8–13	11	16–26	22
169/14	Розівська 7	8	10–14	13	20–28	25
233/14	Розівська 7	10	10–15	12	21–31	24
233/14	Розівська 6	8	9–13	12	19–27	25
233/14	Ладне	9	8–13	10	16–27	22
Середнє, $\bar{x}$	—	9	—	11	—	24

Найменшою кількістю зерен в колосі та зав'язуваністю характеризувались нащадки від схрещування зразків 105/14 та 233/14 із сортом тривидового тритикале Ладне. У їх колосі зав'язувалося в середньому відповідно 8 шт. і 10 шт. зерен. Відсоток зав'язуваності відповідно 21 % та 22 %.

Гібриди першого покоління *Triticosecale* $\times$ *T. Spelta* мають геномний склад $AA^{sp}BB^{sp}RD^{sp}$. Ці гібриди в процесі гаметогенезу будуть формувати вісім типів гамет з різним кількісним і якісним складом геномів вихідних форм (рис. 3.5).

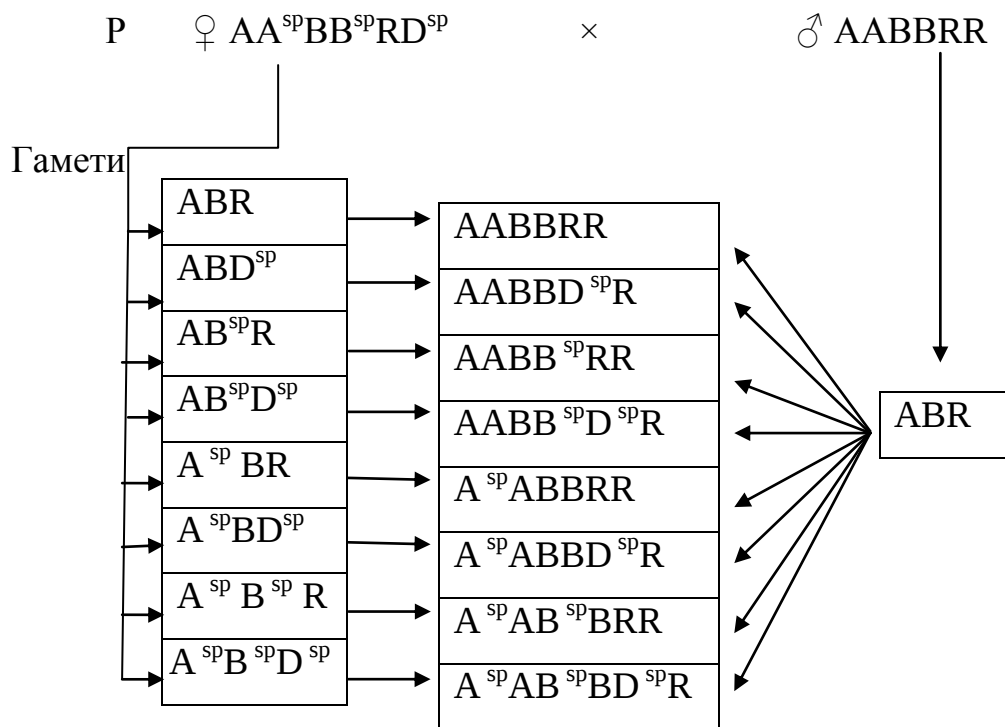


Рис. 3.5. Утворення функціональних гамет у гібридів F_1 та генотипів рослин у $F_1 BC_1$

У таких гаметах може бути від 0 % до 100 % генетичного матеріалу пшениці спельти. Гамети типу ABR не містять геномів спельти, а гамети типу $A^{sp}B^{sp}D^{sp}$ – мають повний набір геномів спельти. Гамети $AB^{sp}R$, ABD^{sp} та $A^{sp}BR$ на 33% складаються з геномів спельти. Гамети типу $AB^{sp}D^{sp}$, $A^{sp}BD^{sp}$ та $A^{sp}B^{sp}R$ мають по 66% геномів спельти.

Однак, такий процес утворення функціональних гамет та генотипів у беккросних нащадків є теоретичним в цілому для геномів, оскільки не враховується внутрішньогеномна перекомбінація хромосом, яка може відбуватися в кожному субгеномі.

Невідомо яка кількість хромосом окремого субгеному присутня в конкретному генотипі. До складу будь-якого із субгеномів можуть входити хромосоми різного походження: пшениці м'якої, твердої, спельти та жита.

У результаті беккросування були отримані нащадки, які характеризуються різним ступенем насиченості геномами спельти та тритикале. Також спостерігалось вищеплення рослин типових гексаплоїдних тритикале (генотип $AABBRR$). Були відмічені як стерильні, так і фертильні нащадки з різним ступенем прояву ознак батьківських форм.

Утворення рослин типових гексаплоїдних тритикале імовірно відбувається в результаті поєднання гамет типу ABR та утворення нащадків з геномною формулою $AABBRR$. Такі рослини за сукупністю фенотипових і морфологічних ознак ідентичні до тривидових гексаплоїдних тритикале. Вони мають добре озернений колос з високою часткою фертильності. В наших дослідженнях, серед отриманих після беккросних схрещувань із 683 шт. рослин, типовими для гексаплоїдних тритикале ознаками характеризувались 64 шт. рослин.

Поява фертильних нащадків стає можливою в результаті поєднання в їх геномі гомологічних субгеномів, між хромосомами яких проходить бівалентна кон'югація. Такі форми мають геномну формулу $A^{sp}ABBRR$, $AABB^{sp}RR$ або $A^{sp}AB^{sp}BRR$. У них субгеноми A та B походять від пшениці м'якої та твердої, а субгеном R – від жита. Субгеноми A^{sp} та B^{sp} походять від пшениці спельти. Дані субгеноми можуть складатися тільки з хромосом спельти, або бути скомбінованими з хромосом двох чи трьох видів пшениць, які брали участь у своренні три- та чотиривидових форм тритикале. У таких нащадків спостерігався прояв ознак спельти (довгий колос, груба колоскова луска, тощо) та поява нетипових для батьківських форм ознак (карликовість,

скверхедність та інші). Експресія нових, не характерних для тривидових тритикале, ознак ймовірно пов'язана з присутністю в їх геномному складі генетичного матеріалу пшениці спельти. А фертильність пилку вказує на нормальний процес проходження мейозу. Такі форми тритикале є чотиривидовими, оскільки вони поєднують генетичний матеріал чотирьох батьківських форм: пшениці м'якої, пшениці твердої, пшениці спельти та жита. Після проведених нами беккросних схрещувань із 683 шт. рослин фенотиповим проявом не притаманних батьківським формам ознакам і фертильним колосом характеризувались 200 шт. рослин. Експресія ознак спельти спостерігалася у 83 шт. рослин.

У результаті беккросних схрещувань були отримані нащадки, які характеризувалися стерильністю колоса, що ймовірно пов'язано з присутністю в їх геномі двох не гомологічних субгеномів тритикале R та спельти D^{sp} . До таких слід віднести нащадки з ймовірними геномними формулами $AABBD^{sp}R$, $AABB^{sp}D^{sp}R$, $A^{sp}ABBD^{sp}R$ та $A^{sp}AB^{sp}BD^{sp}R$. Незбалансованість за геномним та хромосомним складом може призводити до різного роду відхилень від нормального проходження процесу мейозу. Це негативно впливає на рівень фертильності. Підвищення рівня фертильності у таких форм можливе за умови проходження нормальної бівалентної кон'югації між хромосомами усіх субгеномів і стабілізації мейозу. За результатами наших досліджень стерильними виявились 336 шт. рослин.

У нащадків отриманих після беккросування, фенотиповий прояв ознак спельти дещо знижується. У гібридів $F_1 BC_1$, мінливість рослин варіювала за фенотипом і виходила за межі рівня ознак батьківських форм. Враховуючи морфологічні ознака колоса та зернівок, рослини $F_1 BC_1$ були розподілені на три групи морфотипів:

1. Морфотип пшениці спельти.
2. Морфотип тритикале.
3. Проміжний морфотип.

Для рослин морфотипу спельти характерними були наявність довгого рихлого колосу (рис. 3.6 зліва). Довжина колоса становила 14–16 см.

У колосі рослин морфотипу тритикале (рис. 3.6 посередині) формується більша кількість колосків (27–35 шт.), ніж у колосі морфотипу пшениці спельти. Колос рослин даного морфотипу дещо подовжений, його довжина сягає 11–13 см. Для рослин морфотипу тритикале характерним є наявність опушення під колосом. Лицева сторона колоса по ширині така сама, або вужча бічної.



Рис. 3.6. Колос рослин різних морфотипів: зліва – морфотип пшениці спельти; справа – проміжний морфотип; посередині – морфотип тритикале.

Особливістю даної групи є сизе забарвлення зерна та наявність довгих остюків. Зернівка у рослин морфотипу тритикале продовгувата. Кількісно у популяціях чотиривидових тритикале переважають рослини морфотипу тритикале. За результатами проведених досліджень таких рослин нараховувалось 367 шт. (табл. 3.5).

До проміжного морфотипу рослин увійшли зразки чотиривидових тритикале, які за сукупністю морфологічних та фенотипових ознак займали проміжне положення між батьківськими формами або характеризувалися нетиповими для батьківських форм ознаками (рис. 3.6 справа).

Таблиця 3.5

Кількісне та якісне співвідношення рослин різних морфотипів
тритикале

Морфотип	Загальна кількість рослин, шт.	Кількість рослин, шт.					
		Довгий рихлий, неопущений колос із сизою, продовгуватою зернівою	Нормальний, опущений остистий колос із червоною, округлою зернівою	Карликовість	Безостість/напів- остистість	Ранньостиглість	Скверхедність
Морфотип тритикале	367	–	64	–	–	–	–
Проміжний морфотип	233	–	–	74	60	15	84
Морфотип пшениці спельти	83	83	–	–	–	–	–

Чисельність рослин цього морфотипу складає 233 шт., з них 74 шт. карликових рослин, 60 шт. безостих або напівостистих, 15 шт. ранньостиглих і 84 шт. із скверхедним колосом.

3.3 Стабілізація чотиривидових тритикале

Незбалансовані за геномним складом та хромосомним набором форми тритикале мають ряд відхилень від нормального проходження мейозу [27]. Внаслідок чого в них спостерігається низька фертильність пилку, погана зав'язуваність зерен та продуктивність колоса. Такі форми вважаються цитогенетично нестабільними. Для того щоб визначити селекційну та господарську цінність таких форм – їх необхідно стабілізувати. Що, в переважній більшості випадків, досягається самозапиленням [156, 233].

Було проведено самозапилення нащадків F_1BC_1 . Після самозапилення в нащадків визначали рівень фертильності пилку та озерненості колоса. Форми із добре озерненим колосом та фертильними пилком вважалися стабільними.

Тривидові тритикале не завжди мають стабільний мейоз і в нащадках можуть з'являтися стерильні поодинокі колоски або цілі селекційні номери [229]. Вже в перших роботах з цитогенетики тритикале було виявлено та детально описано порушення на окремих стадіях мейозу гексаплоїдних тритикале. Мейотичні аномалії, які виявлені у тритикале подібні для всіх форм тритикале. Однак гексаплоїдні тритикале характеризуються кращими показниками цитогенетичної стабільності, ніж октоплоїдні та міжамфідиплоїдні гібриди [122, 183, 245, 248].

У колосі тривидових тритикале утворюється приблизно 50–60 зерен, в той час як потенційно можлива кількість зерен становить 75–85 шт. [109]. Тобто, озерненість колоса тривидових тритикале коливається в межах 70–80 %. Тісний зв'язок озерненості колоса та фертильності пилку із його цитологічною стабільністю у тривидових гексаплоїдних тритикале встановлено низкою досліджень [37, 71, 149, 152, 171]. При цьому вважається, що добре озернений колос має високий рівень фертильності пилку, а висока фертильність пилку вказує на збалансованість хромосомного складу і цитологічну стабільність.

Показники озерненості ми використовували для визначення стабільності нащадків від схрещування тривидових тритикале із пшеницею спельта. В зв'язку з цим, після самозапилення було відібрано форми з високим рівнем озерненості колоса. Такі нащадки вважалися стабільними.

Після беккросних схрещувань гібридів першого покоління *Triticosecale* × *T. Spelta* з тривидовим тритикале виділялись частково фертильні нащадки, які забезпечували формування насіння і озерненість колоса на тому чи іншому рівні. Зокрема із 683 шт. рослин покоління F_1BC_1 озерненість колоса на рівні 81–90 % мали 58 шт., 108 шт. рослин характеризувалися колосом озерненим на 71–80 %, ще 74 шт. – 51–60 %

(табл. 3.6), що становить відповідно 8,5 %, 15,8 % та 10,8 % від загальної кількості рослин.

Таблиця 3.6

**Озерненість колоса у різних поколіннях чотиривидових форм
тритикале, 2007/2014 рр.**

Покоління	Кількість рослин, шт. %	Озерненість колоса, %									
		0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Зоря України	$\frac{500}{100}$	–	–	–	–	–	–	–	–	$\frac{17}{3,4}$	$\frac{483}{96,6}$
Європа	$\frac{280}{100}$	–	–	–	–	–	–	–	–	$\frac{12}{4,3}$	$\frac{268}{95,7}$
Тривидові тритикале	$\frac{390}{100}$	–	–	–	–	–	–	105 27	217 56	68 1,7	–
F1	$\frac{670}{100}$	$\frac{502}{75}$	$\frac{168}{25}$	–	–	–	–	–	–	–	–
F1BC1	$\frac{683}{100}$	$\frac{320}{47}$	$\frac{26}{3,8}$	$\frac{18}{2,6}$	$\frac{14}{2,0}$	$\frac{22}{3,2}$	$\frac{43}{6,9}$	$\frac{74}{10,8}$	$\frac{108}{15,8}$	$\frac{58}{8,5}$	–
F1BC1 1-е самозапилення	$\frac{1025}{100}$	$\frac{430}{41,9}$	$\frac{62}{6,0}$	$\frac{45}{4,4}$	$\frac{36}{3,5}$	$\frac{25}{2,4}$	$\frac{43}{4,2}$	$\frac{101}{9,9}$	$\frac{187}{18,2}$	$\frac{96}{9,4}$	–
F1BC1 2-е самозапилення	$\frac{1268}{100}$	$\frac{351}{27,7}$	$\frac{87}{6,6}$	$\frac{56}{4,4}$	$\frac{48}{3,8}$	$\frac{65}{5,1}$	$\frac{58}{4,6}$	$\frac{199}{15,7}$	$\frac{253}{19,9}$	$\frac{151}{11,9}$	–
F1BC1 3-е самозапилення	$\frac{1389}{100}$	$\frac{287}{20,7}$	$\frac{85}{6,1}$	$\frac{68}{4,9}$	$\frac{57}{4,1}$	$\frac{78}{5,6}$	$\frac{81}{5,8}$	$\frac{250}{18,0}$	$\frac{296}{21,3}$	$\frac{187}{13,5}$	–
F1BC1 4-е самозапилення	$\frac{1541}{100}$	$\frac{190}{12,3}$	$\frac{81}{5,3}$	$\frac{63}{4,1}$	$\frac{89}{5,8}$	$\frac{98}{6,4}$	$\frac{98}{6,4}$	$\frac{301}{19,5}$	$\frac{378}{24,5}$	$\frac{243}{15,8}$	–
F1BC1 5-е самозапилення	$\frac{1689}{100}$	$\frac{127}{7,5}$	$\frac{54}{3,2}$	$\frac{60}{3,6}$	$\frac{92}{5,4}$	$\frac{95}{5,6}$	$\frac{124}{7,3}$	$\frac{350}{20,6}$	$\frac{471}{27,9}$	$\frac{316}{18,7}$	–

Примітка: над рискою – кількість рослин, шт.

під рискою – частка отриманих рослин від загальної
кількості, %

Такі показники озерненості колоса не поступаються аналогічним показникам тривидових тритикале. Слабо озернений (0–10 %) колос був у 320 шт. або 47 % рослин.

У результаті першого самозапилення із 1025 шт. рослин озерненість колоса <10 % мали 430 шт., що становить 41,9 %. Не поступались за озерненістю тривидовим тритикале 384 шт. (37,5 %), зокрема 96 шт. були озерненими на 81–90 %, 187 шт. на 71–80 %, 101 шт. – 61–70 %.

Після другого покоління самозапилення при збільшенні загальної кількості рослин спостерігалось зменшення частки слабо озернених. Так, із 1268 шт. рослин озерненість 0–10 % мали 351 шт. Також було відмічено збільшення чисельності рослин з озерненістю колоса 81–90 %, 71–80 % та 61–70 %, кількість яких становила відповідно 151 шт., 253 шт. і 199 шт. У відсотковому співвідношенні це становить відповідно 11,9 %, 19,9 % та 15,7 %.

У результаті третього самозапилення із 1389 шт. рослин виділились 187 шт. з озерненістю більше 80 %, 296 шт. – 71–80 % та 250 шт. мали озерненість 61–70 %. Серед проаналізованих 1389 шт. рослин слабо озерненими (<10 %) виявилися 287 шт. або 20,7 %.

Після п'ятого самозапилення було виділено 1137 шт. рослин із озерненістю колоса на рівні тривидових тритикале, що становить 67,2 % від загальної кількості рослин. З них 316 шт. мали озерненість більше 80 %, 471 шт. озернені на 71–80 %, 350 шт. – на 61–70 %.

Впродовж всіх поколінь самозапилень кращі зразки з добре озерненим колосом відбирали для стабілізації та повторних схрещувань із пшеницею спельта. При цьому відібрані зразки були в якості материнської форми, а спельта виступала запилювачем.

Виникнення стабільних форм чотиривидових тритикале спостерігалось вже після першого самозапилення. Це стає можливим у результаті утворення генотипів, які поєднують повні набори хромосом різних видів пшениць із повним комплектом житніх хромосом. Різноманітність хромосомного складу

за субгенами AB не впливає на процес стабілізації. Оскільки хромосоми геномів тритикале AB та спельти $A^{sp}B^{sp}$ є гомологічними і між ними проходить нормальна бівалентна кон'югація, а хромосоми субгеному R кон'югують між собою. У результаті поєднання в одному генотипі хромосом субгеномів AB різного походження з повним набором хромосом субгеному R виникають стабільні форми чотиривидових тритикале. У них середня кількість зав'язаних зерен – 55 шт. на один колос. Озерненість колоса складала 72 %. Такий показник наближається до аналогічного показника у тривидових тритикале, озерненість колоса яких коливається в межах 70–90 %.

Стабілізація форм до геномного складу яких входять цитогенетично віддалені субгеноми тритикале R та спельти D^{sp} супроводжується певними труднощами і закінчується у більш пізніх поколіннях самозапилення. Основною проблемою при стабілізації таких форм тритикале є відсутність гомологічної кон'югації між хромосомами субгеномів спельти D^{sp} та тритикале R . Це призводить до відхилень від нормального проходження мейозу. У результаті цього можуть виникати стерильні анеуплоїдні нащадки з низькими показниками продуктивності. Незбалансованість геномного та хромосомного складу утруднює процес стабілізації. Внаслідок чого з покоління в покоління спостерігається виникнення стерильних форм. При створенні тривидових тритикале пшеничний субгеном D не має гомологічної пари [171]. Хромосоми цього генома не можуть кон'югувати з не гомологічними хромосомами інших геномів. Тому субгеном D залишається неспареним. В процесі стабілізації тривидових гексаплоїдних тритикале хромосоми інших геномів його витісняють [150, 151]. Імовірно при створенні чотиривидових тритикале відбуваються аналогічний процес витіснення субгенома спельти D^{sp} . І в процесі стабілізації житні хромосоми субгенома R витісняють хромосоми субгенома D^{sp} .

У результаті проведених самозапилень отримано стабільні чотиривидові форми тритикале. Виникнення стабільних нащадків з

фертильним та добре озерненим колосом спостерігалось упродовж усіх поколінь самозапилення, починаючи з першого. Стабільні форми чотиривидових тритикале за показниками фертильності та озерненості колоса не поступаються вихідним сортам тривидового тритикале.

У процесі стабілізації фенотиповий прояв ознак спельти знижується. Якщо гібриди першого покоління від схрещування тривидових тритикале та спельти за сукупністю фенотипових і морфологічних ознак більше нагадували спельту, то стабільні форми чотиривидових тритикале мали менший ступінь прояву ознак спельти. Це може пояснюватися різними причинами. Основною з яких є елімінація генома D^{sp} . У результаті чого частково втрачаються і фенотипові ознаки спельти, які чітко виражені в істинних гібридів першого покоління. Це, наприклад, безостість та груба колоскова луска. Елімінація генома D^{sp} створює сприятливі умови для прояву житніх генів остистості. Оскільки при цьому збільшується кількість хромосом житнього генома R . В цьому геномі містяться гени остистості жита, які за експресивним проявом є сильнішими, ніж пшеничні гени безостості. У зв'язку з цим, чотиривидові тритикале в переважній більшості випадків остисті. Винятком є форми із пшенично-житнім хромосомним заміщенням, в яких відсутня хромосома $1R$ (див. підрозділ 4.3.1).

Груба колоскова луска – ознака спельти, яка чітко виражена у гібридів F_1 . Ця ознака контролюється геном Tg/tg , локалізованим у хромосомі $2D$ [249, 208]. У чотиривидових форм тритикале відсутня груба колоскова луска спельти, що вказує на елімінацію хромосоми $2D$.

Однак у чотиривидових тритикале залишаються геноми A^{sp} та B^{sp} . Присутність цих геномів обумовлює наявність нових ознак, які не є типовими для тривидових тритикале. Це такі ознаки, як довгий рихлий колос, скверхедний колос, та інші. Спельта характеризується довгим (біля 18 см) рихлим колосом, який відсутній в інших гексаплоїдних пшениць. Поява в тритикале довгого нещільного колоса вказує на присутність генетичного матеріалу спельти в їх геномі.

Скверхедність – домінантна ознака пшениці м'якої. Ця ознака не притаманна ні спельті, ні тривидовим тритикале. Поява скверхедних форм чотиривидових тритикале пов'язана з наявністю хромосом геномів $A^{sp}B^{sp}$ спельти або цілих геномів спельти. При схрещуванні пшениці м'якої з спельтою їх гени взаємодіють таким чином, що серед нащадків виникають скверхедні форми. Імовірно при схрещуванні тривидових тритикале із спельтою відбулася така ж перекомбінація генів між геномами AB тритикале та $A^{sp}B^{sp}$ спельти, як при схрещуваннях пшениці м'якої з пшеницею спельта. Це призводить до утворення скверхедних форм чотиривидових тритикале.

Прояв ознак спельти у стабільних нащадків отриманих від схрещування *Triticosecale* × *T. Spelta* дозволяє зробити висновок про присутність у цих нащадках генів трьох геномів батьківських форм: пшениці м'якої, твердої, спельти та жита. Дані форми можна назвати чотиривидовими.

За результатами проведених досліджень зі схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти і стабілізації отриманих нащадків запропонована генетична схема створення чотиривидових форм тритикале (рис. 3.7).

Схема включає схрещування тритикале та пшениці спельти, беккросні схрещування гібридів першого покоління з тривидовим тритикале, самозапилення отриманих нащадків, повторні беккросні схрещування з тривидовим тритикале та виділення стабільних чотиривидових форм тритикале.

У результаті проведених схрещувань та стабілізації створених нащадків отримано чотиривидові форми тритикале. Такі форми характеризуються поєднанням генетичного матеріалу чотирьох батьківських форм у різних кількісних і якісних співвідношеннях. У них можуть проявлятися як окремі ознаки вихідних форм, так низка господарсько-цінних показників характерних для тривидових тритикале та спельти.

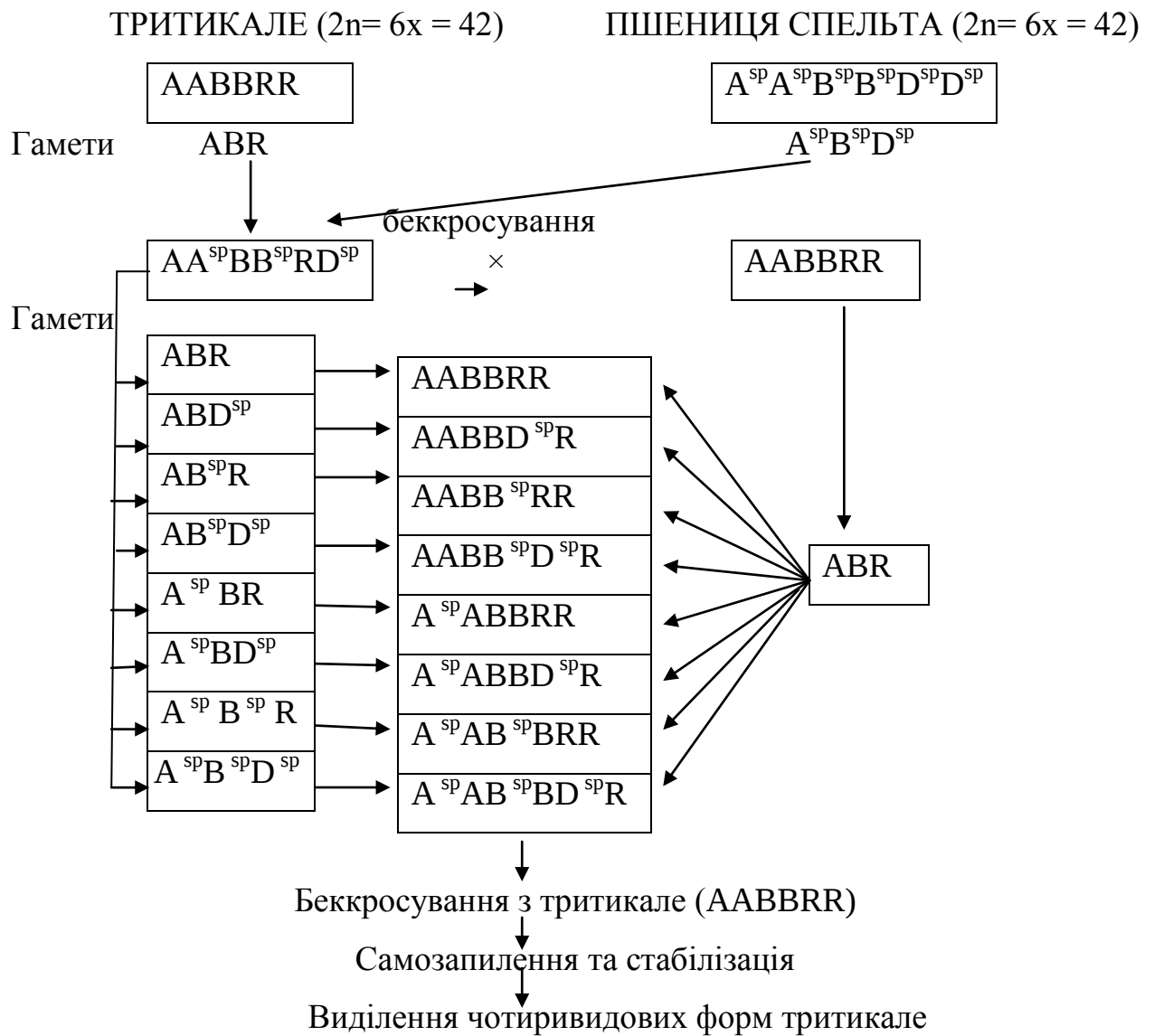


Рис. 3.7. Генетична схема створення чотиривидових форм тритикале

На основі узагальнення даних по роботі з чотиривидовими тритикале (створення, бекросування з батьківськими формами, стабілізація) розроблено загальну селекційну схему створення та виділення чотиривидових форм тритикале, яку зображено на рис. 3.8.

Схема включає всі етапи та процеси селекційної роботи із чотиривидовими тритикале. Початковий етап – схрещування тривидових тритикале із пшеницею спельта в результаті чого отримуємо стерильні гібриди першого покоління (можлива невелика частка формування фертильних пилкових зерен). Частину гібридів самозапилюють, однак переважну їх більшість повторно схрещують з тривидовими тритикале для підвищення фертильності.



Рис. 3.8. Загальна селекційна схема створення та виділення чотиривидових форм тритикале

Далі отримані після самозапилення і беккросування нащадки стабілізують самозапиленням. У процесі стабілізації виділяються стерильні та фертильні нащадки. Стерильні – схрещують з тривидовими тритикале. Фертильні нащадки повторно схрещують з батьківськими формами або ж самозапилюють. Після самозапилення та виділяють стабільні форми чотиривидових тритикале з добре озерненим фертильним колосом.

З використанням даної схеми були створені чотиривидові форми тритикале. У таких формах поєднані ознаки трьох видів пшениць та жита.

3.4 Повторні схрещування нащадків чотиривидових форм тритикале з пшеницею спельта

Генотип пшениці спельти поєднує багато господарсько-цінних ознак, таких як високий вміст білка та клейковини, стійкість до основних грибкових захворювань, та інших [117, 119]. Це обумовлює її цінність як джерела для покращення культури тритикале. Враховуючи це ми поставили за мету підвищити рівень насичення гібридів (*Triticosecale* × *T. Spelta*) × *Triticosecale* генетичним матеріалом спельти.

Частина відібраних після самозапилення стабільних форм чотиривидових тритикале повторно схрещували з пшеницею спельта. При цьому чотиривидові тритикале виступали в якості материнської форми. Пшениця спельта використовувалась як запилювач (батьківська форма).

Стабільні чотиривидові форми тритикале формують чотири типи гамет (рис. 3.9).

Гамети материнської форми	Гамети батьківської форми	Генотип потомства
ABR	$A^{sp}B^{sp}D^{sp}$	$A^{sp}AB^{sp}BRD^{sp}$
$AB^{sp}R$	$A^{sp}B^{sp}D^{sp}$	$AA^{sp}B^{sp}B^{sp}RD^{sp}$
$A^{sp}BR$	$A^{sp}B^{sp}D^{sp}$	$A^{sp}A^{sp}BB^{sp}RD^{sp}$
$A^{sp}B^{sp}R$	$A^{sp}B^{sp}D^{sp}$	$A^{sp}A^{sp}B^{sp}B^{sp}RD^{sp}$

Рис. 3.9. Варіанти можливих генотипів за схрещування
(*Triticosecale* × *T. Spelta*) × *T. Spelta*

Батьківська форма (пшениця спельта) формує гамети одного типу $A^{sp}B^{sp}D^{sp}$. У результаті схрещувань чотиривидових тритикале із спельтою отримуємо потомство з різним ступенем насиченості спельтою. Такі нащадки мали від 50 % до 83 % генетичного матеріалу спельти.

До складу нащадків з генотипом $A^{sp}AB^{sp}BD^{sp}R$ входить однакова кількість геномів тритикале та спельти. Для цих нащадків характерним є фенотиповий прояв ознак аналогічний гібридам F_1 *Triticosecale* $\times$ *T. Spelta*. Вони мали спельтоїдну форму колоскової луски і важкий обмолот зерна. Серед отриманого потомства таких нащадків була невелика кількість.

Нащадки з геномним складом $AA^{sp}B^{sp}B^{sp}RD^{sp}$ та $A^{sp}A^{sp}BB^{sp}RD^{sp}$ в своєму складі мають переважну більшість хромосом геномів спельти. У зв'язку з цим для них характерним є посилення експресії ознак спельти. Фенотипово це проявляється у формуванні спельтоподібного колосу або важкому обмолоті зернівок. Наприклад, в нащадках від схрещування (*Triticosecale* $\times$ *T. Spelta*) $\times$ *T. Spelta* виникали форми із спельтоїдним типом колосу та важким, як у спельти, обмолотом зерна. Це вказує на присутність двох геномів A^{sp} в їх складі, оскільки ген Q/q , який контролює тип колосу (спельтоїдний або скверхедний, див. підрозділ 3.2) локалізується в хромосомі 5A. У той же час було відмічено форми з легшим, ніж у спельти обмолотом зерна, але утрудненим, для тритикале характером обмолоту. Можна припустити, що такі форми не мають одного генома A^{sp} спельти. А присутність гена Q/q в гетерозиготному стані визначає проміжний тип успадкування характеру обмолоту зерна. При схрещуванні F_1BC_1 із спельтою кількість таких нащадків переважає, порівняно з іншими нащадками.

Для нащадків з геномною формулою $A^{sp}A^{sp}B^{sp}B^{sp}RD^{sp}$ характерний великий ступінь насичення (>80 %) генетичним матеріалом спельти. Такі генотипи за сукупністю фенотипових ознак мають наближатися до спельти. Після повторних схрещувань гібридів F_1BC_1 із спельтою спостерігалось виникнення кількох таких форм. Також було виділено зразки пшениці. Перекомбінація хромосом у цих зразків дозволила об'єднати у них генетичний матеріал пшениці м'якої та спельти. Тому, дані зразки не можна класифікувати як пшеницю м'яку або спельту. Вони можуть становити практичний інтерес для селекційного покращення культур тритикале, пшениці м'якої та спельти.

Колос у отриманих нащадків частково фертильний, що негативно впливає на озерненість колоса. Тому, колос у них був погано озерненим і в середньому мав 4 шт. зерен на колос (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Кількість зерен, що зав'язалися при беккросних схрещуваннях
чотиривидових тритикале із пшеницею спельта, 2014 р.

Вихідні форми		Кількість, шт.				Зерен, що зав'язалися, %	
♀	♂	Запилених колосів	Запилених квіток в колосі	Зерен, що зав'язалися		Межі варіювання	Середня
				Межі варіювання	Середня		
449/13	Зоря України	42	28	3–6	5	11–21	18
450/13	Зоря України	38	29	2–5	3	10–17	10
451/13	Зоря України	35	29	4–6	5	14–21	17
452/13	Зоря України	37	28	3–5	4	11–18	15
452/13	Європа	24	29	2–5	4	7–17	15
455/13	Зоря України	39	27	4–6	5	15–22	19
461/13	Зоря України	27	26	4–7	5	15–27	19
462/13	Зоря України	33	27	3–6	5	11–22	19
481/13	Зоря України	36	29	3–5	4	10–17	15
484/13	Зоря України	42	28	2–5	4	7–18	15
487/13	Зоря України	38	27	3–6	4	11–22	15
376/14	Європа	36	28	3–6	5	11–21	18
382/14	Європа	29	30	2–5	3	7–17	10
Середнє значення, $\bar{x}$	—		28	—	4	—	15

Мінімальна кількість зав'язаних зерен становила 2 шт., максимальна – 7 шт.

Найвищою кількість зав'язаних зерен – 19 % була у комбінаціях схрещування 455/13 × Зоря України, 461/13 × Зоря України, 462/13 × Зоря України. У цих комбінаціях в середньому на колос зав'язувалось по 5 шт. зерен. Кількість зерен в колосі варіювала від 3 до 7 шт., а зав'язуваність від 11 % до 27 %.

Найближчими до найкращих показники кількості зав'язаних зерен були у комбінаціях схрещування 449/13 × Зоря України та 376/14 × Європа. У цих комбінаціях кількість зав'язаних зерен становила 18 % з межами варіювання 11–21 %. Середня кількість зав'язаних зерен на колос – 5 шт.

Найменша кількість зав'язаних зерен – 10 % було відмічено у комбінаціях 450/13 × Європа та 382/14 × Європа. В середньому в колосі зав'язувалось 3 шт. зерна з варіюванням ознаки від 2 до 5 шт.

Кількість зав'язаних зерен на рівні середнього значення були одразу у п'ятих комбінаціях схрещування, а саме 452/13 × Зоря України, 452/13 × Європа, 481/13 × Зоря України, 484/13 × Зоря України, 487/13 × Зоря України. У цих комбінаціях в колосі зав'язувалось 2–5 шт. зерен з середньою їх кількістю 4 шт. Кількість зав'язаних зерен коливалася в межах від 7 % до 22 % і в середньому становила 15 %.

Повторні схрещування чотиривидових тритикале із спельтою дозволили отримати ряд цінних генотипів, які мають підвищену частку генетичного матеріалу спельти. Як і нащадки (*Triticosecale* × *T. Spelta*) × *Triticosecale* виділені форми не мають стабільного мейозу. Це пов'язано з відсутністю цитогенетичної спорідненості між хромосомами геномів *R* тритикале та *D^{sp}* спельти. В зв'язку з цим у них спостерігалася низька зав'язуваність зерен, інколи було відмічено утворення частково фертильного колосу. Для того щоб підвищити рівень фертильності пилку та озерненості колоса нащадки (*Triticosecale* × *T. Spelta*) × *T. Spelta* необхідно стабілізувати.

3.5 Загальна характеристика чотиривидових форм тритикале.

За рахунок інтенсивного формотворчого процесу отримано ряд форм чотиривидових тритикале, які вивчали за морфобіологічними властивостями та господарсько–цінними показниками. У результаті чого було виділено зразки, які за врожайністю та елементами продуктивності колоса перевищують стандарти. Відібрано форми, які характеризуються проявом окремих цінних ознак, таких як ранньостиглість, безостість, низькорослість, тощо. Такі форми є цінними з селекційної точки зору, і можуть використовуватись для селекційного покращення тритикале, як донори окремих ознак.

В отриманих форм чотиривидових тритикале спостерігався значний розмах мінливості за висотою рослин. Варіювання ознаки «висота рослин» було в межах від 56 см до 140 см. Переважна більшість форм характеризувалися стеблом заввишки 100–120 см і відносилися до середньостеблової групи рослин. Крім цього було виділено низькостеблові та короткостеблові форми чотиривидових тритикале, які мають врожайність та показники продуктивності колоса на рівні тривидових тритикале. А також, карликові форми (висота рослин менше 60 см), які за врожайністю не поступаються стандартам.

Зразки чотиривидових тритикале характеризувалися різними морфологічними особливостями та показниками продуктивності колоса. Поряд з рослинами, які мали типову для гексаплоїдних тритикале будову колоса, спостерігалися рослини із спельтоїдним (довгий рихлий колос) та скверхедним типами (короткий щільний) колосу.

Серед створених чотиривидових тритикале було відмічено форми з різною довжиною остюків. Спостерігалися остисті, напівостисті, форми з зародковими остюками та безості форми.

В процесі селекції серед нащадків виникали форми із гіллястим колосом (див підрозділ 5.3.1). У таких форм кількість зерен у колосі

становила 90–100 шт. Гіллястоколосі форми тритикале являють практичний інтерес для селекційного покращення озерненості колоса тритикале.

Було виділено різні за групою стиглості форми чотиривидових тритикале. Переважна більшість зразків мала типовий для тритикале вегетаційний період. Однак, поряд з цим спостерігалися ранньостиглі та пізньостиглі форми.

Було виділено зразок чотиривидового тритикале з пшенично-житнім хромосомним заміщенням (див. підрозділ 4.1). Хромосомні заміщення при схрещуванні тритикале та спельти можуть виникати внаслідок відсутності гомологічної кон'югації між хромосомами геномів *R* жита та *D^{sp}* спельти. Характерною особливістю таких форм є безостість колоса (див. підрозділи 4.1 та 4.2). Крім того, зразок має крупне, добре виповнене зерно. Пшенично-житні хромосомні заміщення забезпечують покращення тритикале за рядом ознак, таких як поліпшення якості продукції, зниження висоти рослин, покращення виповненості зерна, та ін. А зразки, які мають хромосомні заміщення можуть використовуватися, як цінний вихідний матеріал або готовий сорт.

Більш детальне вивчення чотиривидових форм тритикале представлено в розділі 5.

Отже, проведені дослідження дозволили зробити наступні висновки:

1. Показано, що схрещування тривидових тритикале та спельти дозволяють отримати нащадки, які поєднують генетичний матеріал чотирьох батьківських форм: пшениці м'якої, пшениці твердої, пшениці спельти та жита. Отримані в результаті таких схрещувань гібриди першого покоління є стерильними. Повторні схрещування із тривидовими тритикале дозволяють підвищити рівень їх фертильності.

2. Беккросні схрещування гібридів першого покоління з тривидовими тритикале дозволяють отримати частково фертильні форми. Отримані нащадки за морфологічною будовою колоса були розділені на три групи

морфотипів: рослини морфотипу пшениці спельти, рослини морфотипу тритикале та рослини проміжного морфотипу.

3. Показано, що повторні схрещування нащадків *Triticosecale* × *T. Spelta* з пшеницею спельта дозволяють підвищити частку генетичного матеріалу спельти у нащадків.

4. Встановлено, що збалансовані за геномним складом нащадки від схрещування (*Triticosecale* × *Triticum spelta*) × *Triticosecale* характеризуються нормальною озерненістю та фертильністю пилку. Форми до складу яких входять віддалені субгеноми *R* та *D^{sp}* є стерильними. Самозапиленням упродовж кількох поколінь вдалося отримати стабільні форми, які за показниками фертильності та озерненості колоса не поступаються тривидовим тритикале.

5. У результаті схрещувань тривидових тритикале із пшеницею спельта та стабілізації отриманих нащадків вперше були отримані чотиривидові форми тритикале. Внаслідок інтенсивного формотворчого процесу спостерігалася значна мінливість форм тритикале за показниками висоти рослин, морфологічної будови колоса, продуктивності, якості врожаю та іншими ознаками.

Результати досліджень, які подано в цьому розділі, висвітлено в працях [65].

РОЗДІЛ 4.

СТВОРЕННЯ, ВИДІЛЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ХРОМОСОМНО ЗАМІЩЕНИХ ЧОТИРИВИДОВИХ ФОРМ ТРИТИКАЛЕ

Заміщення хромосом – процес цілеспрямованої заміни хромосом одного організму на хромосоми (гомо- чи гомеологічні) генетично відмінних організмів (з інших видів) у процесі гібридизації і селекції.

Перші повідомлення про хромосомно заміщені форми з'явилися на початку 1970-х рр. і ґрунтувалися на аналізі кон'югації хромосом при схрещуванні тритикале з телоцентриками, які несуть хромосоми генома *D*. Після відкриття методики диференціального фарбування хромосом з'явилася можливість ідентифікувати індивідуальні хромосоми. Було вивчено колекції тритикале і виявлено, що кращі за якістю зерна лінії мали хромосомні заміщення [17].

Найбільш перспективними для селекційного поліпшення тритикале є заміщення *R/D* типу. Встановлено перспективність інтрогресії хромосом генома *D* у гексаплоїдні тритикале для покращення технологічних властивостей цієї культури [17, 58, 198].

Отже, цілеспрямована селекція на створення і відбір повністю або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм може покращити тритикале за багатьма господарсько-цінними ознаками.

4.1 Створення та виділення чотиривидових форм тритикале із хромосомним заміщенням.

Як відомо, у гексаплоїдних тритикале відсутній генотип *D*, який елімінує в процесі їх створення [198]. Для інтродукції хромосом або сегментів хромосом генома *D* у гексаплоїдні тритикале (*Triticosecale* Wittmack AABBRR) їх схрещують з формами-донорами даного генома. Це можуть бути октоплоїдні тритикале (*Triticosecale* Wittmack, $2n=8x=56$, AABBDDRR), м'яка

пшениця (*Triticum aestivum*, $2n=6x=42$, *AABBDD*), види роду *Triticum*, які мають геном *D* [11, 31, 70, 157].

При гібридизації гексаплоїдного тритикале з м'якою пшеницею у гібридів першого покоління (*AABBDR*) геноми *A* та *B* формують в мейозі біваленти і між ними проходить нормальна бівалентна кон'югація. Хромосоми *D* і *R* геномів представлені унівалентами [74]. Між хромосомами цих геномів не відбувається кон'югація, в результаті чого вони формують уніваленти і хаотично розходяться між полюсами дочірніх клітин. У таких гібридів формування чоловічих і жіночих гамет у процесі мікро- та макроспорогенезу супроводжується значними аномаліями через відсутність цитогенетичної спорідненості між хромосомами генома *R* тритикале і *D* м'якої пшениці [42]. Тому, при схрещуванні гексаплоїдних тритикале з м'якою пшеницею виникають 21-хромосомні гамети з різними варіантами пшенично-житніх хромосомних заміщень [105, 107, 193].

Оскільки пшениця спельта (*Triticum spelta* L., $2n=6x=42$) є гексаплоїдним видом пшениці, то проходження мейозу в гібридів тритикале та спельти з високим ступенем вірогідності відбувається аналогічно. Внаслідок анеуплоїдії гамет гібридів тритикале та спельти в їх потомстві після беккросування з тритикале утворюються хромосомно заміщені форми, у яких одна і рідше дві пари хромосом жита заміщені гомеологічними хромосомами пшениці.

Нами було проведено роботу зі створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм чотиривидового тритикале із використанням пшениці спельти. Схема створення хромосомно заміщених форм зображено на рисунку 4.1.

Було проведено схрещування гексаплоїдних тритикале з пшеницею спельтою. Гібриди першого покоління від таких схрещувань характеризувались високою стерильністю. З метою отримання фертильних форм і передачі господарсько-цінних ознак гібриди F_1 беккросували з гексаплоїдним тритикале. У потомстві після беккросування очікувалося

виникнення частково фертильних форм з різними варіантами перекомбінацій хромосом геномів тритикале та спельти.

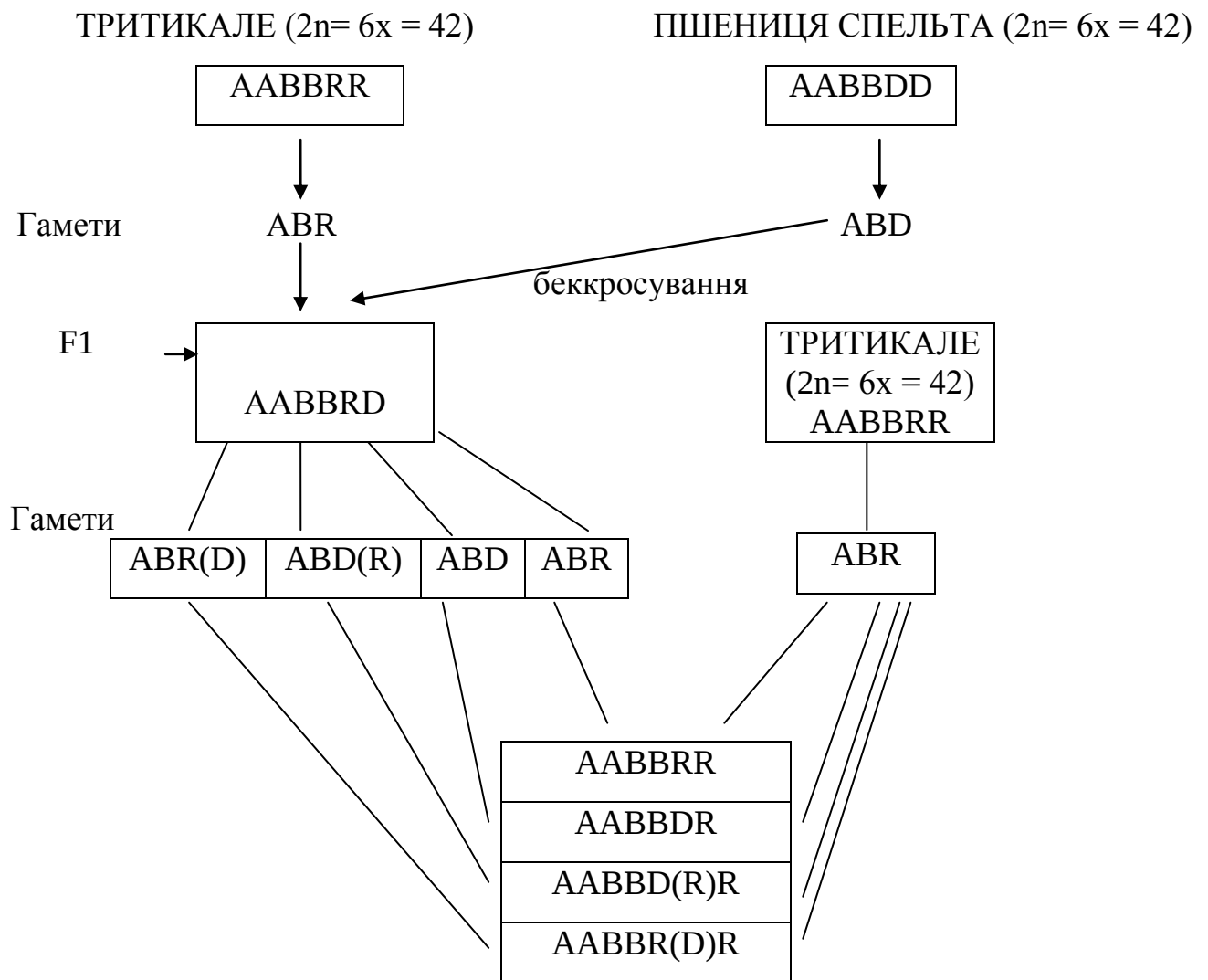


Рис 4.1 Схема створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм чотиривидового тритикале з використанням пшениці спельти

Гібриди першого покоління *Triticosecale* × *T. Spelta* L. є стерильними (див. підрозділ 3.1). Вони мають геномну формулу AABBRD. За повторного схрещування гібридів F₁ з тривидовими тритикале вони формують функціональні гамети чотирьох типів. Триплоїдні гамети типу ABR при схрещуванні з тривидовим тритикале будуть утворювати нащадки з геномною формулою AABBRR, тобто типові тривидові гексаплоїдні

тритикале. Такі схрещування проходять без відхилень від нормального процесу мейозу. Оскільки всі геноми є гомологічними і між ними відбувається бівалентна кон'югація.

У результаті поєднання гамет типу ABD з тривидовим тритикале утворюються стерильні нащадки з характерними ознаками гібридів першого покоління *Triticosecale*/*T. Spelta* L. Стерильність таких нащадків пояснюється відсутністю бівалентної кон'югації між геномами тритикале R та спельти D . Ці геноми формують уніваленти і залишаються неспареними.

Гамети $ABR(D)$ та $ABD(R)$ мають найбільше практичне значення для отримання пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале. Такі гамети є триплоїдними, тобто мають 21 хромосому, однак вони поєднують в собі чотири геноми в різних якісних співвідношеннях. У них присутній повний гаплоїдний набір хромосом геномів AB . Третій геном у таких гамет містить таку саму кількість хромосом, однак він представлений сукупністю хромосом геномів тритикале R та спельти D . У гамет типу $ABR(D)$ містяться повні набори хромосом геномів AB , а також геном тритикале R , в якого одна із хромосом заміщена хромосомами генома спельти D . Гамети типу $ABD(R)$ мають повні набори хромосом геномів AB та геном спельти D із однією заміщеною хромосомою на хромосому генома тритикале R . Поєднання таких гамет із гаметами тривидового тритикале дозволяє отримати нащадки із пшенично-житніми хромосомними заміщеннями.

Форми тритикале із пшенично-житнім хромосомним заміщенням замість R - хромосом жита містять у своєму геномі цілу хромосому або фрагменти хромосом пшениці. Теоретично у форм тритикале із пшенично-житніми хромосомними заміщеннями в мейозі утворюється 20 бівалентів і два уніваленти ($20_2 \ 2_1$). По сім бівалентів належать геному A та B , шість бівалентів геному R , один унівалент геному R і один унівалент геному D ($7_2A \ 7_2B \ 6_2R \ 1_1R \ 1_1D$). При самозапиленні таких форм геноми A та B в мейозі формують біваленти і між ними проходить нормальна бівалентна кон'югація. Неспарені унівалентні хромосоми D і R геномів не кон'югують між собою.

В результаті чого, під час проходження мейозу унівалентні хромосоми хаотично розходяться між полюсами дочірніх клітин. У таких нащадків формування чоловічих і жіночих гамет у процесі мікро- і макроспорогенезу супроводжується значними аномаліями через відсутність цитогенетичної спорідненості між хромосомами генома *R* тритикале і *D* пшениці. Життєздатність гамет у даних нащадків значно знижується, що негативно впливає на рівень фертильності.

Теоретично провести стабілізацію форм із геномним складом $7_2A\ 7_2B\ 6_2R\ 1_1R\ 1_1D$ неможливо. Хромосоми геномів *A* та *B* є гомологічними, тобто вони нормально кон'югують між собою. Шість бівалентів геному тритикале *R* також кон'югують між собою. Ускладнень при їх стабілізації не виникає. Основною проблемою для стабілізації форм із пшенично-житніми хромосомними заміщеннями є наявність двох унівалентних хромосом геномів пшениці *D* і тритикале *R*. Відсутність цитогенетичної спорідненості між хромосомами геномів тритикале *R* та спельти *D* відображається у відсутності гомологічної кон'югації між ними. В результаті чого вони формують уніваленти. Це призводить до того, що гамети таких нащадків не розвиваються. Тому, при самозапиленні такі форми будуть стерильними. Незважаючи на це, дані форми стабілізуються впродовж кількох поколінь самозапилень. Імовірно під час самозапилень хромосоми генома спельти *D* кон'югують між собою, а заміщені хромосоми генома тритикале *R* – з гомологічними їм заміщеними хромосомами. У зв'язку з цим хромосоми генома спельти *D* та *R*- заміщені хромосоми формують біваленти, а згодом і фертильні гамети.

У результаті самозапилень були отримані різноякісні за геномним складом форми тритикале (рис. 4.2). Нащадки з геномною формулою *AABBRR* не мають відхилень від нормального проходження мейозу. Вони формують фертильний, добре озернений колос. Тому, їх стабілізація проходить значно швидше, ніж у форм із пшенично-житніми хромосомними

заміщеннями. Після самозапилення таких нащадків утворюються форми тривидових гексаплоїдних тритикале.

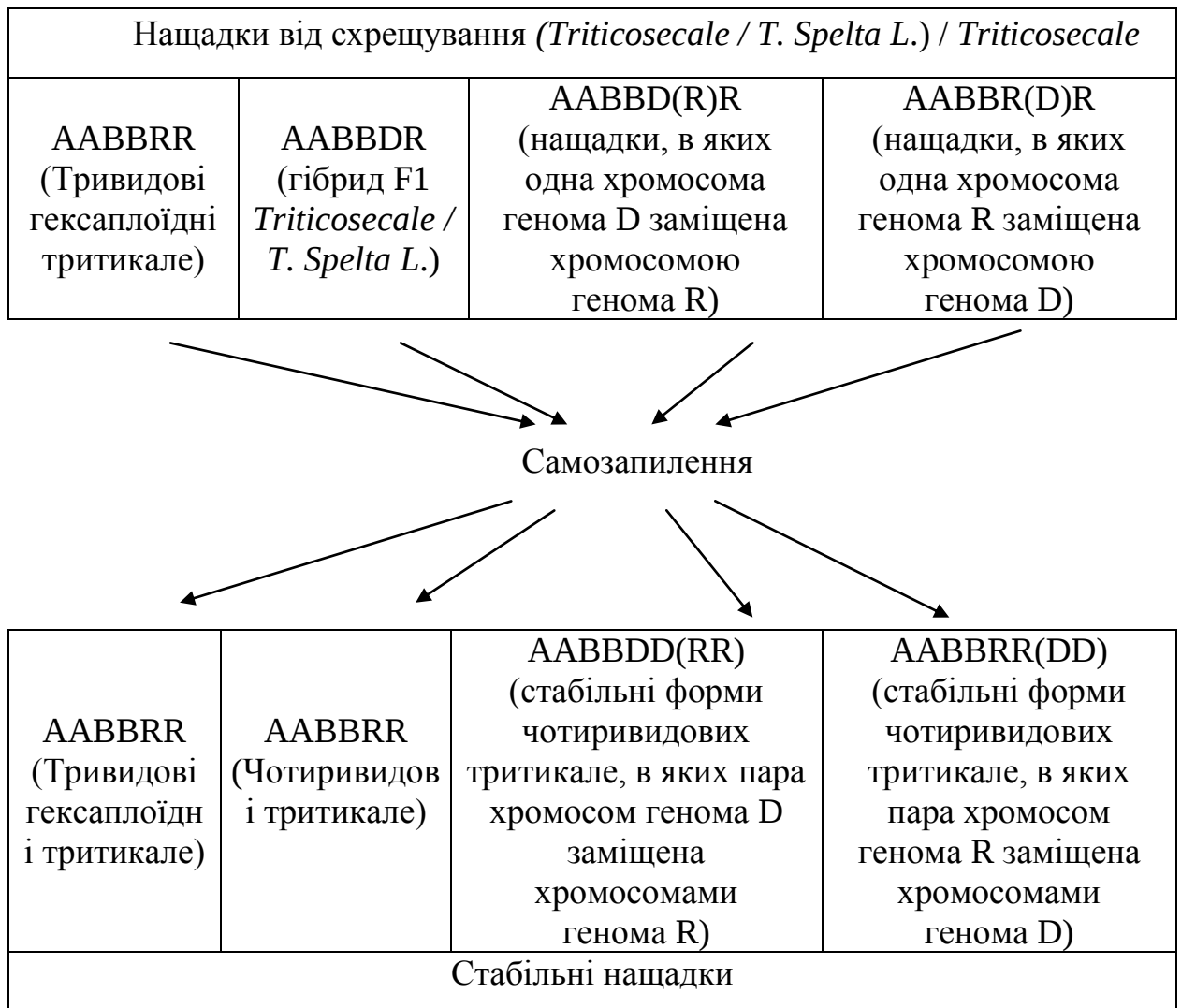


Рис. 4.2. Утворення стабільних форм тритикале з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями

Нащадки з геномною формулою *AABBDR* є стерильними, що пов'язано з відсутністю гомологічної кон'югації між хромосомами геномів тритикале *R* та спельти *D*. Однак, за випадкового розходження хромосом до полюсів дочірніх клітин виникає незначна кількість фертильних гамет. Це дозволило провести самозапилення цих нащадків. У процесі стабілізації вони втрачають геном спельти *D* і стабілізуються на гексаплоїдному рівні, відповідно їх стабільні форми мають геномну формулу *AABBRR*.

У форм, які мають геномний склад $AABBD(R)R$ містяться чотири геноми. Вони мають диплоїдні набори хромосом геномів тритикале AB . Хромосоми даних геномів є гомологічними, тому мейоз у них проходить без відхилень. У цих нащадків немає двох гомологічних геномів тритикале RR , як у тривидових гексаплоїдних тритикале. Проте, присутній неповний геном спельти D , в якого одна хромосома заміщена гомеологічною хромосомою генома тритикале R . Неспорідненість геномів спельти D та тритикале R призводить до відсутності кон'югації. Це негативно впливає на рівень фертильності пилку. В зв'язку з хаотичним розходженням хромосом до полюсів дочірніх клітин, виникає невелика частка життєздатних гамет, що дає можливість провести самозапилення відібраних рослин. Після самозапилення таких нащадків утворюються стабільні форми з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями. Такі форми мають геномну формулу $AABBDD(RR)$.

Аналогічна ситуація відбувається при самозапиленні нащадків, які мають геномний склад $AABBR(D)R$. З тією відмінністю, що в них хромосома генома тритикале R заміщена гомеологічною хромосомою генома спельти D . Після проведення циклу їх самозапилень утворюються форми тритикале із геномною формулою $AABBRR(DD)$. Такі форми є стабільними. У них спостерігається висока фертильність та озерненість колоса. Дані форми є цінними для селекційного вдосконалення тритикале різного напрямку використання, або можуть виступати як константний перспективний сорт.

У результаті схрещувань тривидових тритикале та спельти було створено низку форм чотиривидових тритикале, в яких очікувалися пшенично-житні хромосомні заміщення. З'явилася необхідність з-поміж усього різноманіття отриманих форм виділити ті, які мають пшенично-житне хромосомне заміщення. У зв'язку з цим були запропоновані кілька способів відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале.

4.1.1 Відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за ознакою «стерильність-фертильність».

Відомі кілька способів ідентифікації хромосомних заміщень у тритикале, таких як С-бендінг, *FISH*, *GISH*, електрофорез запасних білків, *SSR*-аналіз тощо. Метод С- бендінгу полягає у диференціальному фарбуванні хромосом і включає травлення препаратів 5 % (насиченим) розчином гідрооксиду барію, інкубацію в збалансованому буферному розчині ($2 \times \text{SSC}$) при 60°C і короткочасне фарбування (2–5 хв.) в барвнику Гімза [11, 181]. Методи *FISH* та *GISH* – цитогенетичні методи, які застосовують для визначення положення специфічної послідовності ДНК на метафазних хромосомах або в інтерфазних ядрах *in situ* [31, 157]. *SSR*-аналіз передбачає використання мікросателітних маркерів для конкретних хромосом (житоспецифічний ДНК-маркер *RYE*, молекулярні маркери на запасні білки пшениці та жита, *Sec1* і *Sec2*, СКМ 39, *WMS261*, *WMS261-F*, тощо). За наявності ампліфікації маркера роблять висновок про присутність тієї чи іншої хромосоми в геномі тритикале [5, 210, 227]. Ці способи дозволяють на цитологічному рівні ідентифікувати кожен хромосому жита та пшениці і встановити їх належність до конкретної гомеологічної групи [146]. Але, дані способи передбачають тестування всіх отриманих нащадків. А провести генетичне маркування або цитогенетичний аналіз у великих обсягах досить складно. Тому, такі способи потребують значних витрат часу та праці для виділення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм.

У зв'язку з цим були розроблені кілька способів відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале, які виключають необхідність проведення цитогенетичного аналізу або генетичного маркування всіх отриманих нащадків.

Стерильність – нездатність рослин до статевого розмноження і формування потомства. Вона може виникати внаслідок порушень мейозу і формування гамет. Нами було запропоновано використовувати ознаку

«стерильність–фертильність» для відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале.

Гексаплоїдні тритикале поділяють на повнокомплектні та хромосомно заміщені форми. Повнокомплектними є форми тритикале, до складу яких входять повні диплоїдні набори хромосом геномів *ABR*. Такі форми мають геномну формулу *AABBRR*, тобто кожен геном у мейозі формує по сім бівалентів. Форми тритикале із пшенично-житнім хромосомним заміщенням замість *R*- хромосом жита містять у своєму геномі цілу хромосому або фрагменти хромосом пшениці, наприклад будь-яка із хромосом генома *D*. При схрещуванні тритикале з відомою геномною формулою із формами тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення геноми *A* та *B* в мейозі формують біваленти і між ними проходить нормальна бівалентна кон'югація. Хромосоми геномів *R* тритикале і *D* м'якої пшениці цитогенетично віддалені. У зв'язку з цим між хромосомами *D* і *R* геномів не відбувається кон'югація і вони представлені унівалентами. Це створює сприятливі умови для виникнення різного роду аномалій і відхилень від нормального проходження процесу мейозу. Тому, в таких гібридів формуються нежиттєздатні гамети, що призводить до значного зниження фертильності пилку. Враховуючи вищесказане ми припустили, що гібриди першого покоління від схрещування тритикале з відомою геномною формулою, з тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення, будуть стерильними.

Аналізували на наявність пшенично-житніх хромосомних заміщень нащадки отримані від схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти, а саме зразки 57/13 (ранньостиглий), 220/13 (довгоколосий) та 116/13 (безостий). У зразків 220/13 (довгоколосий) та 116/13 (безостий) спостерігались типові для пшениці спельти ознаками, які відсутні у тритикале, такі як безостість та довгоколосість. Зразок 57/13 (ранньостиглий) виходив за рамки спектру мінливості батьківських форм і характеризувався нетиповою для вихідних форм ознакою – ранньостиглість. У цих зразків

очікувалася наявність пшенично-житніх хромосомних заміщень в зв'язку з проявом ознак спелости або появою нових, нетипових для батьківських форм ознак.

Відібрані зразки, а також сорти тривидових тритикале Розівська 6 та Ладне схрещували із сортом тритикале Тактик (Аватар). Схрещування мали на меті встановити прояв ознаки «стерильність-фертильність» у гібридів першого покоління від схрещування тритикале з відомою геномною формулою, з тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення. При цьому вважалося, що стерильні гібриди першого покоління мають пшенично-житні хромосомні заміщення, а фертильні форми є такими, в яких не відбулося структурних перебудов пов'язаних із заміщенням хромосом.

Аналізуючи гібриди першого покоління за ознакою «стерильність-фертильність», були отримані наступні результати (табл. 4. 1).

Таблиця 4. 1

**Стерильність пилку рослин гібридів першого покоління від
схрещування різних форм тритикале, 2014 р**

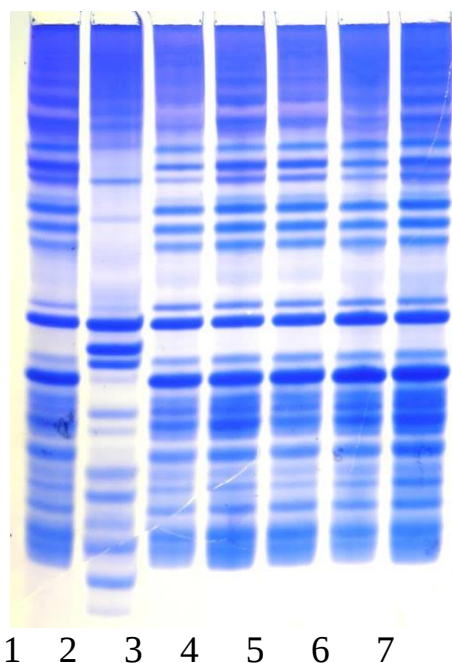
Комбінація схрещування	Стерильність, %	Фертильність, %
Ладне × Тактик (Аватар)	20	80
Розівська 6 × Тактик (Аватар)	20	80
57/13 (ранньостиглий) × Тактик (Аватар)	20	80
220/13 (довгоколосий) × Тактик (Аватар)	20	80
116/13 (безостий) × Тактик (Аватар)	99,9	0,1

Потомство від схрещування комбінацій Ладне × Тактик (Аватар), Розівська 6 × Тактик (Аватар), було фертильним. Це свідчить про те, що сорти Ладне та Розівська 6, мають відому геномну формулу і не містять хромосомного заміщення. Гібриди першого покоління від комбінацій

схрещування 57/13 (ранньостиглий) $\times$ Тактик (Аватар), 220/13 (довгоколосьй) $\times$ Тактик (Аватар) також були фертильними, що означає відсутність пшенично житніх хромосомних заміщень у цих вихідних форм.

Гібриди F_1 від схрещування сорту зразка 116/13 (безостий) із сортом тритикале озимого Тактик (Аватар) були стерильними. Утворення стерильних гамет у даній комбінації схрещування може свідчити про наявність хромосомного заміщення у зразка 116/13.

Таким чином був відібраний зразок 116/13 (безостий), як такий, в якого є пшенично-житнє хромосомне заміщення. Далі було зроблено електрофоретичний аналіз запасних білків (рис. 4.3). Даний аналіз проведено у відділі генетичних основ селекції Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення. Аналіз підтвердив наявність у цього зразка часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення.



доріжки 1,3-7 індивідуальні зерна тритикале; доріжка 2 – пшениця Українка.

Рис.4.3. Електрофоретичний аналіз клейковинних білків зерна тритикале, зразок 116/13 (безостий)

У зразка 116/13 було виявлено *1RS.1AL* центричну житньо-пшеничну транслокацію про що свідчать такі ознаки як відсутність білків, що кодуються локусом *Gli-A1* хромосоми 1A пшениці (заміщено локусом *Sec-1* жита) і присутність характерного для пшениці локусу *Gli-B1*, що свідчить про відсутність транслокації *1RS.1BL*. Висновки підтверджуються наявністю маркерів (локус *Glu-B1* та *Glu-A1*), які свідчать про присутність довгих плечей хромосом 1A та 1B.

У цього зразка не зафіксовано жодних білкових *Gli/Glu* маркерів, які контролюються локусами хромосом геному D пшениці. Однак, це не означає що фрагментів хромосом геному D у цього зразка тритикале немає, оскільки *Gli/Glu* локуси покривають зовсім незначну частину геному D.

Отже встановлено, що використання ознаки «стерильність-фертильність» дозволяє відбирати пшенично-житні хромосомно заміщені форми тритикале. На основі цих даних був розроблений «спосіб відбору *R/D* заміщених форм тритикале». На цей спосіб отримано патент України на корисну модель [125]. Спосіб передбачає схрещування тритикале з відомою геномною формулою, з тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення і відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм за стерильністю нащадків. Використання ознаки «стерильність-фертильність» у гібридів першого покоління спрощує процес відбору хромосомно заміщених форм тритикале, оскільки зникає потреба в проведенні цитогенетичного аналізу або генетичного маркування всіх отриманих форм.

4.1.2 Використання пшениці спельти для створення і відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених чотиривидових форм тритикале.

Відомі способи створення і відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале передбачають схрещування гексаплоїдних

тритикале з пшеницею або октоплоїдним тритикале та встановлення наявності хромосомного заміщення за допомогою одного із методів: С-бендінг, *FISH*, *GISH*, електрофорез запасних білків, *SSR*-аналіз, тощо [5, 11, 58, 70, 157]. Ці способи дозволяють з великою вірогідністю отримувати та ідентифікувати пшенично-житні хромосомні заміщені форми. Однак, вони є трудомісткими, оскільки потребують тестування всіх отриманих нащадків.

Використання пшениці спельти в загальній селекційній схемі тритикале дозволяє спростити процес створення та виділення хромосомно заміщених форм. В процесі схрещування тритикале та пшениці спельти серед нащадків виникають генотипи з різними співвідношеннями геномів вихідних форм. Такі генотипи фенотипово можуть бути подібними до будь-якої з батьківських форм. Для того, щоб не проводити цитогенетичний аналіз всіх отриманих нащадків запропоновано відбирати пшенично-житні хромосомно заміщені форми тритикале за ознаками спельти. Це можуть бути ознаки морфологічні, біохімічні, тощо. Нами були використані морфологічні ознаки спельти, а саме безостість, довгий рихлий колос, скверхедність, спельтоїдна форма колоскової луски та інші.

Для створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале були проведені схрещування тритикале та пшениці спельти, беккросні схрещування гібридів першого покоління з тритикале та стабілізація отриманих нащадків. У новостворених форм проводили оцінку фенотипового прояву морфологічних ознак спельти серед нащадків.

Серед усього різноманіття отриманих форм для подальшого вивчення були відібрані зразки 116/13, 148/13, 220/13 та 358/13. У цих зразків спостерігався фенотиповий прояв морфологічних ознак спельти. Вони вважалися такими, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення. Зразок 148/13 мав типову для спельти форму колоскової луски. Безостість була властива зразку 116/13, що з великою вірогідністю пов'язано з наявністю хромосомного заміщення (див. підрозділ 3.3.1). Пшениця спельта має довгий рихлий колос [120]. Аналогічно спельті довгим рихлим колосом

характеризувався зразок 220/13. У зразка 358/13 був скверхедний колос (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Скверхедний колос тритикале

Відомо, що скверхедність – домінантна ознака пшениці м'якої [23]. При схрещуванні пшениці м'якої та пшениці спельти у гібридних поколіннях вищеплюються нащадки із скверхедним типом колосу. Імовірно при схрещуванні тритикале та спельти відбулася аналогічна взаємодія генів. Тому, скверхедність колоса зразка 116/13 може бути пов'язана з присутністю певних хромосом геному спельти та можливими хромосомними заміщеннями.

Контроль наявності повного та/або часткового пшеничного-житнього хромосомного заміщення проводили за допомогою розробленого нами «Способу відбору *R/D* заміщених форм тритикале» [125]. Згідно цього способу проводили схрещування тритикале з відомою геномною формулою, з тритикале, в яких очікуються пшеничні-житні хромосомні заміщення і за стерильністю гібридів відбирали форми з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями.

При схрещуванні тритикале сорту Тактик (Аватар) з відомою геномною формулою зі зразками 148/13, 220/13 та 358/13 потомство було фертильним. Це пояснюється присутністю в їх геномі повного набору хромосом генома *R*.

У результаті схрещування тритикале сорту Тактик (Аватар) із зразком 116/13 було отримано стерильне потомство. Це доводить наявність повного часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення в цього зразка.

При використанні ознак спельти для відбору форм, в яких можлива наявність повних та/або часткових пшенично-житніх хромосомних заміщень зникає потреба в аналізі всіх отриманих форм, так як контроль наявності хромосомного заміщення проводять лише у тих нащадків, які проявляють морфологічні ознаки спельти. Це забезпечує зменшення обсягів робіт, а, отже і спрощення процесу виділення хромосомно заміщених форм.

Отже доведено, що використання пшениці спельти для схрещувань з тривидовими тритикале дозволяє отримувати пшенично-житні хромосомно заміщені форми тритикале, а за наявність у нащадків ознак спельти слугує маркером для відбору хромосомно заміщених форм. За результатами досліджень розроблено «спосіб створення і відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале» (патент України на корисну модель №101705, додаток 3). Використання запропонованого способу дозволяє спростити процес створення і відбору хромосомно заміщених форм тритикале.

4.1.3 Відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених чотиривидових форм тритикале за відсутністю морфологічних ознак жита.

Відомо, що за сукупністю фенотипових або морфологічних ознак не можна точно ідентифікувати хромосомне заміщення [146]. Але, за наявністю або відсутністю певних ознак можна відбирати форми, в яких очікується хромосомне заміщення і контроль наявності хромосомного заміщення проводити лише серед відібраних форм. Таким чином забезпечується спрощення процесу виділення хромосомно заміщених форм.

До нині невідомі способи відбору пшенично-житніх заміщених форм тритикале, які б виключали необхідність тестування всіх отриманих нащадків. Тому, актуальною проблемою є розробка нових способів відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале, які дозволять спростити процес відбору. Використання фенотиповий або морфологічних

ознак для відбору хромосомно заміщених форм може сприяти вирішенню цієї проблеми. У зв'язку з цим було запропоновано відбирати пшенично-житні хромосомно заміщені форми серед нащадків за відсутністю морфологічних ознак жита.

Серед усього спектру морфобіологічних і фізіологічних ознак жита, які проявляються у тритикале в дослідженнях було використано такі ознаки жита, як остистість, зелений алейроновий шар ендосперму, зімкнутий куш, високе стебло, нормальний колос, восковий наліт на рослині. Відсутність цих ознак у нащадків після схрещування тритикале та спельти означає, що у цих нащадків можливо відбулися структурні перебудови пов'язані з *R* геномом жита і тому відсутні цілі хромосоми або частини хромосом генома *R*. Форми, які не мали фенотипового прояву ознак жита відбирали, як такі, в яких очікуються пшенично-житні заміщення хромосом. При цьому слід враховувати, що заміщена лише одна із семи хромосом жита. Шість незаміщених житніх хромосом будуть реалізовувати свою спадковість і фенотипово проявлятися. Тому, вірогідність виділення хромосомно заміщених форм у такий спосіб низька. Однак, відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале серед нащадків за відсутністю ознак жита вагомо зменшує кількість нащадків, які необхідно аналізувати.

У результаті схрещувань тритикале та спельти було отримано форми тритикале, які відрізнялися між собою за морфобіологічними ознаками та господарсько-цінними показниками. Серед них форм було відібрано декілька форм, які характеризувались відсутністю фенотипового прояву ознак жита (табл. 4.2).

Червону зернівку, що притаманно пшениці, мали всі досліджувані зразки, відповідно вони не мали ознаки жита «зелений алейроновий шар зернівки». Відсутністю зімкнутого куща характеризувалися зразки 100/13 та 181/13. У цих зразків куш був сланким. Така форма куща притаманна пшениці. Тому, відсутність ознак жита у цих зразків може бути пов'язана з наявністю пшенично-житніх хромосомних заміщень.

Таблиця 4.2

Прояв ознак жита у нащадків від схрещування тритикале та спельті,
2013 р.

Зразок Ознаки жита	100/13	116/13	148/13	181/13	220/13	361/13	473/13	474/13
Зелений алейроновий шар ендосперму	—	—	—	—	—	—	—	—
Нормальний колос	+	+	+	+	—	—	+	+
Зімкнутий кущ	—	+	+	—	+	+	+	+
Високе стебло	+	+	+	+	+	+	—	—
Остистість	+	—	+	+	+	+	+	+

Примітка: «+» – наявність ознаки

«—» – відсутність ознаки

Характерною ознакою 361/13 була відсутність типової для жита ознаки «нормальний колос». У цього зразка колос був скверхедний. Це може бути пов'язано з наявністю пшенично-житніх хромосомних заміщень (див. підрозділ 4.1.2). Зразок 220/13, аналогічно пшениці спельті, мав довгий рихлий колос.

Зразки 473/13 та 474/13 виходили за рамки спектру мінливості батьківських форм. Вони були карликовими (висота рослин < 60 см). Домінантна ознака «карликовість» не властива вихідним формам тритикале та спельті [31, 98]. Тому, карликовість цього зразка з високою вірогідністю пов'язана з структурними перебудовами житнього генома *R* та гомеологічних йому пшеничних геномів *ABD*. Оскільки відомо, що відсутність житньої хромосоми *2R* сприяє зменшенню висоти рослин тритикале.

Зразки 115/13 та 116/13 мали короткі, відносно колоса, остюки і характеризувався відсутністю типової для жита ознаки «остистість». Оскільки ген остистості жита локалізований у короткому плечі хромосоми *1R* [253], то формування дуже вкорочених остюків у цього зразка може бути пов'язане з відсутністю житньої хромосоми *1R*. Відповідно, ця хромосома може бути заміщена на гомеологічну їй пшеничну хромосому.

Контроль наявності пшенично-житніх хромосомних заміщень проводили за допомогою «Способу відбору *R/D* заміщених форм тритикале» [125]. Для цього були проведені схрещування тритикале озимого сорту Тактик (Аватар) з відібраними селекційними зразками у наступних комбінаціях: 100/13 × Тактик (Аватар), 116/13 × Тактик (Аватар), 148/13 × Тактик (Аватар), 220/13 × Тактик (Аватар), 361/13 × Тактик (Аватар), 473/13 × Тактик (Аватар), 474/13 × Тактик (Аватар).

Серед усіх комбінацій схрещувань була виділена комбінація 116/13 × Тактик (Аватар), оскільки гібриди першого покоління від таких схрещувань були стерильними. Це доводить наявність пшенично-житнього хромосомного заміщення у зразка 116/13 та відсутність хромосомних перебудов у зразків 100/13, 148/13, 220/13, 361/13, 473/13 та 474/13.

При відборі пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале серед нащадків за відсутністю ознак жита можна значно зменшити кількість форм, в яких потрібно проводити подальший аналіз.

Встановлено, що у пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале відсутній фенотиповий прояв деяких морфологічних ознак жита. Це дозволило розробити «Спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале» (патент України на корисну модель №101706, додаток 3 1). Цей спосіб включає фенотипову оцінку форм тритикале і відбір повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале серед нащадків за відсутністю ознак жита. Використання морфологічних ознак, як маркерних на наявність або відсутність пшенично-житнього хромосомного заміщення, дозволяє

зменшити обсяги робіт з виділення хромосомно заміщених форм, оскільки виключає необхідність тестування всіх отриманих нащадків.

4.2 Покращення заміщених за хромосомою *1R* форм тритикале.

Основна мета створення заміщених по хромосомі *1R* форм – покращення хлібопекарських властивостей тритикале, що дозволить вивести його на ринок харчових продуктів і значно підвищить комерційний інтерес до цієї культури [59].

Багатьма дослідженнями встановлено важливість хромосоми *1R*, особливо її короткого плеча, для врожайності тритикале та його стійкості до грибкових захворювань [59, 216, 228]. Однак, у короткому плечі *1R* хромосоми розміщений локус *Sec-1*, який контролює синтез запасних білків жита – секалінів і має сильний негативний ефект на хлібопекарську якість борошна. Довге плече цієї хромосоми містить локус *Sec-3*, який має ще більш сильний негативний вплив на якість борошна у тритикале. Тому, навіть часткове заміщення хромосоми *1R* призводить до втрати одного *Sec*- локуса. При повному заміщенні цієї хромосоми втрачаються обидва локуси, які відповідають за синтез секалінів, що позитивно впливає на хлібопекарські якості тритикале [140].

Головну роль у забезпеченні високих хлібопекарських властивостей відіграє *1D* хромосома пшениці. Тому зусилля більшості селекціонерів направлені на інтрогресію в генотип гексаплоїдних тритикале саме цієї хромосоми [197]. Але відомо, що хромосоми геномів *A* та *B*, які належать до першої гомеологічної групи, як і *1D* хромосома, містять генні локуси *Gli/Glu*, які контролюють синтез клейковинних білків гліадинів і глютенінів. Саме ці білки мають вирішальне значення для хлібопекарських властивостей. Вони утворюють клейковину, від кількості та якості якої залежать фізичні і технологічні якості тіста [101]. Самі по собі *Gli/Glu* локуси не мають сильного впливу на якість борошна, але їх сумарний ефект може внести суттєві корективи в оцінку хлібопекарських властивостей тритикале [24].

Відбір форм, які мають повне або часткове заміщення по хромосомі *1R* за фенотиповими або морфологічними ознаками у сучасній селекції не практикується [146]. Це пов'язано з недостатньою вивченістю прояву морфобіологічних властивостей та господарсько-цінних показників у форм, які мають заміщення по хромосомі *1R*. У зв'язку з цим, встановлення можливості відбору повністю або частково заміщених по хромосомі *1R* форм тритикале за морфологічними або фенотиповими ознаками є актуальним завданням.

4.2.1 Відбір повністю або частково заміщених за хромосомою *1R* форм тритикале за ознакою «безостість».

У пшениці ознака «безостість» є домінантною. При створенні тритикале отримуємо остисті форми, незалежно від того, яка пшениця (остиста чи безоста) використовувалась для схрещувань. Це пов'язано з тим, що сильна експресія генів остистості жита пригнічує прояв генів безостості пшениці [252]. Ген, який контролює остистість жита локалізується в короткому плечі *1R* хромосоми [253]. Остистість тритикале обумовлюється наявністю пари хромосом *1R* жита. Повна або часткова відсутність хромосоми *1R* в геномі тритикале створює сприятливі умови для домінування пшеничних генів безостості. У результаті чого виникають форми тритикале з вкороченими остюками або повністю безості форми.

Враховуючи літературні дані [10, 160, 176, 252] стає очевидним, що відсутність хромосоми *1R* у тритикале фенотипово проявляється у вкороченні остюків або безостості. В зв'язку з цим нами був проведений пошук безостих або напівостистих форм у популяціях чотиривидових тритикале, отриманих від схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти.

Створені форми чотиривидових тритикале аналізували за фенотиповою ознакою «остистість–безостість». Відбирали форми, які характеризуються безостістю або зародковими остюками. Безостий зразок 116/13 був

відібраний, як такий в якому є повне або часткове заміщення за хромосомою *1R*.

Перевірили наявність повного або часткового заміщення за хромосомою *1R* за допомогою розробленого нами «способу відбору *R/D* заміщених форм тритикале» [125].

Схрещування зразка 116/13 із сортом Тактик (Аватар) давало стерильне потомство. Це доводить наявність повного або часткового заміщення по хромосомі *1R* у цього зразку. Контроль наявності хромосомного заміщення виконували за допомогою електрофоретичного аналізу запасних білків. Аналіз підтвердив наявність у зразка 116/13 часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення.

Встановлення наявності або відсутності ознаки «безостість» у частково або повністю заміщених за хромосомою *1R* форм тритикале дозволило розробити «Спосіб відбору частково або повністю заміщених за хромосомою *1R* форм тритикале». Від відомих способів відбору заміщених за хромосомою *1R* форм тритикале запропонований нами спосіб відрізняється тим, що немає необхідності в цитогенетичному аналізі або генетичному маркуванні всіх отриманих нащадків. Для відбору хромосомно заміщених форм за запропонованим способом проводять фенотипову оцінку отриманих форм, і, за безостістю нащадків відбирають повністю або частково заміщені по хромосомі *1R* форми.

Використання ознаки «безостість», як генетичного маркера на наявність повністю або частково заміщених за хромосомою *1R* форм тритикале, спрощує процес відбору, оскільки контроль наявності хромосомного заміщення проводять лише в безостих або напівостистих форм.

4.2.2 Створення безостих форм чотиривидових тритикале.

Тритикале, як кормова культура має низку переваг у порівнянні з пшеницею та житом. Незважаючи на це, тритикале для годівлі великої

рогатої худоби використовують менше, ніж інші зернові культури. Основною перешкодою для широкого застосування тритикале в годівництві є остюки [130, 236]. В процесі росту і розвитку зернівки остюки стають більш жорсткими, подразливими і шкідливими для тварин, які поїдають тритикале на пасовищах або в вигляді сіна. Грубі остюки тритикале можуть викликати у тварин подразнення очей та ротової порожнини. Це призводить до виникнення інфекцій, збільшення витрат на ветеринарну медицину та зниження рентабельності тваринницької продукції. Навіть якщо не виникає подразнень, наявність остюків знижує смакову привабливість корму для тварин, що негативно впливає на економічну ефективність тваринництва [252].

Нині безості сорти тритикале у виробництві відсутні. Це обумовлює необхідність створення безостих форм і сортів тритикале, які здатні покращити кормову базу для тваринництва.

В якості вихідного матеріалу для створення безостих форм тритикале використовували зразки гексаплоїдних тритикале власної селекції та безосту форму пшениці спельта (*Triticum spelta* L.) сорт Зоря України. Були проведені схрещування тритикале із пшеницею спельта, беккросні схрещування гібридів F_1 з тритикале та стабілізація отриманих форм.

Гібриди F_1 від схрещування тритикале та спельти мають геномну формулу $AA^{sp}BB^{sp}D^{sp}R$. За сукупністю фенотипових ознак у таких гібридів домінували ознаки пшениці спельти (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Гібрид першого покоління тритикале / спельта

Характерною для них є спельтоїдна форма колоскової луски (груба колоскова луска). Її наявність обумовлена домінантним алелем гена *Tg/tg*, локалізованим у геномі *D^{sp}*. Зерно у даних гібридів важко вимолочувалося з колоса. Це пояснюється присутністю рецесивного алеля гена *Q/q* локалізованого у геномі спельти. Гібриди були безостими, що вказує на присутність чужорідного генетичного матеріалу, зокрема пшениці спельти (див. підрозділ 3.1).

Після схрещування цих гібридів з тритикале у потомстві $F_1BC_1 - F_1BC_3$ проявляється розщеплення на остисті та безості форми.

Під час схрещувань гібридні матеріали аналізували на відповідність меті селекційної програми та за фенотиповою ознакою «остистість-безостість». Для проведення подальшої селекційної роботи відбирали безості, високопродуктивні нащадки.

Відібрані за комплексом господарсько-цінних ознак безості форми тритикале стабілізували. Процес стабілізації таких форм відбувається впродовж кількох поколінь самозапилення.

У результаті проведених досліджень було створено низку безостих зразків тритикале. За сукупністю показників продуктивності колоса і врожайності кращим з них виявився зразок 116/13. Характерною особливістю цього зразка є безостість. Крім того, він має високу озерненість колоса. Зерно у нього крупне, добре виповнене та не зморшкувате. Маса 1000 зерен складає 56 г. Аналіз вмісту клейковини свідчить, що у зерні вищевказаного зразка міститься 24,8% клейковини, що більше, ніж у інших проаналізованих зразків. Урожайність зерна зразка 116/13 становить 5,1 т/га, що знаходиться на рівні стандарту.

Отже, використання безостих форм пшениці спельти для схрещувань з тривидовими тритикале дозволяє отримати безості форми тритикале. Це дозволило розробити «спосіб створення безостих форм тритикале». За даним способом подано заявку на отримання патенту України на корисну модель.

Спосіб включає схрещування тритикале із безостими формами пшениці спельти і відбір безостих форм серед нащадків. Використання розробленого способу забезпечує створення безостих форм тритикале, які можуть бути використані в кормовиробництві. Застосування цього винаходу в загальній селекційній схемі тритикале дозволяє покращити його, як кормову культуру.

4.2.3 Конверсія пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале.

Як уже відмічалось, цілеспрямована селекція на створення повністю або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале може покращити хлібопекарські властивості тритикале та низку його господарсько-цінних ознак.

Для передачі повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення в бажані форми тритикале необхідно проводити беккросні схрещування впродовж п'яти-шести поколінь. У зв'язку з відсутністю кон'югації між хромосомами гексаплоїдних тритикале та форм із повним або частковим хромосомним заміщенням, виникнення бажаних генотипів у беккросних поколіннях маловірогідно. Виділення хромосомно заміщених форм виконують за допомогою відомих способів (див. підрозділ 4.1.), які передбачають цитогенетичний аналіз. Щоб виділити хромосомно заміщені форми, за цими способами, необхідно тестувати всі отримані нащадки. Щорічно проводити цитогенетичний аналіз у великих обсягах досить складно. Тому, відомі способи практично не дозволяють проводити конверсію пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале.

За фенотипом рослини не можна точно ідентифікувати наявність або відсутність в її геномі хромосомних перебудов. Однак, фенотиповий прояв деяких ознак може вказувати на те, що в геномі рослини відбулись певні структурні перебудови. Наприклад, зниження висоти рослин тритикале може бути пов'язане із $2R/2D$ заміщенням хромосом [97,98]. У результаті проведених нами досліджень, встановлено, що відсутність у геномі

тритикале хромосоми *1R* фенотипово проявляється у вкороченні остюків або виникненні безостих форм [60]. Ці фенотипові ознаки можна використовувати, як маркерні на наявність пшенично-житніх хромосомних заміщень. Це виключає необхідність тестування всіх отриманих нащадків, оскільки контроль наявності хромосомного заміщення проводять лише у відібраних за маркерними ознаками форм.

Використання маркерних ознак дозволяє зменшити обсяги робіт з виділення хромосомно заміщених форм тритикале і, таким чином, удосконалити спосіб конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале. У зв'язку з цим, нами було запропоновано здійснювати конверсію пшенично-житніх хромосомних заміщень у задані форми тритикале шляхом беккросних схрещувань форми-донора хромосомного заміщення із формою-реципієнтом. При цьому використовувати ознаку «безостість» як маркерну на наявність пшенично-житніх хромосомних заміщень, за рахунок чого забезпечується зменшення обсягів робіт з виділення хромосомно заміщених форм тритикале. Це дає можливість проводити конверсію пшенично-житніх хромосомних заміщень у задані форми тритикале, які необхідно покращити.

Конверсія (від лат. *conversio*) – у загальному термін означає зміну, заміну, обмін, переклад, переробку [165]. У молекулярній біології термін означає нерцепрокну гомологічну рекомбінацію, засновану на корекції неспарених закінчень у рекомбінаційному гетеродуплексі [33].

Якщо розглядати термін «конверсія» з точки зору селекції, то за визначенням Р.У. Югенхеймера конверсія – це передача необхідного комплексу генів і хромосомних перебудов у задані форми шляхом насичуючих схрещувань [200].

У термін «конверсія» у даному випадку ми вкладаємо поняття передачі в поколіннях повних або часткових пшенично-житніх хромосомних заміщень від форми-донора хромосомного заміщення у форму-реципієнт.

Остистість тритикале обумовлюється наявністю пари хромосом $1R$ жита. Тобто, форми тритикале з повним набором хромосом жита ($AABBRR$) – остисті. За повної або часткової відсутності хромосоми $1R$ ($AABBRR(-1R)$) експресія житніх генів знижується. Це створює сприятливі умови для домінування пшеничних генів безостості.

Початковим етапом конверсійної програми є добір вихідного матеріалу та схрещування форми-донора хромосомного заміщення з формою-реципієнтом. Для гібридизації добирають безості форми тритикале, які мають повне або часткове пшенично-житнє хромосомне заміщення (форма-донор) та гексаплоїдні тритикале, які за комплексом господарсько-цінних ознак максимально відповідають меті селекційної програми (форма-реципієнт). Проводять схрещування форми-реципієнта (гексаплоїдні тритикале з комплексом необхідних господарсько-цінних ознак) з формою-донором (безості гексаплоїдні тритикале, які мають повне або часткове пшенично-житнє хромосомне заміщення). Для цього у фазу цвітіння виконують кастрацію (видалення пиляків на квітках материнських рослин) і запилення кастрованих рослин пилком батьківської форми.

У результаті таких схрещувань отримують напівостисті гібриди першого покоління. Такі гібриди є стерильними. Імовірно вони мають геномну формулу $AABBRR(-1R)$. У них ціла хромосома $1R$ або її частина заміщена гомеологічною хромосомою іншого геному.

Гібриди F_1 не відповідають меті селекційної програми, оскільки схрещування проводять для конверсії хромосомного заміщення у форму-реципієнт. Для підвищення рівня фертильності зменшення частки генетичного матеріалу форми-донора проводять беккросування гібридів першого покоління з батьківською формою, якій необхідно передати повне або часткове пшенично-житнє хромосомне заміщення (форма-реципієнт). У результаті кожного беккросного схрещування відсоток генетичного матеріалу форми-донора хромосомного заміщення зменшується наполовину (рис. 4.6).

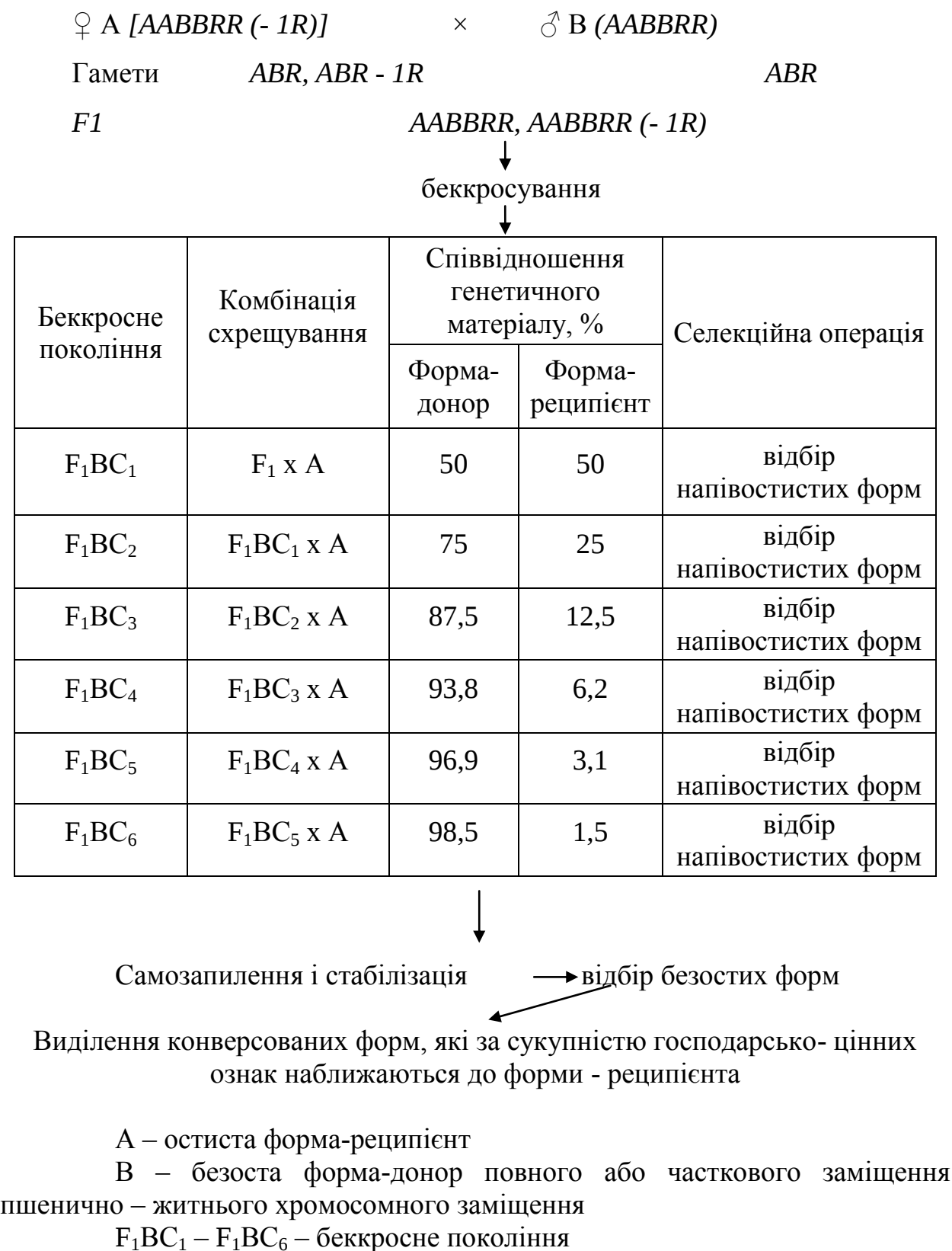


Рис. 4.6 Схема конверсії повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення у форми тритикале

У процесі виконання конверсійної програми нащадки постійно аналізують за основними господарсько-цінними ознаками та фенотиповою ознакою «остистість-безостість», як маркерною ознакою на наявність пшенично-житнього хромосомного заміщення. Відбирають форми напівостисті або безості високопродуктивні форми.

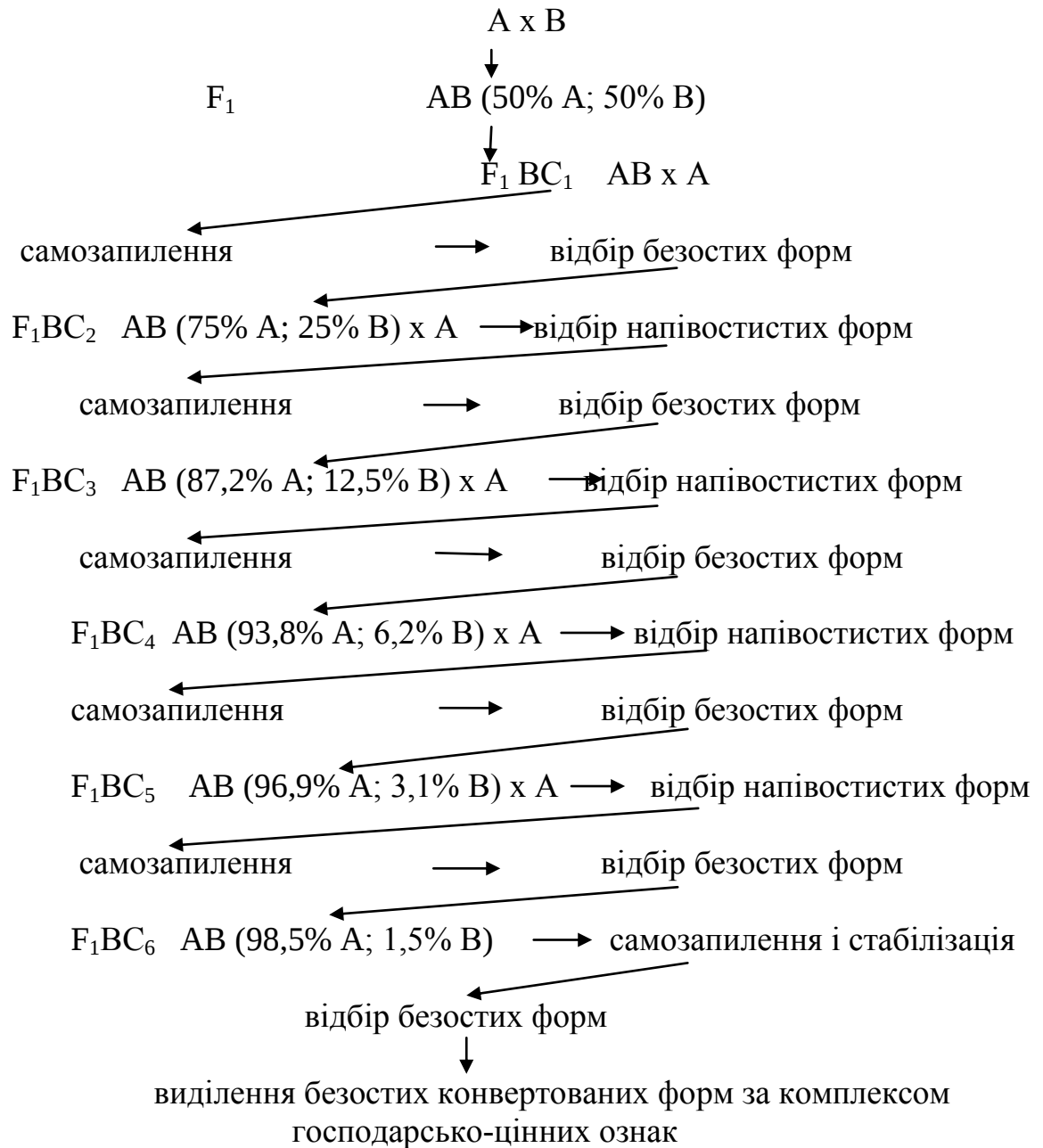
Таким чином в кінці конверсійної програми отримуємо коізогенну форму-реципієнта, тобто конвертовану форму-реципієнта, яка генетично аналогічна вихідній формі, але має повне або часткове пшенично-житнє хромосомне заміщення. Після завершення циклу беккросних схрещувань необхідно провести стабілізацію отриманих форм. Для цього їх самозапильють протягом кількох поколінь. Це дозволяє заміщені хромосоми із гетерозиготного стану перевести в гомозиготний. У процесі мейозу у конвертованих форм хромосоми геномів тритикале *A* та *B* кон'югують між собою. Шість незаміщених хромосом генома тритикале *R* – між собою. А пара заміщених хромосом кон'югує між собою. Таким чином зникають передумови для виникнення стерильних нащадків. А фертильність та озерненість колоса у конвертованих форм знаходиться на рівні вихідної форми-реципієнта.

Безості форми з фертильним, добре озерненим колосом, які за сукупністю фенотипових ознак наближаються до вихідної форми-реципієнта відбирають як такі, в яких є пшенично-житнє хромосомне заміщення.

Контроль наявності пшенично-житнього хромосомного заміщення перевіряють за допомогою відомих способів (спосіб відбору *R/D* заміщених форм тритикале, *C*-бендінг, *FISH*, електрофорез запасних білків, тощо) [11, 24, 125, 157, 210, 227].

Використання цієї схеми дозволяє проводити конверсію повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення в задані форми тритикале. Однак, при відборі напівостистих форм зменшується вірогідність передачі хромосомного заміщення нащадкам. Для того, щоб переконатися у правильності відбору нащадків, в яких є хромосомне заміщення проводять

проміжний контроль наявності хромосомного заміщення. Це досягається самозапиленням. Відібрані після самозапилення безості форми повторно схрещують з формою–реципієнтом (рис. 4.7).



A – остиста форма-реципієнт

B – безоста форма-донор повного або часткового заміщення пшенично-житнього хромосомного заміщення

F₁BC₁ – F₁BC₆ – беккросне покоління

Рис. 4.7. Загальна схема конверсії повних або часткових пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале з контролем наявності хромосомних заміщень

Щоб передати хромосомне заміщення у задані форми тритикале за даною схемою необхідно провести схрещування форми у яку конвертують хромосомне заміщення (форми-реципієнта) з формою-донором даного хромосомного заміщення.

У результаті схрещувань в першому поколінні отримують напівостисті гібриди із співвідношенням генетичного матеріалу форми-реципієнта та форми-донора 1:1.

Гібриди F_1 є стерильними. Їх повторно схрещують з формою-реципієнтом. Це дозволяє отримати частково фертильні нащадки. Після першого покоління беккросних схрещувань спостерігається розщеплення на остисті та напівостисті форми. Остисті форми вибраковують. Напівостисті форми відбирають для подальшої селекційної роботи. Їх самозапилюють і отримують остисті та безості форми. Остисті форми вибраковують. Безості нащадки відбирають для наступних схрещувань. Отже, самозапилення дозволяє провести проміжний контроль наявності хромосомного заміщення і переконатись у правильності ходу виконання конверсійної програми.

Далі проводять беккросні схрещування відібраних після самозапилення безостих форм з формою-реципієнтом. Це дозволяє зменшити частку генетичного матеріалу форми-донора хромосомного заміщення у нащадків. Беккросування проводять лише з безостими та напівостистими нащадками. Остисті форми, які виникають у процесі схрещувань – бракують. Цикл беккросних схрещувань закінчується в п'ятому–шостому поколіннях.

В процесі беккросування проводять самозапилення. Це дозволяє виконувати проміжний контроль наявності пшенично-житніх хромосомних заміщень. Якщо в результаті самозапилення у нащадків проявляється ознака «остистість», то такі нащадки бракують. Напівостисті форми вважаються такими, в яких відбулася передача хромосомних заміщень. Їх відбирають для подальших беккросів і самозапилень.

У кінці конверсії отримуємо конвертовані форми-реципієнта, які мають повні або часткові пшенично-житні хромосомні заміщення.

Наступним етапом селекційної роботи з відібраними формами є їх стабілізація. З цією метою їх самозапилюють упродовж кількох поколінь. Форми з фертильним пилком і добре озерненим колоссям вважаються стабільними. Після закінчення циклу беккросних схрещувань та самозапилень отримуємо конвертовані форми тритикале, які мають повне або часткове пшенично-житнє хромосомне заміщення.

Для прискорення процесу конверсії проміжний контроль наявності хромосомного заміщення можна проводити після кількох (двох–трьох) поколінь схрещувань.

Конверсія повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення у форми тритикале є ефективним шляхом для селекційного покращення існуючих форм культури тритикале різного напрямку використання. У зв'язку з цим було поставлено завдання показати принципову можливість конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у задані форми тритикале з використанням ознаки «безостість» як маркерної на наявність хромосомного заміщення.

У результаті схрещувань тривидових тритикале та спельти створено зразок 116/13, який має часткове *1RS.1AS* заміщення хромосом. Генотипна формула даного зразка *AABBRR (-1R)*.

Сорт тритикале озимого Тактик (Аватар) має повний набір хромосом жита (*AABBRR*) і характеризується комплексом господарсько-цінних показників. Очікується, що наявність хромосомного заміщення дозволить покращити його хлібопекарські властивості. З метою передачі сорту Тактик (Аватар) часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення провели його схрещування з формою-донором цього заміщення (зразок 116/13). Зразок 116/13 виступав батьківською формою, сорт Тактик (Аватар) – материнською (рис. 4.8 зліва та справа відповідно).



Зліва – форма-реципієнт сорт Тактик (Аватар); справа – форма-донор хромосомного заміщення зразок 116/13; посередині – гібрид F_1 Тактик (Аватар) $\times$ 116/13.

Рис. 4.8. Остистість колоса гібридів Тактик (Аватар) $\times$ 116/13 та вихідних форм тритикале

У результаті схрещування в першому поколінні було отримано стерильні, напівостисті гібриди (рис. 4.8 посередині) із співвідношенням генетичного матеріалу вихідних форм 1:1. Гібриди F_1 повторно схрещували із формою–реципієнтом, сортом Тактик (Аватар). У результаті чого отримали остисті та напівостисті нащадки. Остисті нащадки вибраковували. Напівостисті форми відбирали для подальшої селекційної роботи.

Наступним етапом конверсійної програми було схрещування відібраних напівостистих форм з сортом Тактик (Аватар). Це дозволило зменшити частку генетичного матеріалу форми-донора у нащадків. Схрещування проводили лише з напівостистими формами, після чого в нащадках утворювалися остисті та напівостисті форми. Відбирали лише напівостисті форми, як такі, в яких є хромосомне заміщення.

Цикл беккросування закінчується в п'ятому–шостому поколіннях. Завершальним етапом конверсії була стабілізація отриманих форм. З цією метою їх самозапилювали протягом кількох поколінь.

Для проміжного контролю наявності хромосомного заміщення після другого покоління беккросів було проведено самозапилення. У результаті

чого утворювалися остисті та безості форми. Остисті форми вибраковували. Безості та напівостисті високопродуктивні форми відбирали, як такі, в яких відбулася конверсія часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення.

Таким чином було відібрано безості селекційні номери 21, 22 та 23, які за фенотипом наближалися до сорту Тактик (Аватар). Контроль наявності хромосомного заміщення проводили за допомогою «способу відбору *R/D* заміщених форм тритикале» (див. підрозділ 4.1.1) [125]. Схрещування зразків 21, 22 та 23 із сортом Тактик (Аватар) давало стерильне потомство, що доводить наявність часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення у цих зразків.

Таким чином, нами показано принципову можливість проведення конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у задані форми тритикале з використанням маркерних ознак, зокрема ознаки «безостість», як маркерної на наявність повного або часткового заміщення за хромосомою *1R*. Це дозволило розробити «спосіб конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале». Суть способу полягає в тому, що проводять схрещування тритикале з донором повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення, беккросування і наступний відбір конвертованих форм у беккросних поколіннях, і, для спрощення конверсії, відбір форм з повним або частковим пшенично-житнім хромосомним заміщенням проводять за ознакою «безостість».

За рахунок використання ознаки «безостість», як маркерної на наявність пшенично-житніх хромосомних заміщень забезпечується зменшення обсягів робіт з виділення повністю або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале. І тільки це дає можливість проводити конверсію повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення у бажані форми тритикале.

4.3 Загальна технологія створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених чотиривидових форм тритикале.

Як раніше відмічалось, створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм дозволить покращити культуру тритикале за низкою ознак. Однак, цілеспрямована селекція на створення хромосомно заміщених форм тритикале нині не ведеться. Однією з причин малопоширеності цього напрямку селекції є випадковість та низька вірогідність отримання форм із хромосомним заміщенням, а також складність методів відбору та ідентифікації форм із хромосомним заміщенням. Теоретичне обґрунтування та практична розробка способів отримання та виділення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале, які б дозволяли спростити процес відбору, є важливим завданням сучасної селекції.

Нами була проведена робота зі створення чотиривидових форм тритикале. Для цього схрещували тривидові тритикале із пшеницею спельта. У результаті таких схрещувань, крім повнокомплектних форм чотиривидових форм тритикале, були отримані пшенично-житні хромосомно заміщені форми. Вивчення хромосомно заміщених форм дозволило виявити механізм їх виникнення та встановити зв'язок між їх морфобіологічними та фенотиповими особливостями і геномним складом. Це дало можливість розробити технологію створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале.

Розроблена технологія включає три етапи:

- 1) створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм;
- 2) виділення форм із хромосомним заміщенням;
- 3) покращення хромосомно заміщених форм;

На першому етапі проводять схрещування, які заплановані селекційною програмою. Для створення хромосомно заміщених форм в наших дослідженнях проводили схрещування тривидових тритикале з пшеницею спельта. Отримані гібриди F_1 характеризувалися високими

показниками стерильності. У зв'язку з цим їх повторно схрещували з тривидовими тритикале. Цитогенетична віддаленість геномів вихідних форм призводить до відсутності гомологічної кон'югації між ними. В результаті чого можуть відбуватися різні хромосомні перебудови, такі як делеції, транслокації або заміщення хромосом. Теоретично за схрещування тривидових тритикале та спельти хромосомні перебудови повинні відбуватися в геномі D^{sp} , оскільки він не має гомологічної пари. Тому, в першу чергу, аномальний перебіг мейозу і його наслідки можна очікувати в хромосомах цього геному. Але, результати проведених досліджень свідчать, що за схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти можуть виникати хромосомні заміщення інших типів, а саме, A/R заміщення хромосом. У отриманих нащадків заміщені хромосоми знаходяться в гетерозиготному стані. Це ускладнює гомологічну кон'югацію хромосом. Тому такі нащадки є стерильними. Для того, щоб заміщені хромосоми перейшли з гетерозиготного в гомозиготний стан, необхідно провести стабілізацію. Це досягається самозапиленням впродовж кількох поколінь.

Другий етап – виділення форм із хромосомним заміщенням. Для цього використовують такі методи як гель-електрофорез запасних білків, генетичне маркування, *FISH*, *GISH*, тощо. Ефективність цих методів показана багатьма вченими [70, 98, 101, 157, 227]. Однак, їх трудомісткість і необхідність проводити тестування всіх отриманих нащадків значно знижують можливість їх використання. Розроблена нами технологія створення, виділення та селекції пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале виключає необхідність використання вищевказаних методів. Згідно з нею цитогенетичні методи та генетичне маркування виступають, не як основні методи відбору хромосомно заміщених форм, а як допоміжні методи для точної ідентифікації хромосомного заміщення. Для виділення форм із хромосомним заміщенням ми пропонуємо використовувати:

- Морфологічні ознаки пшениці спельти, такі як безостість, довгий рихлий колос, спельтоїдна форма колоскової луски, тощо. Прояв у нащадків

таких ознак вказує на можливу наявність хромосомних заміщень («Спосіб створення та відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале», патент України на корисну модель №101705, див. підрозділ 4.1.2).

- Морфологічні ознаки жита, такі як остистість, високе стебло, нормальний колос, зімкнутий кущ, опушення під колосом, тощо. Відсутність цих ознак у нащадків може вказувати на відсутність в їх геномі тієї чи іншої хромосоми жита («Спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале», патент України на корисну модель №101706, див. підрозділ 4.1.3).

- Ознаку «стерильність–фертильність». Якщо при схрещуванні форм тритикале з відомою геномною формулою, з тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення у першому поколінні отримуємо стерильні гібриди, то в однієї з батьківських форм є хромосомне заміщення («Спосіб відбору R/D заміщених форм тритикале», патент України на корисну модель №59585, див. підрозділ 4.1.1).

Використання морфологічних ознак пшениці спельти та жита, ознаки «стерильність–фертильність» забезпечують спрощення процесу відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале, оскільки контроль наявності хромосомного заміщення проводять лише у нащадків, які характеризуються стерильністю, наявністю морфологічних ознак спельти або відсутністю морфологічних ознак жита. При цьому цитогенетичні та інші методи відбору (гель-електрофорез, *FISH*, *GISH*, тощо) є допоміжними і виступають як такі, що дозволяють ідентифікувати заміщену хромосому.

Третій етап – покращення хромосомно заміщених форм – полягає у цілеспрямованому створенні форм тритикале із хромосомним заміщенням або конверсії хромосомного заміщення в задані форми тритикале. Це стає можливим завдяки використанню ознаки «безостість», як генетичного маркера на наявність пшенично-житніх хромосомних заміщень (див. підрозділ 4.2.1 та 4.2.3). Використання цієї ознаки дозволяє спростити процес

роботи, оскільки прояв безостості в нащадків вказує на наявність у них хромосомних заміщень. Це дає можливість проводити цілеспрямовану селекцію на створення хромосомно заміщених форм тритикале.

Загальна технологічна схема створення, відбору та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале зображена на рис. 4.9.



Рис. 4.9. Загальна технологічна схема створення, відбору та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених чотиривидових форм тритикале

Проведені дослідження дозволили зробити наступні висновки:

1. Розроблено загальну технологію створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених чотиривидових форм тритикале, яка передбачає використання пшениці спельти.

2. Показано, що схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти дозволяють отримувати пшенично-житні хромосомні заміщені форми тритикале.

3. Встановлено стерильність гібридів першого покоління від схрещування тритикале з відомою геномною формулою, з тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення. Доведена можливість відбору хромосомно заміщених форм за ознакою «стерильність-фертильність». На цій основі розроблено «Спосіб відбору R/D заміщених форм тритикале» (патент України на корисну модель №59585).

4. Доведено, що за наявності фенотипового прояву ознак спельти у нащадків від схрещування тритикале та спельти можна відбирати пшенично-житні хромосомно заміщені форми тритикале. При цьому контроль наявності хромосомного заміщення проводити лише у нащадків, які характеризуються проявом ознак спельти. За результатами схрещувань тритикале та пшениці спельти і відбору хромосомно заміщених форм за ознаками спельти у нащадків було розроблено «спосіб створення та відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале» (патент України на корисну модель №101705).

5. Встановлено, що за відсутністю морфологічних ознак жита можна відбирати пшенично-житні хромосомно заміщені форми тритикале. В результаті дослідження прояву морфологічних ознак жита в нащадків від схрещування тритикале та спельти розроблено «Спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале» (патент України на корисну модель №101706).

6. Показано, що ознаку «безостість» можна використовувати, як генетичний маркер на наявність повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення. З використанням ознаки «безостість» було розроблено «Спосіб відбору повністю або частково заміщених за хромосомою *1R* форм тритикале».

7. Доведено, що схрещування тритикале із безостими формами пшениці спельти дозволяють отримувати безості форми тритикале. На основі цього розроблений «Спосіб створення безостих форм тритикале».

8. Показано принципову можливість проведення конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у задані форми тритикале з використанням ознаки «безостість», як генетичного маркера на наявність хромосомного заміщення. Це дозволило розробити «Спосіб конверсії повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення у форми тритикале».

Результати досліджень, які подано в цьому розділі, висвітлено в працях [60, 64, 125].

РОЗДІЛ 5.

ВИВЧЕННЯ ЧОТИРИВИДОВИХ ТРИТИКАЛЕ

У результаті схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти і стабілізації отриманих нащадків, було створено понад 500 зразків чотиривидових тритикале. Їх аналізували за комплексом господарсько-цінних показників, і відібрали 44 кращих зразки. У 2012–2013 році проводили більш детальний аналіз цих зразків за показниками врожайності, вмістом клейковини, висотою рослин та іншими ознаками. Досліджувані зразки за висотою рослин були згруповані на середньостеблові, низькостеблові, короткостеблові та карлики. З кожної групи рослин було відібрано по чотири кращих, які впродовж 2013–2014 та 2014–2015 рр. вивчали за основними господарсько-цінними ознаками та порівнювали зі стандартами з використанням методу латинського квадрату (див. розділ 2).

5.1. Урожайність зерна та господарсько-цінні показники середньостеблових форм

Згідно з класифікацією Г.В. Щипака [197] середньостебловими вважаються зразки із висотою рослин 100–120 см. Серед досліджуваних у 2012–2013 р. такими були 10 зразків. Стандартом для цієї групи рослин виступав сорт чотиривидового тритикале Тактик (Аватар), який був виділений за наявністю комплексу господарсько-цінних ознак, зокрема підвищеного вмісту клейковини, та переданий на експертизу до Державного сортовипробування.

Урожайність зерна сорту чотиривидового тритикале Тактик (Аватар) у 2012–2013 році становила 4,9 т/га. (табл. 5.1). Урожайність досліджуваних середньостеблових зразків була у межах від 4,4 до 5,7 т/га. Найвищою урожайність була у зразка 465–5,7 т/га, що істотно перевищує стандарт. Також істотно вищою, ніж у стандарту врожайністю характеризувалися зразки 454, 477, 478 та 461. Найменшу врожайність – 4,4 т/га показали зразки

458 та 459. Ці зразки істотно поступалися стандарту за досліджуваним показником.

Таблиця 5.1

Показники врожайності та окремих господарсько-цінних ознак середньостеблових форм чотиривидових тритикале, 2012–2013 р.

Зразок	Урожай ність, т/га	± до станда рту	Висота рослин, см	± до станда рту	Вилягання		Вміст клейко вини,%	± до станда рту
					%	Бал стійкості		
Середньостеблові (100–120 см)								
Тактик (Аватар) (St)	4,9	–	102	–	9,1	7	21,2	–
465	5,7	+0,8	108	+6	20,2	5	17,2	-4,0
454	5,6	+0,7	123	+22	5,7	7	16,8	-4,4
477	5,5	+0,6	109	+7	86,5	1	18,0	-3,2
478	5,5	+0,6	113	+5	74,5	3	17,0	-4,2
461	5,4	+0,5	101	-1	12,7	5	19,2	-2,0
455	5,0	+0,1	102	+0	15,8	5	24,8	+3,6
456	4,9	0,0	105	+3	18,7	5	19,6	-1,6
475	4,7	-0,2	110	+8	19,8	5	18,8	-2,4
458	4,4	-0,5	136	+34	78,2	3	20,8	-0,4
459	4,4	-0,5	118	+16	63,1	3	17,2	-4,0
НІР _{0,5}	0,3		5,5	–	–	–	0,9	

Між урожайністю інших досліджуваних зразків та стандартом істотної різниці не спостерігалось.

Висота рослин сорту Тактик (Аватар) становила 102 см. Для сорту характерним було незначне (менше 10 %) вилягання, що відповідає 7 балам стійкості. Висота рослин досліджуваних зразків становила 100–136 см. Шість із десяти зразків цієї групи рослин істотно перевищували стандарт за цим показником. Висота рослин чотирьох зразків знаходилась на рівні стандарту.

Щодо стійкості до вилягання слід відмітити, що тільки зразок 454 характеризувався незначним виляганням та мав 7 балів стійкості. Інші досліджувані зразки мали помірне, вище середнього та сильне вилягання, що відповідає 5, 3 та 1 балу стійкості.

Вміст клейковини у зерні сорту Тактик (Аватар) становив 21,2 %. У зерні середньостбелових форм чотириивдових тритикале її містилося від 16,8 % до 24,8 %. Найвищим вміст клейковини був у зразка 455 – 24,8 %, що істотно перевищує стандарт. Інші досліджувані зразки за вмістом клейковини істотно поступалися стандарту.

Після вивчення відібраних зразків впродовж 2012–2013 року у кожній групі рослин було виділено по чотири кращих зразки, які у 2013–2014 та 2014–2015 рр. висівали на дослідних ділянках та порівнювали за врожайністю, основними фенотиповими показниками та ураженням хворобами зі стандартами з використанням методу латинського квадрата (див. розділ 2).

В середньому за два роки врожайність сорту Тактик (Аватар) складала 4,5 т/га (табл. 5.2.).

Таблиця 5.2

Показники врожайності зерна середньостбелових форм чотиривидових тритикале, 2013–2015 рр.

Зразок	Урожайність, т/га		Середнє значення, $\bar{x}$	$\pm$ до стандарту
	2013–2014	2014–2015		
Тактик (Аватар) (St)	4,0	4,9	4,5	–
465	4,8	5,3	5,1	+0,6
478	4,0	4,5	4,3	-0,2
455	3,3	4,2	3,8	-0,7
475	3,3	4,4	3,9	-0,6
НІР _{0,5}	0,2	0,2	0,2	–

Середня врожайність досліджуваних зразків була в межах 3,8–5,1 т/га. Найвищі показники врожайності впродовж двох років досліджень були у зразка 465 – 4,8 т/га у 2013–2014 році та 5,3 т/га у 2014–2015 році, що істотно перевищує стандарт. Інші досліджувані зразки цієї групи рослин впродовж двох років досліджень істотно поступалися стандарту за врожайністю.

Розглядаючи врожайність середньостеблових зразків окремо за роками слід відмітити, що у 2014–2015 році вона була вищою, ніж у 2013–2014 р. У 2013–2014 р. у період колосіння-цвітіння випала надмірна кількість опадів у результаті чого у досліджуваних зразків цієї групи рослин спостерігалось сильне вилягання. Це призвело до зниження врожайності. Так, урожайність сорту Тактик (Аватар) у 2013–2014 р. становила 4,0 т/га, а в 2014–2015 р. – 4,9 т/га. У середньостеблових зразків у 2013–2014 р. урожайність була 3,3–4,8 т/га, а в 2014–2015 р. – 4,2–5,3 т/га.

Висота рослин сорту Тактик (Аватар) в середньому за 2013–2015 рр. становила 105 см. (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Висота рослин та стійкість до вилягання середньостеблових форм
чотиривидових тритикале, 2013–2015 рр.

Зразок	Висота рослин, см		Середнє значення, $\bar{x}$	$\pm$ до стандар ту	Вилягання			
	2013– 2014	2014– 2015			2013–2014		2014–2015	
					%	Бал стійкості	%	Бал стійкості
Тактик (Аватар) (St)	108	102	105	–	78,0	3	72,0	3
478	130	123	127	+22	82,6	1	75,1	1
475	130	120	125	+20	88,4	1	78,2	1
455	124	118	121	+16	87,7	1	74,6	3
465	95	95	95	-10	7,2	7	5,6	7
НІР _{0,5}	5,6	5,4	5,6	–	–	–	–	–

У нього спостерігалось вилягання вище середнього, що відповідає 3 балам стійкості.

У всіх середньостеблових зразків у 2014–2015 р. спостерігалось зниження висоти рослин порівняно з 2013–2014 р., що пояснюється метеорологічними умовами вирощування. Рослини сорту Тактик (Аватар) у 2013–2014 р. були заввишки 108 см, а у 2014–2015 р – 102 см. У зразків 475 та 478 висота рослин у 2014–2015 р. зменшилась із 130 см до 120–123 см. в порівнянні з попереднім роком. Однакову висоту рослин (95 см) впродовж двох років мав зразок 465.

Зниження висоти рослин не впливало на стійкість до вилягання. У сорту Тактик (Аватар) впродовж двох років спостерігалось вилягання вище середнього, що відповідає 3 балам стійкості. Зразок 465 мав помірне (до 10 %) вилягання (7 балів стійкості). Зразки 475 та 478 мали сильне вилягання (1 бал стійкості). У зразка 455 було відмічено підвищення стійкості до вилягання. Так, у 2013–2014 р. цей зразок мав сильне вилягання (1 бал), а в 2014–2015 р. – вище середнього (3 бали).

В середньому за два роки у середньостеблових зразків висота рослин становила 97–127 см. За цим показником всі зразки істотно перевищували стандарт, крім зразка 465, який істотно поступався йому впродовж двох років. Цей зразок показав найвищу стійкість до вилягання. Він мав незначне (до 10 %) вилягання. У інших зразків було відмічено вилягання вище середнього та сильне вилягання, що відповідає 3 та 1 балу.

Вміст клейковини у зерні сорту Тактик (Аватар) в середньому за два роки становив 20,2 % (табл. 5.4). За сукупністю якісних показників (ІДК 67, світло-сірий колір, еластична) клейковину сорту Тактик (Аватар) слід віднести до першої групи. У зерні досліджуваних зразків клейковини було від 16,5 до 23,9 %. Найвищим вміст клейковини був зразка 455. Клейковина цього зразка світло-сірого кольору, має ІДК 73, характеризується доброю розтяжністю (23 см) і відноситься до I групи якості.

Таблиця 5.4

Вміст та якість клейковини у зерні середньостеблових форм
чотиривидових тритикале, 2013–2015 рр.

Зразок	Вміст клейковини, %				Якість клейковини			
	2013– 2014	2014– 2015	Середнє значення, $\bar{x}$	$\pm$ до стандарту	ІДК	Колір	Розтяж- ність, см	Група якості
Тактик (Аватар) (St)	19,8	20,5	20,2	–	67	Світло-сірий	21	I
455	23,4	24,4	23,9	+3,7	73	Світло-сірий	23	I
475	21,2	20,8	21,0	+0,8	75	Світло-сірий	26	I
478	16,8	17,5	17,2	-3,0	58	Темно-сірий	14	II
465	16,1	16,8	16,5	-3,7	60	Темно-сірий	18	II
НІР _{0,5}	0,8	0,9	0,9	–	67	Світло-сірий	21	I

Слід відмітити, що даний зразок за весь період досліджень характеризувався найвищими показниками вмісту клейковини в зерні та істотно перевищував стандарт.

Також, до I групи якості (світло-сірий колір, ІДК 75) відноситься клейковина зразка 475. Вміст клейковини у зерні цього зразка в середньому за два роки становив 21,0 %. Зразки 478 та 465 за вмістом клейковини істотно поступалися стандарту впродовж двох років досліджень. За сукупністю якісних показників їх клейковину слід віднести до II групи.

У результаті проведених досліджень виділений зразок 465, який істотно перевищував стандарт за врожайністю зерна та зразок 455, який мав найвищі показники вмісту клейковини I групи якості.

5.2 Урожайність зерна та господарсько-цінні показники низькостеблових форм.

Низькостебловими вважаються форми тритикале з висотою рослин від 80 до 100 см [197]. Після вивчення за основними господарськими показниками було відібрано 14 кращих зразків, які склали низькостеблову групу рослин. Стандартом для цієї групи рослин у 2012–2013 році був сорт чотиривидового тритикале Тактик (Аватар).

Урожайність зерна сорту Тактик (Аватар) становила 4,9 т/га (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Показники врожайності та окремих господарсько-цінних ознак
низькостеблових форм чотиривидових тритикале, 2012–2013 р.

Зразок	Урожа йність, т/га	± до станда рту	Висота рослин, см	± до станда рту	Вилягання		Вміст клейко вини,%	± до станда рту
					%	Бал стійкості		
Низькостеблові (80–100 см)								
Тактик (Аватар) (St)	4,9	–	102	–	9,1	7	21,2	–
480	6,7	+1,8	87	-15	3,5	7	16,2	-5,0
481	5,9	+1,0	81	-21	0,9	9	18,4	-2,8
488	5,7	+0,8	81	-21	4,1	7	17,6	-3,6
483	5,5	+0,6	86	-16	0	9	18,0	-3,2
484	5,5	+0,6	84	-18	0	9	20,4	-0,8
486	5,5	+0,6	92	-10	0	9	18,8	-2,4
487	5,5	+0,6	86	-16	0	9	18,0	-3,2
460	5,4	+0,5	91	-11	18,1	5	16,4	-4,8
451	5,3	+0,4	87	-15	0	9	21,2	0,0
485	5,3	+0,4	90	-12	0	9	19,6	-1,6
466	5,2	+0,3	97	-5	8,7	7	21,6	+0,4
467	4,9	+0,0	88	-14	5,4	7	20,4	-0,8
446	4,8	-0,1	97	-5	0	9	18,8	-2,4
482	4,7	-0,2	91	-11	0	9	20,4	-0,8
НІР _{0,5}	0,2	–	4,0	–	–	–	0,8	–

У низькостеблових форм чотиривидових тритикале врожайність коливалася від 4,7 до 6,7 т/га. Найвища врожайність – 6,7 т/га спостерігалася у зразка 480. Одинадцять низькостеблових зразків за врожайністю істотно перевищували стандарт. Між врожайність зразків 467, 446 та 482 істотної різниці не було.

Висота рослин низькостеблових форм чотиривидових тритикале становила 81–97 см. Усі досліджувані зразки за висотою рослин істотно поступалися стандарту. Щодо вилягання слід відмітити, що у низькостеблових зразків спостерігалася від помірного вилягання до його повної відсутності. Дев'ять зразків характеризувалися повною відсутністю вилягання і мали 9 балів стійкості. У чотирьох зразків було відмічено незначне (менше 5 %) вилягання, що відповідає 7 балам стійкості. Один зразок мав помірне вилягання і 5 балів стійкості.

У зерні сорту Тактик (Аватар) містилося 21,2 % клейковини, у досліджуваних зразків від 16,2 до 21,6 %. Кращими серед низькостеблових форм за вмістом клейковини були зразки 466 та 451, які мали відповідно 21,6 % та 21,2 % клейковини, що не поступається стандарту.

У результаті вивчення низькостеблових форм чотиривидових тритикале було відібрано 4 кращих зразки за показниками врожайності зерна та вмісту клейковини, які впродовж 2013–2015 рр. порівнювали зі стандартом з використанням методу латинського квадрату (див. підрозділ 2.3). Стандартом для цієї групи рослин у 2013–2015 рр. виступав сорт чотиривидового тритикале Алкід, оскільки за висотою рослин він є низькостебловим.

Середня урожайність зерна сорту Алкід в досліді з випробування низькостеблових форм становила 7,6 т/га (табл. 5.6). У досліджуваних низькостеблових зразків вона становила від 6,5 до 8,0 т/га. Кращим за врожайністю був зразок 484, який упродовж двох років досліджень мав найвищі показники продуктивності та істотно перевищував стандарт за

врожайністю у 2014–2015 році.

Таблиця 5.6

Показники врожайності зерна низькостеблових форм чотиривидових тритикале, 2013–2015 рр.

Зразок	Урожайність, т/га		Середнє значення	± до стандарту
	2013–2014	2014–2015		
Алгід (St)	7,3	7,9	7,6	–
484	7,4	8,4	7,9	+0,3
488	6,4	8,0	7,2	-0,4
466	7,3	5,8	6,6	-1,0
451	6,2	6,8	6,5	-0,9
НІР _{0,5}	0,2	0,3	0,3	–

У 2014–2015 р. всі низькостеблові зразки сформували більший врожай, ніж у 2013–2014 р., окрім зразка 466, урожайність якого у 2014–2015 р. знизилася до 5,8 т/га порівняно з попереднім роком – 7,3 т/га. Варто зазначити, що були зразки, які у окремі роки формували врожайність на рівні стандарту. Так, у 2013–2014 р. зразок 466 показав врожайність 7,3 т/га, а зразок 488 у 2014–2015 р. – 8,0 т/га. Але, в середньому за два роки досліджень низькостебловий зразок 466, а також зразки 488 та 451 мали істотно нижчу, ніж стандарт, врожайність.

Висота рослин сорту Алгід в середньому за два роки становила 95 см (табл. 5.7). Досліджувані низькостеблові зразки мали рослини висотою 87–98 см. Найвищим виявився зразок 466, у якого висота рослин становила 99 см, а також зразок 451 з висотою рослин 96 см. Зразки 484 та 488 мали висоту рослин 87 см.

Впродовж двох років досліджень зразок 466 істотно перевищував стандарт за висотою рослин, зразки 484 та 488 істотно поступалися йому, а зразок 451 мав висоту на рівні стандарту.

Таблиця 5.7

Висота рослин та стійкість до вилягання низькостеблових форм
чотиривидових тритикале, 2013–2015 рр.

Зразок	Висота рослин, см		Середнє значення, $\bar{x}$	$\pm$ до станда рту	Виягання			
	2013– 2014	2014– 2015			2013–2014		2014–2015	
					%	Бал стійкості	%	Бал стійкості
Алгід (St)	94	92	93	–	1,1	9	1,0	9
466	100	97	99	+3	6,1	7	5,1	7
451	98	94	96	+1	2,3	9	2,2	9
484	88	85	87	-7	1,8	9	1,2	9
488	89	84	87	-7	2,8	9	2,1	9
НІР _{0,5}	4,5	4,4	4,5	–	–	–	–	–

У низькостеблових зразків чотиривидових тритикале спостерігалось вилягання на рівні 1,0–5,1 %. У зразків 451, 484 та 488 було відмічено вилягання менше 5 %, що відповідає 9 балам стійкості. Зразок 466 впродовж двох років досліджень мав незначне вилягання (6,1 % у 2013–2014 р. та 5,1 % у 2014–2015 р.), що відповідає 7 балам стійкості.

Розглядаючи показники висоти рослин низькостеблових форм чотиривидових тритикале варто відзначити її зниження у 2014–2015 р. порівняно з попереднім роком, що може бути пов'язано з меншою кількістю опадів у фази викидання колосу-цвітіння. Так у 2013–2014 р. висота низькостеблових форм становила 89–100 см, а в 2014–2015 р. 84–96 см. При зниженні висоти рослин спостерігалось зниження відсотку вилягання, однак це ніяк не позначалося на стійкості проти вилягання. Бал стійкості проти вилягання низькостеблових зразків у 2013–2014 та 2014–2015 рр. був ідентичним.

Вміст клейковини в зерні сорту Алкід в середньому за два роки досліджень становив 16,3 % (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Вміст та якість клейковини у зерні низькостеблових форм
чотиривидових тритикале, 2012–2015 рр.

Зразок	Вміст клейковини, %				Якість клейковини			
	2013– 2014	2014– 2015	Середнє значення, $\bar{x}$	$\pm$ до стандарту	ІДК	Колір	Розтяж- ність	Група якості
Алкід (St)	16,4	16,4	16,4	–	48	Темно-сірий	15	II
451	19,5	19,2	19,4	+3,1	70	Сірий	14	II
466	19,4	19,5	19,5	+3,2	69	Сірий	17	II
484	19,6	19,7	19,7	+3,4	63	Темно-сірий	15	II
488	17,7	17,8	17,7	+1,4	72	Сірий	15	II
НІР _{0,5}	0,8	0,7	0,8	–	–	–	–	–

У зерні низькостеблових зразків її містилося від 17,7 до 19,7 %. Найвищим вміст клейковини був у зразка 484 – 19,7 %, що істотно перевищує стандарт. Також, високим вміст клейковини був у зразків 451 та 466 – 19,5 та 19,4 % відповідно. Розглядаючи вміст клейковини кожного зразка окремо по роках варто відзначити, що протягом двох років досліджень всі низькостеблові зразки істотно перевищували стандарт за цим показником.

Клейковина сорту Алкід темно-сірого кольору, з індексом деформації клейковини 48 та розтяжністю 15 см, її слід віднести до II групи якості. У низькостеблових зразків клейковина мала темно-сірий або сірий колір, ІДК 63–72, розтяжність 14–17 см. За сукупністю якісних показників клейковину досліджуваних низькостеблових зразків слід віднести до II групи.

Після вивчення низькостеблових форм чотиривидових тритикале за основними господарськими показниками виділено зразок 484, який впродовж трьох років досліджень мав високу врожайність зерна. Цей зразок, після

розмноження, планується до передачі на державне сортовипробування.

5.3 Урожайність зерна та господарсько-цінні показники короткостеблових форм.

До короткостеблових відносяться форми тритикале з висотою рослин 60-80 см [197]. Карликовими вважаються форми з висотою менше 60 см. У результаті вивчення чотиривидових форм тритикале за комплексом господарсько-цінних ознак було відібрано вісім кращих короткостеблових і два карликових зразки чотиривидових тритикале. Урожайність зерна та основні цінні господарські ознаки цих зразків приведено в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9

Показники врожайності зерна та окремих господарсько-цінних ознак
короткостеблових і карликових форм чотиривидових тритикале, 2012–2013 р.

Зразок	Урожай ність, т/га	± до станда рту	Висота рослин, см	± до станда рту	Вилягання		Вміст клейко вини,%	± до станда рту
					%	Бал стійкості		
Короткостеблові (60–80 см)								
Алکید (St)	5,0	–	79	–	0	9	16,0	–
490	6,0	+1,0	77	-2	0	9	16,8	+0,8
473	5,3	+0,3	65	-14	0	9	22,8	+6,8
469	5,1	+0,1	76	-3	0	9	15,6	-0,4
468	5,1	+0,1	68	-11	0	9	18,0	+2,0
449	4,9	-0,1	69	-10	0	9	18,8	+2,8
471	4,9	-0,1	65	-14	0	9	24,8	+8,8
450	4,4	-0,6	75	-4	0	9	17,6	+1,6
НІР _{0,5}	0,2	–	3,4	–	–	–	0,8	–
Карлики (<60 см)								
474	6,0	+1,0	56	-23	0	9	18,4	+2,4
470	5,4	+0,4	56	-23	0	9	19,2	+3,2

НІР _{0,5}	0,2	—	2,8	—	—	—	0,9	—
--------------------	-----	---	-----	---	---	---	-----	---

Сорт Алкід у 2012–2013 р. сформував урожайність 5,0 т/га. Короткостеблові зразки мали врожайність 4,4–6,0 т/га, а карликові – 5,4 та 6,0 т/га. Кращими за врожайністю були короткостебловий зразок 490 та карликовий зразок 474, урожайність яких становила 6,0 т/га, що істотно перевищує стандарт. Також істотно більшою, ніж стандарт, врожайністю характеризувалися короткостебловий зразок 473 та карликовий 470 (відповідно 5,3 та 5,4 т/га). Зразок 450 істотно поступався стандарту за цим показником. Між урожайністю інших досліджуваних зразків і стандартом істотної різниці не було.

Висота рослин сорту Алкід становила 79 см. Вилягання посівів у стандарту не спостерігалось. Короткостеблові зразки мали висоту рослин від 65 до 77 см, карликові – 56 см. Зразки 490 та 469 мали висоту рослин на рівні стандарту. Інші досліджувані короткостеблові та карликові зразки за висотою рослин істотно поступалися сорту Алкід.

Вміст клейковини у зерні короткостеблових та карликових форм чотиривидових тритикале коливався від 15,6 до 24,8 %. Найвищим він був у короткостеблових зразків 471 та 474 відповідно 24,8 та 22,8 %, що істотно перевищує стандарт. П'ять короткостеблових зразків та карлики мали істотно вищий, ніж стандарт вміст клейковини. Інші зразки не поступалися йому за цим показником.

Вивчення короткостеблових і карликових зразків за основними господарсько-цінними ознаками дозволило відібрати чотири зразки, які за вмістом клейковини істотно перевищували стандарт та не поступалися йому за врожайністю зерна. Випробування цих зразків проводили впродовж 2013–2014 та 2014–2015 рр. з використанням методу латинського квадрату.

В середньому за два роки досліджень сорт Алкід показав врожайність зерна 7,4 т/га (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

Показники врожайності зерна короткостеблових форм чотиривидових тритикале, 2013–2015 рр.

Зразок	Урожайність, т/га		Середнє значення, $\bar{x}$	$\pm$ до стандарту
	2013–2014	2014–2015		
Алгід (St)	7,1	7,9	7,4	–
469	7,5	7,7	7,6	+0,2
471	7,0	7,2	7,1	-0,3
473	6,5	7,3	6,9	-0,5
468	6,4	5,3	5,9	-1,5
НІР _{0,5}	0,2	0,3	0,3	–

Серед короткостеблових форм чотиривидових тритикале кращим за врожайністю був зразок 469, який за цим показником не поступається стандарту. Також не поступався стандарту зразок 471, який в середньому за два роки мав урожайність 7,1 т/га. Зразки 468 та 473 характеризувалися істотно нижчими показниками врожайності, ніж стандарт.

Урожайність зерна короткостеблових зразків змінювалася за роками. Так сорт Алгід у 2013–2014 р. мав урожайність 7,1 т/га, яка в 2014–2015 р. зросла до 7,9 т/га. Підвищення рівня врожайності з 6,5–7,5 т/га до 7,2–7,7 т/га спостерігалось в зразків 469, 471 та 473. У зразка 468 врожайність знизилася з 6,4 т/га у 2013–2014 р. до 5,3 т/га у 2014–2015 р.

Висота рослин сорту Алгід в середньому за два роки досліджень становила 87 см. У досліджуваних короткостеблових зразків цей показник був у межах 66–73 см (табл. 5.11). За висотою рослин впродовж двох років всі короткостеблові зразки істотно поступалися стандарту. Щодо вилягання посівів слід відмітити, що лише у сорту Алгід був відмічений невеликий відсоток (1,1 % у 2013–2014 р. та 1,0 % у 2014–2015 р.) вилягання (9 балів

стійкості).

Таблиця 5.11

Висота рослин та стійкість до вилягання короткостеблових форм
чотиривидових тритикале, 2013–2015 рр.

Зразок	Висота рослин, см		Середнє значення, $\bar{x}$	$\pm$ до станда рту	Вилягання			
	2013– 2014	2014– 2015			2013–2014		2014–2015	
					%	Бал стійкості	%	Бал стійкості
Алкід (St)	84	90	87	–	1,1	9	1,0	9
468	72	70	71	-16	0	9	0	7
469	75	71	73	-14	0	9	0	9
471	68	65	67	-20	0	9	0	9
473	66	65	66	-21	0	9	0	9
НІР _{0,5}	4,5	4,4	4,5	–	–	–	–	–

У досліджуваних зразків цієї групи рослин вилягання не спостерігалось, тому вони мали по 9 балів стійкості.

Аналогічно середньо- і низькостебловим формам чотиривидових тритикале у короткостеблових спостерігалось зниження висоти рослин у 2014–2015 р. порівняно з 2013–2014 р. з 66–72 см до 65–70 см. Збільшення висоти рослин у 2014–2015 р. було відзначено лише у сорту Алکید з 84 см до 90 см.

Вміст клейковини в зерні сорту Алکید у досліді з випробування короткостеблових форм, в середньому за два роки становив 15,8 % (табл. 5.12). Досліджувані зразки мали 16,0 %–22,9 %. Найвищим вміст клейковини був у зразка 471 – 22,9 %, що істотно перевищує стандарт. Зразки 468 та 473 з вмістом клейковини 21,3 та 20,2 % відповідно, також істотно перевищували стандарт. Варто відзначити, що три вищевказані зразки впродовж всього періоду досліджень істотно перевищували стандарт за

вмістом клейковини. Зразок 469 мав 16,0 % клейковини, що не поступається стандарту.

Таблиця 5.12

Вміст та якість клейковини у зерні короткостеблових форм
чотиривидових тритикале, 2013–2015 рр.

Зразок	Вміст клейковини, %				Якість клейковини			
	2013– 2014	2014– 2015	Середнє значення, $\bar{x}$	$\pm$ до стандарту	ІДК	Колір	Розтяж- ність	Група якості
Алکید (St)	15,6	16,2	15,8	–	48	Темно-сірий	15	II
468	21,4	21,2	21,3	+5,5	75	Сірий	18	II
469	15,8	16,1	16,0	+0,2	70	Світло-сірий	20	I
471	23,0	22,8	22,9	+7,1	65	Світло-сірий	22	I
473	20,0	20,3	20,2	+4,4	69	Сірий	10	II
НІР _{0,5}	0,8	0,9	0,9	–	–	–	–	–

Вивчення короткостеблових форм чотиривидових тритикале за основними господарсько-цінними показниками дозволило відібрати зразок 471, який впродовж трьох років досліджень істотно перевищував стандарт за вмістом клейковини та зразок 469 середня врожайність якого була на рівні стандарту.

Як уже відмічалось, вивчення зразків чотиривидових тритикале в період проведення досліджень проводилося різними методами. У 2012–2013 році для вивчення відібраних зразків їх висівали 10 рядковими ділянками з довжиною рядка 2 м. у двох повторностях. У 2013–2014 та 2014–2015 рр. використовували метод латинського квадрату. Це утруднює процес порівняння середніх даних результатів досліджень за три роки. Однак, для повної характеристики вивчених зразків, було проведено узагальнення даних

урожайності, кількості та якості клейковини, висоти рослин та їх стійкість до вилягання. Отримані результати занесено до таблиці 5.13.

Таблиця 5.13

Середні показники урожайності зерна та окремих господарсько-цінних ознак чотиривидових форм тритикале за 2012–2015 рр.

Зразок	Урожай ність, т/га	±до стандарту	Висота рослин, см	±до стандарту	Стійкість до вилягання, бал	Вміст клейковини,		Якість клейковини			
						%	±до стандарту	ІДК	Колір	Розтяж- ність, см	Група якості
Середньостеблові (100–120 см)											
Тактик (Аватар) (St)	4,6	–	104	–	5	20,5	–	67	Світло-сірий	21	I
478	4,8	+0,2	122	+18	1	17,1	-3,4	60	Темно-сірий	18	II
455	4,3	-0,3	115	+11	3	24,2	+3,7	75	Світло-сірий	26	I
465	4,2	-0,4	98	-6	7	16,6	-3,9	58	Темно-сірий	14	II
475	3,1	-1,5	120	+16	3	20,3	-0,2	73	Світло-сірий	23	I
Низькостеблові (80–100 см)											
Алکید (St)	6,8	–	92	–	9	16,4	–	48	Темно-сірий	15	II
484	7,1	+0,3	86	-6	9	19,9	+3,5	63	Темно-сірий	25	II
488	6,7	-0,1	85	-7	9	17,7	+1,3	72	Сірий	15	II
466	6,1	-0,7	98	+6	7	20,2	+3,8	69	Сірий	17	II

продовження таблиці 5.13

451	6,1	-0,7	93	+1	9	20,0	+3,6	70	Сірий	14	II
Короткостеблові (60–80 см)											
Алгід (St)	6,7	–	84	–	9	15,9	–	48	Темно-сірий	15	II
469	6,8	0,0	70	-14	9	15,8	-0,1	75	Сірий	18	II
471	6,4	-0,4	66	-18	9	23,5	+7,6	70	Світло-сірий	20	I
473	6,4	-0,4	65	-19	9	21,0	+4,9	65	Світло-сірий	22	I
468	5,5	-1,3	70	-14	9	22,1	+6,2	69	Сірий	10	II

Урожайність сорту Тактик (Аватар) в середньому за три роки досліджень становила 4,6 т/га. У середньостеблових зразків вона була в межах від 3,3 т/га до 4,8 т/га. Найвищою врожайністю – 4,8 т/га характеризувався зразок 478, який за цим показником істотно перевищував стандарт. Інші зразки середньостеблової групи рослин за врожайністю істотно поступалися стандарту.

Середня висота рослин сорту чотиривидового тритикале Тактик (Аватар) становила 104 см. Упродовж всього періоду досліджень залежно від агрокліматичних умов вирощування, у сорту спостерігалось вилягання на рівні від 9,1 % до 78 %. В середньому за три роки стійкість до вилягання сорту Тактик (Аватар) становила 5 балів.

Висота рослин середньостеблових зразків в середньому за три роки становила 98–122 см. Зразок 465 з висотою рослин 98 см істотно поступався стандарту за цим показником. У середньостебловій групі рослин цей зразок характеризувався найменшим виляганням і мав 7 балів стійкості. Середньостеблові зразки 455, 475 та 478 за висотою рослин істотно перевищували стандарт. У зразків 455 та 475 було відмічено вилягання вище середнього, що відповідає 3 балам стійкості. У зразка 478 спостерігалось сильне вилягання (>70 %), що відповідає 1 балу стійкості.

Вміст клейковини в зерні сорту Тактик (Аватар) в середньому за три роки досліджень становив 20,5 %. Його клейковина світло-сірого кольору з розтяжністю 21 см та індекс деформації 67. За сукупністю якісних показників клейковина сорту Тактик (Аватар) відноситься до І групи.

У середньостеблових зразків вміст клейковини коливався від 16,6 % до 24,2 %. За весь період досліджень, найвищим серед досліджуваних зразків чотиривидових тритикале вмістом клейковини характеризувався зразок 455. Середній показник вмісту клейковини у зерні цього зразка – 24,2 %, що істотно перевищує стандарт. Клейковина цього зразка має світло-сірий колір, розтяжність 27 см та ІДК 75 і відноситься до І групи якості.

Не поступався стандарту за вмістом клейковини зразок 475, який в

середньому за три роки досліджень містив 20,3 % клейковини. За сукупністю якісних показників (світло-сірий колір, розтяжність 23 см, ІДК 73) його клейковина відноситься до I групи.

Середня врожайність зерна сорту Алкід у досліді з випробування низькостеблових форм чотиривидових тритикале становила 6,8 т/га. Досліджувані низькостеблові зразки мали середню врожайність 6,1–7,1 т/га. Кращим за врожайністю зерна був зразок 484, який у 2012–2013 та 2014–2015 рр. істотно перевищував стандарт, а в 2013–2014 р. не поступався йому за цим показником. Середня врожайність зразка 484 – 7,1 т/га. Зразок 488 в середньому за три роки мав врожайність 6,7 т/га, що не поступається стандарту. Зразки 451 та 466 із середньою врожайністю 6,1 т/га істотно поступалися сорту Алкід за цим показником.

Сорт Алкід в середньому за три роки мав висоту рослин 92 см. У нього спостерігалось вилягання в межах 1–1,1 %, що відповідає 9 балам стійкості. Висота рослин низькостеблових зразків чотиривидових тритикале становила 85–98 см. Зразки 484 та 488 мали висоту рослин відповідно 86 та 85 см, що істотно поступається стандарту. Зразок 466 характеризувався істотно вищою, ніж у стандарту висотою (98 см). Висота рослин зразка 451 знаходилася в межах стандарту. У трьох зразків низькостеблової групи рослин вилягання не спостерігалось, тобто вони є стійкими проти вилягання (бал стійкості – 9). У зразка 451 було відмічено незначне вилягання, що відповідає 7 балам стійкості.

В середньому за три роки сорт Алкід містив 16,4 % клейковини. Його клейковина темно-сірого кольору має розтяжність 15 см та ІДК 48 і відноситься до II групи якості. Усі досліджувані низькостеблові зразки за вмістом клейковини істотно перевищували стандарт.

Найвищим у цій групі рослин вмістом клейковини характеризувався зразок 466, який містив 20,2 % клейковини. Дещо поступалися йому зразки 484 та 451, у яких цей показник становив відповідно 19,9 % та 20,0 %. За сукупністю якісних показників клейковину низькостеблових форм

чотиривидових тритикале слід віднести до II групи. У них клейковина сірого або темно-сірого кольору з розтяжністю 15–25 см та індексом деформації 63–72.

У досліді з випробування короткостеблових форм чотиривидових тритикале сорт Алкід мав середню врожайність зерна 6,7 т/га. Досліджувані зразки показали врожайність від 5,5 до 6,8 т/га. Серед короткостеблових зразків кращим за урожайністю зерна був зразок 469, який впродовж трьох років не поступався стандарту і в середньому мав урожайність 6,8 т/га. Інші короткостеблові зразки за врожайністю істотно поступалися сорту Алкід.

Висота рослин сорту Алкід становила 84 см. У нього спостерігалось вилягання в межах 1 %, що відповідає 9 балам стійкості. У короткостеблових зразків висота рослин була у межах від 65 до 70 см. За висотою рослин всі короткостеблові зразки істотно поступалися стандарту. У зразків цієї групи рослин вилягання не спостерігалось, тобто вони є стійкими до вилягання.

Середній вміст клейковини у зерні сорту Алкід становив 15,9 % з наступними показниками якості: колір – темно-сірий, розтяжність 15 см, ІДК 48. У короткостеблових зразків вміст клейковини був у межах від 15,8 до 23,5 %.

Кращими за сукупністю кількісних і якісних показників вмісту клейковини були зразки 471 та 473. У них містилося відповідно 23,5 % та 21,0 % клейковини, що істотно перевищує стандарт. Клейковина у цих зразків світло-сірого кольору з розтяжністю 20–22 см та ІДК 65-70. Вона відноситься до II групи якості. Зразок 468 мав високий вміст клейковини – 22,1 %, що істотно перевищує стандарт. Однак показники якості цього зразка відповідають II групі: ІДК 69, розтяжність 10 см, колір світло-сірий.

У результаті проведених досліджень було виділено зразки 455 та 471, які істотно перевищували стандарт за вмістом клейковини та зразки 484 та 469, які протягом двох років перевищували стандарти за врожайністю зерна, і після комплексного вивчення та розмноження, плануються до передачі на Державне сортовипробування.

5.4 Стійкість проти основних грибкових захворювань.

У сучасному рослинництві для отримання запланованих врожаїв сільськогосподарських культур велике значення має оптимізація фітосанітарної ситуації. Це досягається за взаємодії сучасної науки і виробництва, дотримання організаційних та агротехнічних заходів, з яких використання стійких сортів є найбільш ефективним. Нині основним постулатом захисту зернових культур передбачається не просто суміщення двох і більше методів боротьби з шкідливими організмами, а інтеграція усіх доступних прийомів з урахуванням природних регулюючих і ,лімітуючих елементів навколишнього природного середовища [94, 114].

Протягом трьох років досліджень ми визначали стійкість чотиривидових форм тритикале проти основних грибкових захворювань (бура листкова іржа, борошниста роса, септоріоз) (дод.).

Бура листкова іржа (збудник *Puccinia recondita*) у зоні проведення досліджень є одним із основних грибкових захворювань озимих зернових і досить часто досягає епіфітотійних значень [114, 115]. Як і вихідні форми тритикале може уражуватися іржею. Вже незначне ураження, яке не має серйозного впливу на врожай, може принести велику шкоду якості продукції. Присутній у плодових тілах збудника іржі ерготін небажаний для корму тваринам. А його вміст у харчових продуктах є недопустимим.

Ступінь ураження тритикале цим захворюванням знаходиться в прямому зв'язку зі ступенем фертильності амфідиплоїдів і особливо відзначається у пізньостиглих ліній з низькою плодючістю. Появі збудника іржі в посівах тритикале сприяють також несприятливі умови розвитку та інші фактори, що знижують озерненість колоса [115].

За час проведення досліджень на посівах чотиривидових тритикале спостерігалось значне ураження бурою іржею. В окремі роки було відмічено до 80 % ураження даним збудником. Перші ознаки хвороби в дослідях відмічено навесні у фазу кущення, але найбільше розповсюдження хвороби на рослинах було відмічено у фази виходу в трубку, колосіння та цвітіння.

Сорт чотиривидового тритикале Тактик (Аватар) протягом трьох років досліджень мав до 5 % уражених органів рослин. Сорт Тактик (Аватар) є високостійким проти бурої листової іржі та має 8 балів стійкості. У сорту Алкід протягом трьох років досліджень спостерігалось ураження від 10 до 15% органів рослин, що вказує на стійкість (6 балів) сорту Алкід проти даного захворювання. Високу стійкість проти бурої листової іржі мав короткостебловий зразок 473. У нього спостерігалось ураження до 5% органів рослин (8 балів). Решта досліджуваних зразків впродовж досліджень були стійкими (6–7 балів) або слабо сприйнятливими (5 балів) до даного захворювання.

Впродовж досліджень у сорту Тактик (Аватар) спостерігалось менше 5% ураження органів рослин збудником септоріозу. Тобто, даний сорт є високостійким проти септоріозу. У сорту Алкід було відмічено ураження на рівні 5 – 10% органів рослин. Це вказує на те що сорт Алкід є стійким проти септоріозу і має 7 балів стійкості. Досліджувані зразки чотиривидових тритикале протягом трьох років досліджень були стійкими або високостійкими (ураження 0–10 %) проти даного захворювання та мали по 7 або 8 балів стійкості.

Борошниста роса (збудник – *E. graminis*) – уражує листки, листові піхви, стебла, а в роки сильного розвитку хвороби – колоскові луски та остюки. Симптомами проявлення даної хвороби є появлення світлого павутинистого нальоту та подушечок борошнистого нальоту спочатку білого, потім жовтуватого-сірого кольору. Уражені листки деформуються, засихають і обпадають, що викликає дефіцит листової маси. У результаті чого рослини не можуть забезпечити високий рівень урожаю. Тому, високий відсоток ураження посівів борошнистою росою може призвести до значного недобору врожаю.

Перші ознаки даної хвороби на посівах чотиривидових тритикале було відмічено восени у фази кущення, а найбільше її поширення спостерігалось у

фазу колосіння та цвітіння. Облік ступеня ураження цією хворобою проводили у фазу колосіння.

Ураження стандартів, сорти чотиривидового тритикале Тактик (Аватар) та Алкід борошнистою впродовж трьох років досліджень становило менше 5%, що вказує на їх високу стійкість проти цього захворювання. У зразків чотиривидового тритикале у 2012–2013 році було відмічено ураження на рівні 1,0–9,8 %. Тобто, вони були стійкими або високостійкими проти борошнистої роси. У 2013–2015 рр. усі досліджувані зразки чотиривидових тритикале мали ураження менше 5% органів рослин. Тобто, усі вони були високостійкими.

Таким чином встановлено, що всі зразки чотиривидових тритикале є стійкими або високостійкими проти борошнистої роси та септоріозу і характеризуються стійкістю або слабкою сприйнятливістю проти бурої листової іржі. За результатами проведених досліджень виділений зразок 473, який має високу стійкість до основних грибкових захворювань (бура листова іржа, септоріоз, борошниста роса). Даний зразок можна використовувати в селекції на імунітет, як донор стійкості до комплексу захворювань.

5.5. Гіллястоколючість у чотиривидових тритикале.

Гіллястоколючі форми злаків (тритикале, пшениця) – це форми у яких на основному колосі формується різна кількість додаткових бічних колосків або колосів [177]. У м'якої пшениці ознака «гіллястий колос» контролюється рецесивними неалельними генами. Домінантні алелі цих генів пригнічують прояв ознаки та відрізняються за силою інгібування. Гетерозиготність та різні алельні стани генів контролюючих ознак істотно збільшують число колосків і зерен у головному колосі.

Вивчено пенетрантність та експресивність ознаки «гіллястий колос» у м'якої пшениці. Експресивність – ступінь фенотипового прояву гена як міри сили його дії. На експресивність можуть впливати гени - модифікатори і

фактори середовища. Експресивність – явище кількісне. У форм із неповною пенетрантністю часто змінюється і експресивність.

Пенетрантність – частота прояву гена. Визначається за відсотком особин у популяції з числа несучих ген, у яких він проявився. При повній пенетрантності домінантний або гомозиготно-рецесивний алель проявляється у кожної особини, а при неповній пенетрантності – у частини особин. Пенетрантність – явище якісне.

Для пшениці встановлено, що форми із ознакою «гіллястий колос» є низькопродуктивними і не можуть бути напряму використані у виробництві. Це пов'язано з наявністю негативної кореляційної залежності між кількістю зерен у колосі та його крупністю. Однак, вплив даної ознаки на крупність зерна тритикале не встановлений.

Серед отриманих чотиривидових тритикале відбирали високопродуктивні форми, які характеризувалися фенотиповим проявом ознаки «гіллястий колос». Проводили посів зерен з відібраних форм. Отримані нащадки аналізували за продуктивністю та проявом ознаки «гіллястий колос». Відбирали високопродуктивні форми, які характеризуються низькою експресивністю та пенетрантністю ознаки «гіллястий колос».

Таким чином був створений сорт чотиривидового тритикале Тактик (Аватар). Даний сорт переданий до Державного сортовипробування.

У результаті проведених досліджень встановлено, що з використанням ознаки «гіллястий колос» можна відбирати високопродуктивні форми зернових культур, тритикале. Це дозволило розробити «спосіб відбору високопродуктивних форм зернових культур». Суть способу полягає в тому, що відбір проводять візуально по фенотипу колоса, за якісною ознакою «гіллястий колос». У нащадках відбирають форми із низькою експресивністю та низькою пенетрантністю ознаки «гіллястий колос». У послідовному проводять оцінку відібраних форм на високу продуктивність шляхом випробування і відбирають високопродуктивні форми. Це дозволяє

спростити процес відбору, що, в свою чергу, може підвищити ефективність ведення селекції на продуктивність.

5.6 Колекція зразків чотиривидових форм тритикале.

У результаті схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти із отриманого різноманіття селекційних номерів була сформована колекція зразків чотиривидового тритикале. Зразки цієї колекції є джерелом цінної генетичної плазми для поліпшення існуючих та створення нових сортів тритикале. Нині робоча колекція чотиривидових форм тритикале нараховує більше 500 зразків.

До складу колекції увійшли селекційні номери, які характеризувалися проявом морфологічних ознак спельти. Це форми з типовим для спельти довгим рихлим колосом, скверхедні, безості форми, селекційні номери із грубою, як у спельти, колосковою лускою та ін. Виділено форми, які виходили за рамки спектру мінливості батьківських форм. Такі селекційні номери мали ознаки нетипові для вихідних форм, а саме карликовість, ранньостиглість тощо.

Основна мета схрещувань тривидових тритикале із пшеницею спельта – це створення нових форм тритикале з підвищеним вмістом білка та клейковини високої якості. Як свідчать дослідження багатьох учених зерно тритикале містить 18–22 % клейковини [39, 158].

Вміст клейковини у чотиривидових форм тритикале варіював від 16,4 % до 24,8 %. Найвищий вміст клейковини мав колекційний зразок 116 – 24,8 %. Карликові форми чотиривидових тритикале характеризувались вмістом клейковини на рівні 22,8–24,8 %. Підвищення вмісту клейковини у цих форм вказує на позитивний ефект від схрещування тритикале та спельти. Такі зразки є цінними для селекційного покращення хлібопекарських властивостей тритикале.

Колекція включає досить різноманітне потомство за висотою рослин. Створені форми було згруповано згідно класифікації Г.В. Щипака на

середньостеблові (100–130 см), низькостеблові (80–100 см), короткостеблові (60–80 см) та карлики (< 60 см) [197].

Нині у виробництві переважають середньостеблові сорти тритикале, оскільки вони забезпечують вищі і стабільні врожаї зерна після гірших попередників [220]. У результаті схрещування тритикале та спельти переважна більшість форм була середньорослою (рис. 5.1 А).



А) Середньостебловий зразок



Б) Низькостебловий зразок



В) Короткостебловий зразок



Г) Карликовий зразок

Рис. 5.1. Групування зразків чотиривидових тритикале за висотою рослин

Найбільш продуктивним у цій групі рослин був зразок 465, який показав урожайність зерна 5,7 т/га. Висота рослин цього зразка становила 127 см. У нього не спостерігалось череззерниці, кількість зерен в колосі – 48 шт. Маса зерна з колоса та маса колоса складали відповідно 2,8 г та 3,7 г. Зразок характеризувався довжиною колоса 11,2 см та кількістю колосків у

колосі 24,8 шт. Маса 1000 зерен становила 49,3 г.

Потенційно найбільш продуктивними вважаються сорти тритикале з низькою і короткою соломиною. В багатьох країнах світу ведеться селекційна робота зі зниження висоти рослин тритикале шляхом об'єднання генів карликовості пшениці та жита [157]. Виділено зразки низько- та короткостеблової групи чотиривидових тритикале (рис. 5.1 Б, В), які об'єднують у собі підвищену стійкість проти вилягання та високу врожайність.

Серед низькостеблових форм високу врожайність показав зразок 480 – 6,6 т/га. Висота рослин зразка становила 87 см. Даний зразок мав найвищі показники продуктивності колоса. Його маса зерна з колоса та вага колоса становили відповідно 3,5 г та 4,1 г. Зразок характеризується довжиною колоса 11,4 см та кількістю зерен в колосі 52 шт.

У групі короткостеблових рослин одним із найбільш продуктивних був зразок 490. Він показав урожайність зерна 6,0 т/га. Висота рослин цього зразка – 77 см. Кількість зерен у колосі становила 42 шт. Маса зерна з колоса – 2,1 г, маса колоса – 2,7 г. Довжина колоса – 9,3 см, а кількість колосків на ньому – 25,4 шт. Низько- та короткостеблові зразки чотиривидових тритикале, є цінними для подальшого селекційного вдосконалення тритикале та розширення його сортової бази.

Карликові сорти тритикале у виробництві відсутні. Це пов'язано з тим, що існує негативна кореляційна залежність між продуктивністю тритикале та його висотою [197]. Однак, такі від'ємні кореляції не мають абсолютного характеру і частіше проявляються в умовах дефіциту факторів середовища. Тому, ведеться активна селекційна робота спрямована на створення високопродуктивних карликових сортів тритикале [87]. Серед групи карликових рослин (рис. 5.1 Г) було виділено зразки, які за врожайністю зерна не поступаються стандарту. Так, карликовий зразок 474 з висотою рослин 56 см сформував урожайність 6,0 т/га, що істотно перевищує стандарт. Кількість зерен у колосі цього зразка становила 46 шт.,

череззерниці не спостерігалось. Зразок мав колос довжиною 9,9 см, кількість колосків у колосі – 22,2 шт., а маса зерна з колоса складала 2,4 г. Маса 1000 зерен даного зразка – 44,3 г. Карликові форми тритикале з істотно вищою, ніж у стандарта врожайністю та високими показниками продуктивності колоса є цінним джерелом ознак при селекції на одночасне зниження висоти рослин та збереження високого рівня врожайності.

У колекційному розсаднику виділено остисті (рис. 5.2 А), напівостисті (рис. 5.2 Б), форми із зародковими остюками (рис. 5.2 Г) та безості форми (рис. 5.2 Д) чотиривидових тритикале.



А)



Б)



В)



Г)

Рис. 5.2 Остистість колоса чотиривидових форм тритикале: А) остистий зразок; Б) напівостистий зразок; Г) форма із зародковими остюками; Г) безостий зразок.

Остистими вважаються форми тритикале, які мають остюки довжиною більше 20 мм не менше ніж на 90 % колосків. У напівоститих форм остюки завдовжки більше 20 мм знаходяться на 30–90 % колосків. Форми тритикале із зародковими остюками характеризуються остями довжиною від 2 до 20 мм. Безості форми тритикале мають остюки довжиною менше 2 мм [130].

Зразок 456 характеризувався остюками коротшими за 2 мм. Зразок середньостебловий, висота його рослин – 105 см. Маса колоса даного зразка становила 3,7 г, а маса зерна з колоса – 2,8 г. Довжина колоса даного зразка – 10,7 см, на ньому розташовуються 23,7 колосків та 46 зернин. Череззерниці у зразка 456 не спостерігалось. Для вищевказаного зразка властиве крупне, добре виповнене зерно. Маса 1000 зерен – 56,9 г. Урожайність даного зразка становила 4,9 т/га. Безості форми чотиривидових тритикале, зокрема селекційний номер 456 є джерелом цінних ознак для селекційного поліпшення тритикале.

Відомо, що у тритикале має місце значна череззерниця, що призводить до недобору врожаю [85]. Це пов'язано з тим, що частина колосків залишається стерильною, а фертильність колоса тритикале становить 60–80 % [189]. Тому, створення форм тритикале із добре озерненим колосом є важливим завданням селекції культури. До того ж, можливості збільшення озерненості колосу тритикале дуже великі, так як у великих колосах іноді формуються 250–300 шт. зерен [247]. Більшість колекційних зразків чотиривидових тритикале мали кількість зерен у колосі від 42 до 54 шт. Було відмічено форми, в яких кількість зерен у колосі сягала 70 шт. Спостерігалися зразки, які характеризувалися череззерницею та кількістю зерен у колосі менше 25 шт.

Однією із нерозв'язаних проблем селекції тритикале є погана виповненість зерна [14]. Вона пов'язана із його щуплістю і зморшкуватістю. Існує залежність між крупністю насіння та його виповненістю: дрібне зерно краще виповнене, ніж крупне [195]. Тому, в селекції тритикале значна увага

приділяється створенню форм із крупним, добре виповненим зерном. Серед зразків чотиривидових тритикале щупле, зморшкувате зерно сформували лише ті форми, які зазнали вилягання. У стійких проти вилягання форм зерно було добре виповненим. Особлива увага приділяється поєднанню в одному генотипі низькостебловості та виповненості зерна, оскільки такі генотипи здатні сформувати високу врожайність [196]. Тому, в даному напрямку ведеться активна селекційна робота. Колекційні зразки чотиривидових тритикале 480, 481 та 484 відносилися до групи низькостеблових рослин і характеризувались виповненим зерном. Крім того, ці зразки мали найвищі показники продуктивності та врожайності.

За час проведення досліджень на посівах тритикале спостерігалось значне ураження бурою іржею. В окремі роки хвороба поширювалась на 80 % посівів. У цей період форми чотиривидових тритикале 473, 471, 467 та 460 характеризувалися відносною стійкістю проти цього збудника. Інтенсивність ураження у них становила 5–15 % органів рослин, що за шкалою стійкості відповідає 6–7 балам. Ці зразки можна використовувати в селекційному процесі тритикале в якості джерел стійкості проти бурї іржі.

Зразки чотиривидових тритикале відрізнялися між собою за ознакою «довжина колоса». Переважна більшість зразків характеризувалася колосом завдовжки 10–12 см. Також було виділено форми з коротким колосом, довжина якого становить 7 см. Відомо, що пшениця спельта, має довгий (18–20 см) рихлий колос. У результаті схрещувань тривидових тритикале та спельти, деякі із отриманих форм успадкували довгококосість спельти. Такі форми мали колос довжиною 16–17 см. На думку В.В. Моргуна, форми з довгим рихлим колосом мають низку переваг. У них швидше висихає колос після дощу, внаслідок чого знижується сприйнятливість до хвороб. Вони забезпечують формування крупного зерна з покращеними технологічними властивостями. У таких форм підвищується фертильність пилку та врожайність [28]. Тому, зразки чотиривидових тритикале 220/13 та 147a/13,

які характеризуються довгим колосом можуть бути використані для селекційного покращення тритикале за низкою господарсько-цінних ознак.

Колекція включає зразки з ознакою «гіллястий колос» (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Гіллястий колос тритикале

Кількість зерен у колосі таких зразків становила 90–100 шт. А за літературними даними, озерненість гіллястоколосих форм може сягати 150 зерен в одному колосі [177, 206]. Такі зразки представляють практичний інтерес для селекційного покращення озерненості тритикале.

У результаті багаторазового індивідуального добору високопродуктивних форм із ознакою «гіллястий колос» було створено сорт тритикале озимого Тактик (Аватар), який переданий до Державного сортовипробування.

Чотиривидові форми тритикале постійно вивчаються, ведеться пошук нових форм-донорів цінних ознак. Так, у 2013 р. для детального вивчення за комплексом господарсько-цінних ознак було відібрано 45 кращих форм чотиривидових тритикале. Ці форми показали врожайність зерна від 4,4 до 6,7 т/га.

Найвища врожайність та показники продуктивності колоса були у низькостебловій групі рослин. Із 20 номерів, які увійшли до цієї групи сім

істотно перевищували стандарт за врожайністю. Кращим за врожайністю та елементами структури врожаю виявився номер 480, який забезпечив 6,7 т/га зерна. Також високою врожайністю характеризувались зразки 454, 481 та 490. Слід відмітити карликовий зразок 474, який при висоті рослин 56 см сформував урожайність 6,0 т/га, що істотно перевищує стандарт.

Зразок 454 відносився до групи середньостеблових рослин (висота – 123 см.). Урожайність зразка у досліді становила 5,6 ц/га, що істотно перевищує стандарт. Зразок характеризувався довжиною колоса 10,9 см з кількістю колосків та зерен на ньому відповідно 25,9 шт та 43 шт. Маса колоса цього зразка складала 3,7 г, а маса зерна з колоса – 2,8 г. Зразок мав добре виповнене зерно, череззерниці не спостерігалось. Маса 1000 зерен становила 49,3 г.

Низькостебловий зразок 481 (висота рослин – 81 см) сформував у досліді врожайність 5,9 т/га. Показники продуктивності колоса у нього були одними з найвищих. Його колос був довжиною 11,2 см. Кількість колосків у колосі становила 26,2 шт., а кількість зерен з колоса – 46 шт. Зразок мав добре виповнене зерно. Маса його колоса була 3,9 г, а маса зерна з колоса – 2,5 г. Цей зразок показав масу 1000 зерен 50,1 г.

До складу колекції входять пшенично-житні хромосомно заміщені форми тритикале. Хромосомні заміщення забезпечують поліпшення тритикале за низкою ознак, таких як покращення технологічних властивостей, формування виповненого зерна, підвищення стійкості до проростання на пні, зниження висоти рослин, скорочення вегетаційного періоду та інші [70, 97]. У результаті схрещувань тривидових тритикале та спельти були виділені форми чотиривидових тритикале з пшенично-житнім хромосомним заміщенням.

Найпродуктивнішим з хромосомно заміщених форм був зразок 116. Характерна особливість зразка 116 – безостість та крупне, добре виповнене зерно. Номер середньостебловий (висота рослин 102 см). Колос даного зразка довжиною 9,7 см, з кількістю колосків на ньому 23,4 шт. Його вага колоса та

маса зерна з колоса становили відповідно 3,0 г та 2,3 г. Маса 1000 зерен складала 56 г. Аналіз вмісту кількості клейковини показав, що у зерні вищевказаного зразка її міститься 24,8 %, що більше, ніж у інших проаналізованих зразків. Урожайність зерна зразка 116 становила 4,3 т/га. Форми чотиривидових тритикале з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями становлять значний інтерес для цілеспрямованої селекції на покращення хлібопекарських властивостей тритикале.

У результаті проведених схрещувань між тривидовими тритикале і пшеницею спельта та багаторазового добору було створено сорти Тактик (Аватар) та Стратег, які передано до Державного сортовипробування.

Сорт Тактик (Аватар), створено шляхом складних схрещувань тривидових тритикале та спельти і наступної гібридизації отриманих форм з сортом тритикале ярого Хлібодар Харківський. Урожайність сорту на дослідних ділянках становить 4,6 т/га. Сорт середньостебловий, висота рослин становить 104 см. Рослини мають остистий колос завдовжки 11,4 см. з кількістю зерен 42 шт. Маса 1000 зерен – 52,4 г. Сорт зимо- та посухостійкий, стійкий до вилягання та осипання. В середньому за період досліджень сорт містив 20,5 % клейковини, яка за сукупністю якісних показників його клейковина відноситься до І групи.

Сорт Стратег відібрано з популяції від схрещування тривидових форм тритикале власної селекції та пшениці спельти. У цього сорту є часткове *1RS.1AL* пшенично-житнє хромосомне заміщення. Характерна особливість сорту – безостість та крупне, добре виповнене зерно. Сорт середньостебловий (висота рослин 102 см). Колос довжиною 9,7 см, з кількістю колосків на ньому 23 шт. Його маса та маса зерна з колоса становили відповідно 3,0 г та 2,3 г. Маса 1000 зерен складає 56 г. Аналіз вмісту кількості клейковини показав, що у зерні цього сорту її міститься 24,8 %. За сукупністю якісних показників його клейковина відноситься до І групи. Урожайність зерна становила 4,3 т/га.

Результати досліджень, які подано в даному розділі, висвітлено в працях [61, 62, 63].

У результаті проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Вивчення чотиривидових форм тритикале за комплексом господарсько-цінних ознак дозволило відібрати зразки 455 та 471, які істотно перевищували стандарт за вмістом клейковини та зразки 484 та 469, мали врожайність на рівні стандарту. Після комплексного вивчення та розмноження вони плануються до передачі на Державне сортовипробування.

2. Встановлено, що низько- та короткостеблові зразки чотиривидових тритикале характеризуються повною відсутністю вилягання або незначним виляганням. Їх можна використовувати в селекційних програмах, спрямованих на зниження висоти рослин і підвищення стійкості проти вилягання.

3. Показано, що всі зразки чотиривидових тритикале є стійкими або високостійкими проти борошнистої роси та септоріозу і характеризуються стійкістю або слабкою сприйнятливістю до бурої листової іржі. За результатами проведених досліджень виділено зразок 473, який має високу стійкість проти основних грибкових захворювань (бура листова іржа, септоріоз, борошниста роса). Його можна використовувати в селекції на імунітет, як донор стійкості проти комплексу захворювань.

4. Обґрунтовано можливість відбору високопродуктивних форм тритикале за ознакою «гіллястий колос», що дозволило розробити «спосіб відбору високопродуктивних форм зернових культур».

5. Сформовано колекцію чотиривидових форм тритикале. Вона включає понад 500 зразків, які детально вивчено за показниками господарської цінності та придатності для селекційного покращення тритикале різних напрямків використання.

6. Вивчення отриманого різноманіття селекційних матеріалів за показниками господарської цінності та придатності для селекційно-генетичного покращення тритикале різних напрямків використання дозволило створити сорти Тактик і Стратег, які передано до Державного сортовипробування.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової задачі з підвищення ефективності селекційного покращення тритикале озимого за рядом господарсько-цінних ознак з використанням пшениці спельти (*Triticum spelta* L.).

1. Отримано чотиривидові форми тритикале (геноми чотирьох батьківських форм: пшениці м'якої, твердої, спельти та жита) шляхом схрещування тривидових тритикале із пшеницею спельта та стабілізації нащадків. Розроблена загальна технологічна схема створення чотиривидових форм тритикале.

2. Доведено виникнення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале при схрещуванні тривидових тритикале із пшеницею спельта. Розроблено загальну технологію створення, виділення та селекції пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале.

3. Встановлено стерильність гібридів першого покоління від схрещування тритикале з відомою геномною формулою, з тритикале, в яких є пшенично-житні хромосомні заміщення, на основі чого розроблено «Спосіб відбору R/D заміщених форм тритикале» (патент України на корисну модель №59585).

4. Показано можливість відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за наявністю фенотипового прояву ознак спельти та відсутністю морфологічних ознак жита у нащадків від схрещування тритикале та спельти, що дало змогу розробити способи створення та відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале» (патенти України на корисну модель №101705 та №101706).

5. Обґрунтовано можливість використання ознаки «безостість», як генетичного маркера наявності повних або часткових пшенично-житніх хромосомних заміщень і показано принципову можливість проведення конверсії хромосомних заміщень у форми тритикале з використанням ознаки

«безостість», на основі чого розроблено способи відбору та конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале.

6. Доведено можливість отримання безостих форм тритикале в результаті схрещування тритикале із безостими формами пшениці спельти, в результаті чого розроблений «Спосіб створення безостих форм тритикале».

7. Проаналізовано чотиривидові форми тритикале за комплексом господарсько-цінних ознак. Відібрано зразки 455 та 471 з вмістом клейковини 24,2 % та 23,5 % відповідно, що перевищувало стандарти в кожен з років досліджень, та зразки 469 і 484 врожайність яких в середньому за три роки становила 6,8 та 7,1 т/га. Виділені зразки після комплексного вивчення та розмноження, плануються до передачі на державне сортовипробування.

8. Досліджено стійкість чотиривидових тритикале до основних грибкових захворювань. Виділено короткостебловий зразок 473, який має високу стійкість (9 балів) проти основних грибкових захворювань (бура листкова іржа, септоріоз, борошниста роса) і характеризується високими показниками врожайності (6,4 т/га), вмісту клейковини (21,0 %).

9. Обґрунтовано можливість відбору високопродуктивних форм тритикале за ознакою «гіллястий колос», на основі чого розроблено «Спосіб відбору високопродуктивних форм зернових культур».

10. Сформовано колекцію чотиривидових форм тритикале (понад 500 зразків), вивчено отримане різноманіття за показниками господарської цінності та придатності для селекційного покращення тритикале різних напрямків використання, та відібрано сорти Тактик (Аватар) і Стратег, які передані на державне сортовипробування (заявки №15022003 та №15022004).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ ТА СЕЛЕКЦІЙНІЙ ПРАКТИЦІ

У виробництві рекомендуємо використовувати:

1. Сорт чотиривидового тритикале Тактик (Аватар) з урожайністю 4,6 т/га та вмістом клейковини 20,5 %.
2. Безостий сорт чотиривидового тритикале Стратег з підвищеним вмістом клейковини (24,2 %).

У селекційній практиці рекомендуємо використовувати:

1. Загальну технологію створення чотиривидових форм тритикале.
2. Сорт чотиривидового тритикале Тактик (Аватар), як донор підвищеного вмісту клейковини.
3. Безостий сорт Стратег з частковим пшенично-житнім хромосомним заміщенням.
4. Колекційні зразки чотиривидових тритикале:
 - зразки 455 та 471, як донори підвищеного вмісту клейковини;
 - зразки 469 та 484 з високими показниками врожайності та елементами продуктивності колоса;
 - короткостеблові зразки 469, 471 та 473 в селекції на зниження висоти рослин;
 - зразок 473, як донор стійкості проти основних грибкових захворювань;
5. Загальну технологію створення, виділення та селекції пшенично-житніх хромосомно заміщених чотиривидових форм тритикале з використанням пшениці спельти озимої.
6. Способи створення, відбору та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале:
 - для спрощення процесу відбору пшенично-житніх хромосомно

заміщених форм тритикале: спосіб відбору *R/D* заміщених форм тритикале (за ознакою «стерильність-фертильність»), спосіб створення та відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале (створення хромосомно заміщених форм тритикале з використанням пшениці спельти та їх відбір за наявністю ознак спельти у нащадків), спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале (відбір хромосомно заміщених форм за відсутністю морфологічних ознак жита);

- для селекційного покращення тритикале за допомогою пшенично-житніх хромосомних заміщень: спосіб відбору повністю або частково заміщених по хромосомі *1R* форм тритикале, спосіб конверсії повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення у форми тритикале (обидва способи передбачають використання ознаки «безостість», як маркерної на наявність хромосомних заміщень);

- для створення безостих форм – спосіб створення безостих форм тритикале (використання безостих форм пшениці спельти для отримання безостих форм тритикале).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аллабердин И. Озимая тритикале в рационе телят / И. Аллабердин // Животноводство России. – 2009. – № 12. – С. 61.
2. Алли Г.Л. Тритикале как кормовая культура / Г.Л. Алли // Тритикале: Первая зерновая культура, созданная человеком. – М.: Колос, 1978. – С.266–273.
3. Анискин В.И. Технологические особенности зерна тритикале и пути повышения эффективности его использования / В.И. Анискин, Р.К. Еркинбаева, А. О. Налеев // ВНИИТЭИ. – М.: Агропром, 1992 г. – С. 43–46.
4. Ауэрман Л.Я. Исследование хлебопекарных свойств муки из зерна тритикале / Л.Я. Ауэрман, Л.В. Яковлева, И.А. Барина // Хлебопекар. и кондитер, пром-сть. – 1978. – № 5. – С. 18–19.
5. Баженов М.С. Изучение образцов озимой тритикале на наличие хромосомных замещений и их связь с устойчивостью к проростанию на корню / М.С. Баженов, М.Г. Дывашук, В.В. Пыльнев, Г.И. Карлов, В.С. Рубец // Известия ТСХА. – № 2. – 2011. – С. 45–54.
6. Білітюк А.П. Вирощування і використання зерна і зеленої маси тритикале на корм в тваринництві / А.П. Білітюк, С.М. Каленська // Вісник аграрної науки. – 2003. – №3. – С. 29–32.
7. Білітюк А.П. Цінний корм для тваринництва / А.П. Білітюк // Корми і кормовиробництво. – 2005. – №55. – С. 114–120.
8. Білітюк А.П., Гірко В.С., Каленська С.М. Тритикале в Україні: Монографія / За ред. А.П. Білітюка. – К., 2004. – 376 с.
9. Бирюков К.Н. Роль тритикале в стабилизации производства кормов на Дону / К.Н. Бирюков, А.В. Крохмаль, Т.В. Глуховец // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – №4. – С. 68–71.
10. Бебякіна І.В. Получение чужеродно – замещенных линий мягкой пшеницы сорта Аврора и их характеристика как исходного материала:

автореф. дис... канд. біол. наук: спец. 06.01.05. «Селекція і насінництво» / І. В. Беб'якіна. – Краснодар. – 2002. – 25 с.

11. Белько Н.Б. Создание секалотритикум – экспериментальный ароморфоз и эффективный путь расширения генофонда пшеницы с рожью / Н.Б. Белько, И.А. Гордей, С.А. Хохлова, И.С. Щетько, А.П. Быченко // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия: Труды Междунар. научно-практической конференции. Жодио. – 2004. – Т. 2. – С. 28–35.

12. Болотов Д.Н. Совершенствование технологии солодов из тритикале и применение их в пищевой промышленности: автореф. дис... канд.. тех. наук.: спец. 05.18.07 «Биотехнология пищевых производств» / Д.Н. Болотов. – Воронеж, 2004. – 22 с.

13. Болотов Н.А. Способ производства темного ферментированного солода из тритикале / Н.А. Болотов, Д.Н. Болотов // Материалы XXXIX отчетной научной конференции за 2000 год: В 2 ч. – Воронеж. – 2001. – ч.1 – С. 98.

14. Бороданенко А.И. Результаты изучения коллекции тритикале на Кубани / А.И. Бороданенко, Н.В. Андрияш, Т.В. Охотникова // Генофонд пшеницы и тритикале в селекции сортов интенсивного типа: Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции / ВИР. – Л., 1987. – Т. III. – С. 61–66.

15. Борадулин В.Р. Тритикале – ценная кормовая культура / В. Р. Борадулин // Главный агроном. – 2008. – № 5. – С. 48–50.

16. Боровик Е.С. Эффективность использования тритикале в кормлении цыплят – бройлеров: автореф. дис... канд. с.-г. наук.: спец. 06.02.08 «Кормопроизводство, кормление с/х животных и технология кормов» / Е. С. Боровик. – Курск, 2013. – 24 с.

17. Бормотов В.Е. Реконструкция полигенома гексаплоидных тригикал путем создания замещений хромосом А- и В- геномов хромосомам; D-генома / В.Е. Бормотов, Н.И. Дубовец, Г.В. Дымкова, Л.А. Соловей, Т.И.

Штык // Генетические основы селекции сельскохозяйственных растений – И., 1995. - С. 55–68.

18. Борошно із зерна тритикале. Технічні умови: ДСТУ 4690:2008. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 15 с. – (Національний стандарт України).

19. Братишко Н.І. Кормова цінність тритикале різних сортів залежно від року вегетації / Н.І. Братишко, В.К. Рябчун, Р.Б. Гриценко, О.В. Гавілей // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2009. – №6. – С. 29–35.

20. Братишко Н.І. Тритикале в годівництві / Н.В. Братишко, О.В. Притуленко // Наше Птахівництво. – 2012. – №1. – С. 28–29.

21. Братишко Н.И. Тритикале в кормлении циплят / Н.И. Братишко, О.В. Притуленко, Л.Л. Полякова, Р.Б. Гриценко // Міжвідомчий науковий тематичний збірник «Птахівництво». – 2010. – №62. – С. 1–6.

22. Вавилов Н.И. Научные основы селекции пшеницы / Н. И. Вавилов. – М. – 1935.–244 с.

23. Васильківський С.П. Особливості використання хімічного мутагенезу при створенні вихідного матеріалу пшениці озимої: автореф. дис...д. с. – г. н.: спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво» / С.П. Васильківський. – Одеса, 1999.–33 с.

24. Васильченко А.Н. Проблемы качества зерна для хлебопечения / А.Н. Васильченко // Хранение и переработка зерна. — 2006. — №5(83). — С. 43–44.

25. Ведерникова Н.А. Тритикале новый вид сырья для хлебопекарной промышленности / Н.А. Ведерникова, Т.И. Чумак. – М.: ЦНИИТЭИ Пищепром. – 1982. – № 4. – С. 28.

26. Виллегас Е. Содержание белка и лизина у тритикале улучшенных форм тритикале / Е. Виллегас, Р. Бауер // Тритикале: Первая зерновая культура, созданная человеком. – М.: Колос, 1978. – С. 162 – 168.

27. Воронков С.И. Биологические особенности и агротехника возделывания тритикале Ставропольский 1 на зеленый корм в зоне

неустойчивого увлажнения Северного Кавказа: автореф. дис... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво»/ С. И. Воронков. – Ставрополь, 1984. – 21 с.

28. Гіска В.С. Озимі проміжні посіви / В.С. Гіска // The Ukrainian farmer. – 2011. – №8. – С. 20–22.

29. Гірко В.С. Нетрадиційні методи створення вихідного матеріалу пшениці: автореф. дис... д. с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція та насінництво»/ В.С. Гірко. – Київ, 1999. – 40с.

30. Гірко В.С. Селекція тритикале / В.С. Гірко // Спеціальна селекція і насінництво польових культур // за ред. В.В. Кириченка. – Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва НААН України, 2010. – 462 с.

31. Генетика культурных растений. Зерновые культуры / [Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина; под ред. д-ров биол. наук, проф. В.Д. Кобилянського и проф. Т. С. Фадеевой] – Л.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.

32. Глазер В.М. Конверсия гена / В.М. Глазер // Соросовский образовательный журнал. – 2010. – Т. 6. – №1. – С. 23–31.

33. Голушко В.М. Влияние включения тритикале в состав комбикормов для мясного откорма свиней на интенсивность их роста / В.М. Голушко, А.Г. Марусич, И.А. Михалков // Научные основы развития животноводства в республике Беларусь. – Горки. – 1996. – С. 123–127.

34. Горбань Г.С. Озиме тритикале / Г.С. Горбань, В.М Костромітін // Озимі зернові культури. За ред. О.Л. Животкова і С.В. Бірюкова. – К.: Урожай. – 1993. – С. 254–286.

35. Горбань Г.С. Биологический метод получения гексаплоидных тритикале и их цитогенетика. Сравнительное изучение мейоза у 42-хромосомных растений F2 тритикале / Г.С. Горбань // Генетика. – 1982. – Т. 18. – №7. – С. 1115–1120.

36. Гордей И.А Тритикале. Генетические основы селекции. / И.А. Гордей, О.М. Люсиков, Н.Б. Белько, Л.В. Хотылева, Л.Н. Каминская, Л.В.

Корень, О.М. Орловская, С.И. Гриб, В.Н. Буштевич // Частная генетика растений. – Минск: Беларуская навука. – 2010. – Т 2. – С. 52–90.

37. Гордей И.А. Тритикале: генетические основы создания / И.А. Гордей. – Минск: Навука и тэхніка. – 1982. – 287с.

38. Горковенко Л. Тритикале в комбикормах для свиней / Л. Горковенко, А. Чиков, А. Сахарова – Фетисова // Животноводство России. – 2010. – № 12. – С. 41–42.

39. Господаренко Г.М. Хлібопекарські властивості зерна тритикале ярого за різних норм і строків внесення азотних добрив / Г.М. Господаренко, В.В. Любич // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2010. – №1. – С. 6–9.

40. Грабовец А.И. Особенности селекции гексаплоидных тритикале в условиях Среднего Дона и некоторые итоги / А.И. Грабовец, А.В. Крохмаль, Н.А. Чекунова // Генетика и селекция растений на Дону. – Ростов-на-Дону. – 2003. – № 3. – С. 107–126.

41. Гриценко С.А. Разработка технологии хлеба функционального назначения на основе муки тритикале: автореф. дис... канд. техн. наук: спец 05.18.01 «Технология хлебопекарных, макаронных и кондитерских продуктов» / С.А. Гриценко – Краснодар, 2003. – 21 с.

42. Гребенюк І.В. Методи збагачення генофонду тритикале / І.В. Гребенюк // Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка. – 2010. – Т. 2. – № 15 (202). – С. 100–117.

43. Гриб С.И. Генофонд, методы и результаты селекции тритикале в Беларуси / С.И. Гриб, В.Н. Буштевич // Генетичні ресурси рослин. – 2005. – №8. – С. 197. – 143.

44. Гриб С.И. Результаты и актуальные направления селекции тритикале в Беларуси / С. И. Гриб // Известия национальной академии аграрных наук Беларуси. – 2003. – №1. – С. 29–33.

45. Гриб С.И. Проблемы производства продукции растениеводства и пути их решения / С.И. Гриб, В.Н. Буштевич, Л.В. Новикова // Материалы

международной научно-практической юбилейной конференции, посвященной 160-летию Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – Горки. – 2000. – Ч.1. – С.156–159.

46. Гужов Ю.Л. Перспективы селекции тритикале на гетерозис / Ю.Л. Гужов, Р.К. Велланки, Н.Г. Максимов // Докл. ВАСХНИЛ. – 1982. – № 9. – С. 6–8.

47. Гужов Ю.Л. Тритикале - первая зерновая культура, созданная человеком. Переклад з англійської мови М.Б. Евгеньєва / за ред. Ю. Л. Гужова. – М. – 1978. – 284с.

48. Гужов Ю.Л. Тритикале - первая созданная человеком зерновая культура и ее потенциальные возможности: Селекционно-генетические аспекты у тритикале // 1 междунар. симпоз. «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования»: Тез. докл. – Пущино. – 1995. – С. 258–260.

49. Гунькина Н.И. Оптимизация переработки тритикале / Н.И. Гунькина, Е.Д. Фараджева // «Производство спирта и ликероналивочных изделий. – 2002. – №2. – С. 16–17.

50. Даниликин Н.М. Генетический анализ признаков продуктивности и устойчивости к проростанию на корню у яровой тритикале: автореф. дис... канд. біол. наук: спец. 03.00.15 «Генетика», 06.01.05 «Селекція і насінництво» / Н.М. Даниликин. – Москва, 2009. – 18 с.

51. Державна методика кваліфікаційної експертизи сортів рослин з визначення показників придатності до поширення в Україні (зернові, круп'яні та зернобобові види). – Український інститут експертизи сортів рослин. – 2012. – Вип. 2. – 81 с.

52. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2013 році. Головний редактор В.А. Хаджиматов. – К.:ТОВ «Алефа». – 2010. – 243 с.

53. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2013 році. Головний редактор В.А. Хаджиматов. – К.:ТОВ «Алефа». – 2014. – 250 с.
54. Дем'яненко Л.М. Стан розвитку вітчизняної селекції тритикале / Л.М. Дем'яненко, В.Н. Лисікова, З.П. Києнко // Пропозиція. – 2012. – №8. – С. 35–37.
55. Дерменко О.П. Хвороби озимого тритикале / О.П. Дерменко // Пропозиція. – 2007. – №8 – С. 78–84.
56. Дженкинс Б.И. Гексаплоидное тритикале: прошлое, настоящее и будущее / Б.И. Дженкинс // Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком. – М.: Колос. – 1978. – С. 73.
57. Дивашук М.Г. Идентификация хромосомных транслокаций и замещений у некоторых форм яровой тритикале: автореф. дис... канд. біол. наук: спец. 03.00.15. «Генетика» / М. Г. Дивашук. – Москва, 2007. – 21 с.
58. Дымкова Г.В. Реконструкция кариотипа гексаплоидных тритикале путем межгеномных замещений хромосом: автореф. дис... канд. біол. наук: спец. 03.00.15 «Генетика» / Г.В. Дымкова. – Минск, 1996. – 22 с.
59. Дымкова Г.В. Сравнительное изучение замещенных форм гексаплоидных тритикале методами электрофореза белков и дифференциального окрашивания хромосом / Г.В. Дымкова, Н.И. Дубовец, Л.А. Соловей, Т.И. Штык // Вест АН РБ. Сер. бШи навук. – 1995. – N 4. – С. 57–62.
60. Діордієва І.П. Використання морфологічних ознак жита для виділення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале / І.П. Діордієва, Ф.М. Парій // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2015. – №1. – С. 25–32.
61. Діордієва І.П. Господарсько-цінні ознаки чотиривидових форм тритикале / І.П. Діордієва, Ф.М. Парій // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – №3. – С. 188–192.

62. Діордієва І.П. Чотиривидові тритикале / І.П. Діордієва, Ф.М. Парій // Генетичні ресурси рослин. – 2015. – №15. С. 41–53.
63. Діордієва І.П. Оцінка низькостеблових форм чотиривидових тритикале за основними господарсько-цінними ознаками / І.П. Діордієва, Ф.М. Парій // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2014. – №1. – С. 74–78.
64. Діордієва І.П. Використання ознаки «стерильність-фертильність» пилку для відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале / І.П. Діордієва, Ф.М. Парій // Селекція і насінництво. – 2015. – Вип.107. – С. 45–52.
65. Диордиева И.П. Создание четыревидовых форм тритикале / И.П. Диордиева, Ф.Н. Парий // Земледелие и защита растений. – 2015. – №5 (102). – С. 35–42.
66. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов — М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
67. Дробот В.І. Хімічний склад і хлібопекарські властивості обойного борошна із зерна тритикале / В.І. Дробот, Т.О. Федорова // Хранение и переработка зерна. – 2001. – №20. – С. 42–43.
68. Дубовец Н.И. Тетраплоидные тритикале получение и цитологический анализ: автореф. дис... канд. біол. наук: спец. 03.00.15 «Генетика» / Н.И. Дубовец. – Мінськ, 1988. – 19 с.
69. Дубовец Н.И. Тетраплоидные тритикале как модель для формирования гибридных геномов злаков / Н.И. Дубовец // 11th EWAS Conference. – Новосибирск, 2000. – С. 45.
70. Дубовец Н.И. Хромосомные технологии в селекции тритикале на повышение качества зерна / Н.И. Дубовец // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: материалы Юбилейной международной научно-практической конференции, 29 июня 2007г., г. Жодино. – Минск, 2007. – С. 67–69.

71. Егоркина Г.И. Цитогенетическое изучение вторичных гексаплоидных тритикале: автореф. дис... канд. биол. наук: спец 03.00.15 «Генетика» / Г.И. Егоркина. – Барнаул, 1983. – 22 с.

72. Еркинбаева Р.К. Исследование хлебопекарных свойств муки из зерна тритикале: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.18.01 «Технология хлебопекарных, макаронных и кондитерских продуктов» / Р.К. Еркинбаева. – Московский технологический институт пищевой промышленности. М. – 1980. – 24 с.

73. Еркинбаева Р.К. Технологии хлебобулочных изделий из тритикалевой муки / Р.К. Еркинбаева // Хлебопечение России. – 2004. – № 4. – С. 14–15.

74. Ермишина Н.М. Повышение завязываемости семян при получении отдаленных гибридов гексаплоидных тритикале с пшеницей / Н.М. Ермишина, Е.М. Кременевская, О.Н. Гукасян, В.А. Лемеш // Известия национальной академии наук Беларуси. – 2011. – № 2. – С. 41–44.

75. Єгоров Д.К. Гетерозисна селекція жита озимого в Україні – резерв збільшення врожаїв / Д.К. Єгоров // Посібник українського хлібороба. – Харків. – 2010 р. – С. 242.

76. Жегалов С.И. Скрещивание твердой пшеницы с рожью / С.И. Жегалов // Научно-агрономический журнал. – 1925. – № 5. – С. 316 – 318.

77. Зерно. Метод определения массы 1000 зерен: ГОСТ 10842–89. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1989. – 6 с.

78. Иванистов А.Н. Оценка основных элементов продуктивности тритикале и секалотритикум / А.Н. Иванистов, И.Н. Таранова // Зб. тез міжнародної науково – практичної конференції «Гончарівські читання». – Суми: Сумський НАУ. – 2013. – С. 42–44.

79. Исмоилов М.И. Эколого-генетические аспекты селекции зерновых колосовых культур в Республике Таджикистан: автореф. дис...

д.б.н: спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво»/ М.И. Исмоилов. – Москва, 2005. – 23 с.

80. Казаков Е.Д. Хлеб из целого зерна / Е.Д. Казаков // Хлебопродукты. – 1998. – № 9. – С. 20–22.

81. Каталог Мировой коллекции ВИР – Ленинград. – 1985. – С. 4–35.

82. Каленська С.М. Тритикале – нові сорти, нові перспективи / С.М. Каленська, Т.І. Янішевський // Агроінком. – 1998. – № 3–4. – С. 21.

83. Карчевська О.Е. Хлеб из тритикале / О.Е. Карчевська, Г.Ф. Дремучева, А.И. Грабовец, В.Я. Ковтуненко // Индустрия хлебопечения. – 2011. – №4. – С. 56–57.

84. Ключева, Л.В. Селекция яровой тритикале на Дону // Л.В. Ключева, А.И. Грабовец // Тритикале России: материалы заседания секции тритикале РАСХН. Ростов-на-Дону, 2008. – С. 36–41.

85. Крайнов О.О. Аналіз генетичного різноманіття та спадковості господарських ознак сортів різних типів озимого тритикале: автореф. дис... канд. біол. наук: спец 03.00.15 «генетика»/ О.О. Крайнов. – Одеса, 2003. – 19 с.

86. Крамарьов С.М. Степ: цінна біологічна здатність / С. М. Крамарьов, Ю.Я. Сидоренко, С.М. Остапенко // Насінництво. – 2010. – №8 – С. 13–15.

87. Ковтуненко В.Я. Селекция озимой и яровой тритикале различного использования для условий Северного Кавказа: автореф. дис... д. с. – г. наук: спец. 06.01.05 «Сельское и лесное хозяйство» / В.Я. Ковтуненко. – Краснодар, 2009. – 37 с.

88. Козьмина Н.П. Новая зерновая культура тритикале и её технологические свойства / Н.П. Козьмина, Е.А Воронова, Є.Е. Хачатурян. – М.: ЦНИИТЭН. – 1976. – С. 153–168.

89. Кондратенко Р.Г. Мука тритикалевая кондитерская / Р.Г. Кондратенко, Е.Н. Урбанчик, А.Л. Гутько // Хранение и переработка зерна. – 2003. – №7. – С. 50–51.

90. Корчагіна О.В. Дослідження хімічного складу та хлібопекарських властивостей борошна із зерна тритикале озимого / О.В. Корчагіна // Вісник Дон НУЕТ. – 2009. – №2. – С. 15–20.
91. Корячкина С.Я. Технология хлеба из целого зерна тритикале / С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова, Л.В. Черепнина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Государственный университет имени Н.П.К.» – 2012. – 177 с.
92. Кочурко В.И. Агротехнические основы формирования урожайности озимого тритикале на дерновоподзолистых легкосуглинистых почвах: автореф. дис... д. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» / В.И. Кочурко. – Жодино, 2002. – 38 с.
93. Кочмарський В.С. Лісостеп: Селекція та агротехнологія / В.С. Кочмарський, С.І. Волощук, Н.Ф. Решетник, Р.В. Яременко // Насінництво. – 2010. – №8 – С. 10–12.
94. Кривченко В.И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней / В.И. Кривченко – М., 1984. – 303 с.
95. Крючкова Т.Е. Улучшение технологических показателей хлеба из муки тритикале с помощью пшеничной клейковины / Т.Е. Крючкова // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 82 (08) [электронный ресурс]. – ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/01.pdf.
96. Кузнецова Л.И. Обогащение хлеба витаминами путем комплексного использования заквасок / Л.И. Кузнецова // Хлебопечение России. – 2005. – №2. – С. 14–15.
97. Куркиев К.У. Генетические аспекты селекции короткостебельных гексаплоидных тритикале: автореф. дис... д. б. н.: спец. 03.00.15, 06.01.05 «Генетика» «Селекция и семеноводство»/ К.У. Куркиев. – Дербент, 2009. – 24 с.
98. Куркиев К.У. Идентификация генов короткостебельности Rht2 и Rht8 у образцов гексаплоидного тритикале с помощью ДНК маркеров / К.У. Куркиев, Л. Г. Тырышкин, М.А. Колесова, У.К.Куркиев // Вестник ВОГиС. – 2008. – Т.12. – №3.– С. 372–377.

99. Куркиев У.К. Классификация рода $\times$ *Triticosecale* Wittm. / У.К. Куркиев, А.А. Филатенко // Тез. Докл. II Вавиловской междунар. Конфер.: Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. Состояние, проблемы, перспективы. – Санкт–Петербург. – 2007. – С.28–30.
100. Куркиев У.К. Создание тетраплоидных форм тритикале / У.К. Куркиев, А.К. Абдуллаева // Селекция и семеноводство. – 1983. – №5. – С.17 – 19.
101. Куркиев У.К. Создание гексаплоидных тритикале с хромосомами генома D / У.К. Куркиев, К.У. Куркиев, А.К. Абдуллаева // Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов: материалы междунар. науч.-практ конф. – Ростов-на-Дону, 2010. – С.34–41.
102. Лартер Е.Н. Исторический обзор по селекции тритикале / Е.Н. Лартер // Тритикале первая зерновая культура созданная человеком. – М.:Колос. – 1978. – С.52–68.
103. Латипов А.З. Особенности анатомического строения стебля тритикале / А.З. Латипов, А.И. Алексеева // Селекционно-генетические исследования интенсивных сортов зерновых и бобовых культур. – Сб. науч. тр. Белорус, с. – х. акад. – Горки, 1990. – С. 61–71.
104. Лашко А.И. Нетрадиционные корма для кормления индеек / А.И. Лашко // Птичий двор. – 2005. – №9. – С. 9–11.
105. Литвиненко Н.А. Генетические и селекционные аспекты использования озимых гексаплоидных тритикале в селекции мягкой пшеницы / Н.А. Литвиненко, М.Г. Максимов // Селекція і насінництво. – 2008 – Вип. 96. – С. 15–33.
106. Лукьянчук В.Н. Сравнительная эффективность использования озимой тритикале в рационах крупного рогатого скота и свиней: автореф. дис канд. с.-г. наук.: спец. 06.02.02 «Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов» / В.Н. Лукьянчук. – п. Персиановский, 2004. – 20 с.
107. Максимов Н.Г. Цитогентическая и хозяйственно – биологическая характеристика гибридов октоплоидных тритикале с гексаплоидными / Н.Г.

Максимов, П.М. Шарма, В.Н. Тоцкий, В.И. Максимова // Цитология и генетика. – 1998. – Т.32. – №6. – С. 78–86.

108. Мацьковяк В. Достижения польской селекции тритикале по данным национальных и международных результатов / В. Мацьковяк // Сб. науч. труд, координационного совещания стран-членов СЭВ 25–29 июня 1990 г. – ИСАР, Радзиков, Польша, 1990. – С. 3–17.

109. Медведев А.М. Основные проблемы селекции тритикале и возможные пути их решения / А.М. Медведев, Н.М. Комаров, Н.И. Соколенко // Тритикале России. Селекция, агротехника возделывания, переработка и использование сырья из тритикале. – Ростов –на-Дону. – 2000. – С. 41–45.

110. Мейстер Г.К. Ржано-пшеничные гибриды / Г.К. Мейстер. – М.: Сельхозгиз, 1936. – С. 5–25.

111. Мейстер Г.К. Формообразовательный процесс ржано-пшеничных гибридов / Г.К. Мейстер // Ржано-пшеничные гибриды в процессе их изучения и использования для селекции. – М.: Госиздат, Сельхозгиз, 1936. – С. 15–141.

112. Мельник В. С. Явище ефекту гетерозису. Використання в селекції ярого тритикале // В. С. Мельник, В. К. Рябчун // Насінництво. – 2010. – №8. – С. 17–19.

113. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / [Трибель С.О., Гетьман М.В., Стригун О.О.]. – К.: Колообіг. – 2010. – 392 с.

114. Михайлова Л.А. Генетический контроль устойчивости тритикале к бурой ржавчине / Л.А. Михайлова, А.Ф. Мережко, Е.Ю. Фунтикова // Доклады РАСХН. – 2010. – № 2. – С. 3–6.

115. Михайлова Л.А. Разнообразие тритикале по устойчивости к бурой ржавчине / Л.А. Михайлова, А.Ф. Мережко, Е.Ю. Фунтикова // Доклады РАСХН. – 2009. – № 5. – С. 27–29.

116. Москалець В.В. Деякі історичні аспекти виведення та етапи селекційної роботи з тритикале / В.В. Москалець, Т.З. Москалець, В.І. Москалець // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – 2012. – № 4. – С. 136–153.

117. Нінієва А.К. Генетичне різноманіття спельти озимої за господарсько – цінними ознаками в умовах східної частини Лісостепу України / А.К. Нінієва // Селекція і насінництво. – 2012. – №102. – С. 156–167.

118. Нінієва А.К. Презимівля колекційних зразків та гібридів озимої спельти / А.К. Нінієва // Біологія: від молекули до біосфери. Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців (22 – 25 листопада). – Харків. – 2010. – С. 201–202.

119. Нінієва А.К. Селекційна цінність спельти в умовах східної частини Лісостепу України / А.К. Нінієва // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2013. – Вип. 82. – С. 159–166.

120. Новак Ж.М. Висота рослин та щільність колоса зразків пшениці озимої створених методом віддаленої гібридизації / Ж.М. Новак, І.О. Полянецька, І.Р. Заболотна // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків. – 2014. – №21. – С. 179–183.

121. Олійничук С. Культура невибаглива, але перспективна / С. Олійничук, Г. Шматкова, Л. Маринченко // Харчова і переробна промисловість. – 2004. – №4. – С. 10–12.

122. Орлова И.Н. Нестабильность числа хромосом в мейозе гексаплоидных тритикале и исследование ее причин / И.Н. Орлова // Генетика. – 1970. – Т.6 – №2 – С. 5–16.

123. Основи наукових досліджень в агрономії / [Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В та ін.]. – К.: Дія, 2005. – 288 с.

124. Осокіна Н.М. Порівняльна оцінка технологічних властивостей зерна пшениці озимої та ярого тритикале / Н.М. Осокіна, К.В. Костецька //

Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2012. – №1. – С. 106–111.

125. Пат. №89585 Україна. Спосіб відбору R/D заміщених форм тритикале / Ф.М. Парій, М.Ф. Парій, І.П. Діордієва, І.Р. Заболотна, Я.С. Рябовол, В. В. Любич (Україна); заявл. 29.11.13.; опубл. 25.04.14; бюл. №8.

126. Пат. 731816, СССР, МПК⁷ С 12 С 7/04. Способ получения пивного суслу / Є.А. Савельева, Д.Б. Лифшиц, Е.И. Ведерникова; заявник та патентовласник Харьковский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института пиво-безалкогольной промышленности, Украинский научно-исследовательский институт растениеводства, селекции и генетики им. В.Я. Юрьева, Харьковский отдел Всесоюзного научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности; заявл. 27.11.78; опубл. 07.07.81, бюл. № 25.

127. Пат. 2062580 Российская Федерация, МКИ А 21 Д 13/02. Способ производства хлеба / Ю.А. Коротков [и др.].

128. Пат. 2257084 Российская Федерация, А21D 8/02, 2/36. Способ приготовления хлебобулочного изделия / А.А. Петрик и др.– №2003138110/13; заявл. 30.12.2003; опубл. 27.07.2005, Бюл. №21. – 5 с.

129. Пат. 2216175 Российская Федерация, МПК 7С2 А21D/3/02, 2/00. Способ производства зернового хлеба / В.Я. Черных, Н.В. Лабутина, А.Н. Фазлутдинова.– №2000125970/13; заявл. 18.10.2000; опубл. 20.11.2003, Бюл. №32.

130. Пат. 5969219 США МПК⁴С. Awn-inhibitor genes of triticales and their use / S. Nalepa, G. Fohner (США); заявл. 3.12.96; опубл. 19.10.99.

131. Пащенко Л.П. Использование тритикале в хлебопечении / Л.П. Пащенко, В.В Стрычин // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2001 – № 2. – С. 20–22.

132. Пащенко Л.П. Тритикале: состав, свойства, рациональное использование в пищевой промышленности / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова, А.В. Любарь. – Воронеж: Издат. полигр. фирма Воронеж. – 2005. – 206 с.

133. Пащенко Л.П. Применение тритикалевой муки и солода в технологии хлеба / Л.П. Пащенко, И.А. Никитин, Д.Н. Болотов, Л.В. Любарь // Хранение и переработка сельхоз сырья. – 2003. – №9. – С. 73–75.
134. Писаренко П.В. Вплив біологізованої агротехнології вирощування тритикале озимого на елементи структури врожайності зерна / П.В. Писаренко, В.В. Москалець, В.І. Москалець // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2013. – № 2. – С. 10–14.
135. Плакса В.М. Поширення тритикале в світі / В.М. Плакса, С.М. Каленська, П.П. Король // Сучасні аграрні технології. – 2013. – №1. – С. 34–38.
136. Программа селекционных работ Харьковского селекционного центра по зерновым культурам до 1990 года. – Харьков, 1976. – С. 70–85.
137. Рабинович С.В. Методы селекции и исходный материал в создании короткостебельных сортов пшениц / С.В. Рабинович. – М.: Колос, 1975. – С. 26–53.
138. Рибалка О.І. Генетичне різноманіття клейковинних білків у зразків тритикале світової колекції / О.І. Рибалка, Ю.В. Кисельов // Збірник наукових праць СГІ–НЦНС. – 2009. – вип. 14 (54). – С. 37–47.
139. Рибалка О.І. Тритикале и энергетика. Перспективы недооцененной культуры / О.І. Рибалка // Зерно. – 2012. – №9. – С. 15–16.
140. Рибалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення / О.І. Рибалка. – К.: Логос. – 2011. – 494 с.
141. Ригин Б.В. Пшенично-ржаные амфидиплоиды / Б.В. Ригин, И.Н. Орлова. – Л.: Колос, 1977. – 279 с.
142. Рябовол Я.С. Гібридна пшениця: проблеми, можливості, переваги, перспективи / Я.С. Рябовол, Ф.М. Парій, Л.О. Рябовол, І.Р. Заболотна, І.П. Діордієва // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2014. – Вип.86. - С. 210 – 215.

143. Рябчун Н.І., Єльніков М.І., Звягін А.Ф. Спеціальна селекція і насінництво польових культур // за ред. В.В. Кириченка. – Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН України. – 2010. – 462 с.

144. Рябчун В.К. Хлебопекарное качество зерна новых линий яровых гексаплоидных тритикале / В.К. Рябчун, В.И. Шатохин, И.А. Панченко // Тези Між нар. конф. "Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва". Інститут рослинництва ім. В.Я.Юр'єва. – Харків. – 1999. – С. 199–200.

145. Сечняк Л.К. Тритикале / Л.К. Сечняк, Ю.Г. Сулима. – М.: Колос. – 1984. – 317 с.

146. Силкова О.Г. Передача генетического материала ржи в геном пшеницы с помощью межгеномных хромосомных замещений / О.Г. Силкова, А.И. Щапова, В.К. Шумный // Вестник ВОГиС. – №4, 2008. – С. 654–661.

147. Скакунов А.В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий на основе тритикалевой муки с использованием пряно-ароматических добавок: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.18.01 «Технология хлебопекарных, макаронных и кондитерских продуктов» / А.В. Скакунов – Краснодар, 2006. – 21 с.

148. Соловьев А.А. Влияние 2R/2D-замещения на проявление некоторых признаков у гибридов F1 тритикале / А.А. Соловьев, Х.С. Вишнякова // Доклады ТСХА. – 1997. – № 268. – С. 3–8.

149. Соловьев А.А. Взаимодействие генов при отдаленной гибридизации и трансгенозе: автореф. дис... д.б.н.: спец. 03.00.15 «Генетика» 06.01.05. «Селекція і насінництво» / А.А. Соловьев. – Москва, 2007. – 42 с.

150. Степочкин П.И. Изучение кариотипов некоторых форм трехвидовых тритикале с помощью метода дифференциальной окраски хромосом / П.И.Стёпочкин// Известия СО АН СССР. – 1979. – вып. 2. – С. 79–85.

151. Степочкин П.И. Из опыта создания пшенично-ржаных гибридов для селекции тритикале в Сибири / П.И.Стёпочкин, Н.С. Владимиров // Сиб. вестник с.-х. науки. – 1978. – № 4. – С. 39–44.
152. Стёпочкин П.И. Использование сибирского генофонда и коллекций зерновых культур в селекции / П.И.Стёпочкин // Селекция сельскохозяйственных растений: итоги, перспективы. — Новосибирск. – 2005. – С. 171–179.
153. Степочкин П.И. Проблемы разновидностной классификации октоплоидных тритикале / П.И. Степочкин // Генетические ресурсы растений. Проблемы эволюции и систематики. – СПб, 2009. – С. 219–221.
154. Стёпочкин П.И. Создание и селекционное использование генофонда пшеницы и тритикале в СИБНИИРС / П.И. Стёпочкин // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т16. – №1. – С. 33–36.
155. Стёпочкин П.И. Формообразовательные процессы в популяциях тритикале / П.И. Стёпочкин // Новосибирск: ООО ИПФ «Агрос». – 2008. – 164 с.
156. Степочкин П.И. Цитогенетическое изучение вновь созданных пшенично-ржаных гибридов и амфидиплоидов / П.И.Степочкин // НТБ СибНИИРС. - Новосибирск: РПО СО ВАСХНИЛ. – 1979. – Вып. 8, 9. – С.14 – 20.
157. Суворова К.Ю. Закономірності формоутворення при гібридизації гексаплоїдних форм тритикале з м'якою пшеницею: автореф. дис... канд. біол. наук: спец. 03. 00. 15 «Генетика» / К.Ю. Суворова. – Київ, 2002. – 22 с.
158. Сухомуд О.Г. Вміст клейковини в зерні тритикале ярого залежно від рівня азотного живлення / О.Г. Сухомуд, В.В. Любич // Наукові доповіді НУБіП. – 2013. – №2. – С. 21–29.
159. Терновська Т.К. Гени промотори остисті у геномах *Triticinae* / Т.К. Терновська, М.З. Антонюк, В.С. Мартиненко // Цитология и генетика. – 2012. – № 3. – С. 10–19.

160. Тертычная Т.Н. Использование тритикале в производстве диетического печенья / Т.Н. Тертычная, О.С. Черных, Н.М. Дерканосова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 2. – С. 48–54.

161. Тертычная Т.Н. Оптимизация рецептуры хлеба повышенной пищевой ценности на основе тритикале / Т.Н. Тертычная, С.В. Кречетова, Н.М. Дерканосова // Хлебопечение России. – 2003. – № 1. – С. 16–18.

162. Тертычная Т.Н. Теоретические и практические аспекты использования тритикале в производстве хлебобулочных и кондитерских изделий повышенной пищевой ценности: автореф. дис.... д. с.-г. н.: спец. 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Т.Н. Тертычная. – Москва, 2010. – 25 с.

163. Тертычная Т.Н. Технологические аспекты использования муки из зерна тритикале в хлебопечении / Т.Н. Тертычная, С.В. Гончаров // Тритикале России. Сб. материалов конференции 8-10 июля 1999. Р.-на-Дону. – 2000. – С. 113–118.

164. Тихенко Н.Д. Генетика пшенично-ржаных гибридов и первичных октоплоидных тритикале: автореф. дис...д.б.н: спец. 03.00.15 «Генетика» / Н.Д. Тихенко. – Санкт-Петербург, 2011. – 45 с.

165. Толковый словарь иноязычных слов / [укладач Крысин Л.П.]. – М.: Эксмо, 2008. – 944 с.

166. Тритикале: Генетические основы создания: монографія / И.А. Гордей; наук.ред. В.Е.Бормотов. Минск : Навука і тэхніка, 1992. – 287 с.

167. Тритикале России. – Сб. материалов заседания секции тритикале РАСХН, 8-9 июля 1999 г. / Отв. ред. А.И. Грабовец. – Ростов-на-Дону, 2000. – 132 с.

168. Уколов А.А. Определитель зерновых, зорнобобовых культур и кормовых трав / А.А. Уколов, Т.И. Хуцапария, В.С. Рубец, А.А. Соловьев. – М.: ФГОУ РПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2006. – С. 19–20.

169. Уразалиев Р.А. Тритикале – ценная кормовая культура / Р.А. Уразалиев, Б.А. Айнабекова, С. Шортанбаева // Биологические основы селекции и генофонда растений: матер. междунар. научн. конф. – 2005. – С. 260–261.
170. Фазлутдинова А.Н. Хлеб из целого зерна в патентоохранных документах / А.Н. Фазлутдинова, Н.В. Лабутина // Хлебопечение России. – 2002. – № 6. – С. 30–31.
171. Федорова Т.Н. Особенности мейоза у 6х- и 8х- тритикале и фертильность растений // Генетика. – 1987. – Т.23. – №4. – С. 707–715.
172. Федорова Т.О. Прискорена технологія виробництва хліба з тритикалевого борошна / Т.О. Федорова, В.І. Дробот // Зернові продукти і комбікорми. – 2003. – №4. – С. 27–29.
173. Федорова Т.Н. Селекционная работа с тритикале в НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны / Т.Н. Федорова // Тритикале: Проблемы и перспективы. – Каменная степь: НИИСХ ЦЧП. – 1976. – Ч.1. – С.42–48.
174. Фёдоров А.К. Тритикале — ценная зернокормовая культура / А.К. Федоров // Кормопроизводство. – 1997. – № 6. – С.41 – 42.
175. Хареба В.В. Наукові аспекти виробництва біоетанолу / В.В. Хареба // Вісник цукровиків України. – 2011. – №13. – С.179–184.
176. Хомякова О.В. Создание исходного материала для селекции тритикале на основе клеточных биотехнологий: автореф. дис... канд. біол. наук: спец. 06.01.05. «Селекція і насінництво» / О.В. Хомякова. – Саратов, 2009. – 21 с.
177. Худенко М.А. Итоги изучения ярового тритикале коллекции ВИР в условиях Красноярской Лесостепи / М.А. Худенко/ Аграрная наука сельскохозяйственному производству Монголии, Сибири и Казахстана: Сборник научных докладов XIII-й Междунар. науч.-практ. конф. (Улан-батор, 6-7 июня 2010 г.). – Монгольская академия аграрных наук. – Уланбатор – 2010. – Ч. 1-2. – С. 331–333.

178. Цыганова Т.Б. Технология хлебопекарного производства / Т.Б. Цыганова. - М.: ПрофОбрИздат. – 2001. –430 с.

179. Черепнина Л.В. Разработка технологии хлебобулочных изделий из целого зерна тритикале с применением ферментных препаратов на основе целюлаз: автореф. дис... канд. тех. наук: спец. 05.18.01. «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Л.В. Черепнина. – Орел, 2010. – 19 с.

180. Шелепов В.В Селекція, насінництво та сортознавство пшениці / В. В. Шелепов, М. М. Гаврилюк, М. П. Чебаков. – Миронівка, 2007. – 405с.

181. Шишкина А.А. Выявление хромосомных перестроек и их эффектов у яровой тритикале: автореф. дис... канд. біол. наук: спец. 03.00.15 «Генетика» / А.А. Шишкина. – Москва, 2009. – 20 с.

182. Шишлова Н.П. Биометрическая и физико-химическая характеристика межродовых реципрокных гибридов между тритикале (*Triticosecale* Wittmack) и пшеницей (*Triticum spelta* и *Triticum turgidum*) / Н.П. Шишлова, А.М. Шишлова, М.П. Шишлова // Известия Национальной Академии Наук Беларуси. – 2012.– № 14 – С. 28–33.

183. Шкутина Ф.М. Цитогенетическое исследование пшенично-ржаных амфидиплоидов: автореф. дис... канд. біол. наук: спец. 03.00.15. «Генетика» / Ф.М. Шкутина. – Новосибирск, 1969. – 22 с.

184. Шулындін А.Ф. Амфидиплоиды, полученные от скрещивания озимой твердой пшеницы с рожью / А.Ф. Шулындін, Л.Н. Наумова // Селекция и семеноводство – 1965. – № 1. – С. 34–55

185. Шулындін А.Ф. Генетические основы синтеза различных тритикале и их селекционное улучшение / А.Ф. Шулындін // Тритикале, изучение и селекция. – 1975. – С.53–69.

186. Шулындін А.Ф. Изучение содержания белка и качества клейковины в зерне октоплоидных и гексаплоидных пшенично-ржаных

амфидиплоидов / А.Ф. Шулындин, Л.Н. Наумова, Л.К. Константинова // Генетика. – 1967. – № 4. – С. 99–107.

187. Шулындин А.Ф. Использование полиплоидов в селекции пшеницы и ржи. – В кн. Полиплоидия и селекция. М. – Л.: «Наука», 1965. – С. 193.

188. Шулындин А.Ф. Использование полиплоидии в селекции озимых зерновых культур // Вести, с.-х. науки. – 1965. – № 7. – С. 125.

189. Шулындин А.Ф. Классификация геномов и биологический синтез трехвидовых пшенично-ржаных амфидиплоидов / А.Ф. Шулындин // Цитология и генетика. – 1970. – Т.4. – № 2. – С. 140–146.

190. Шулындин А.Ф. Кормовой амфидиплоид 1 / А.Ф. Шулындин. – Харьков, 1976.

191. Шулындин А.Ф. Тритикале: О выведении зерновых и кормовых пшенично – ржаных амфидиплоидов различной геномной структуры / А.Ф. Шулындин // Вест. с. – х. науки. – 1971. – №11. – С. 60–71

192. Шулындин А.Ф. Синтез трехвидовых пшенично-ржаных амфидиплоидов / А.Ф. Шулындин // Генетика. – 1970. – Т.4. – № 2. – С. 140–146.

193. Шулындин А.Ф. Скрещиваемость тритикале ($2n = 42$) с мягкой пшеницей и плодовитость гибридов первого поколения / А.Ф. Шулындин, Н.Г. Максимов // Селекция и семеноводство. – 1972. – №21. – С. 47–56.

194. Щипак Г.В. Продуктивность, адаптивность и качество зерна современных украинских сортов озимой тритикале / Г.В. Щипак, Ю.В. Цупко, А.П. Петрова, В.Г. Щипак // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16. – №2 – С. 464–470.

195. Щипак Г.В. Оцінка сортотрібків тритикале озимого за екологічною пластичністю та стабільністю основних ознак продуктивності / Г.В. Щипак, С.І. Святченко, М.І. Непочатов // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2014. – №16. – С. 247–256.

196. Щипак Г.В. Результаты та перспективи селекції тритикале / Г.В. Щипак, В.К. Рябчун, В.І. Шатохін // Селекція і насінництво. – 2000. – № 84. – С. 17–25.
197. Щипак Г.В. Селекція і насінництво тритикале озимого / Г.В. Щипак // Спеціальна селекція і насінництво польових культур. – Харків, 2010. – С. 70–107.
198. Щипак Г.В. Селекция озимых тритикале на улучшение хлебопекарских качеств / Г.В. Щипак, Е.Ю. Суворова, И.А. Панченко, В.Г. Щипак, В.О. Гринь, Д.А. Сотников // Фактори експериментальної еволюції організмів. – К.: Логос, 2009. – С. 337–341.
199. Щипак Г.В. Хлебопекарные качества сортов озимой гексалоидной тритикале / Г.В. Щипак, Ю.В. Цупко, В.Г. Щипак // Тритикале. Генетика, селекция, семеноводство, агротехника, технология использования зерна и кормов. – Ростов-на-Дону. – 2012. – №5. – С. 125–136.
200. Югенхеймер Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование: монография / Р.У. Югенхеймер; пер. с англ. Г.В. Дерягина, Н.А. Емельяновой; под ред. Г.Е. Шмараева. – М.: Колос, 1979. – 519 с.
201. Anon E.C. Triticale: A promising addition to the world's cereal grains / E.C. Anon // National Academy Press. – Washington. – 1989. – 105 p.
202. Apolinarska B. Cytogenetical analysis in F3 generation of hybrid hexaploid triticales x substitution lines / B. Apolinarska // Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie. – 1994. – №162. – P. 3–8.
203. Baum B.R. The taxonomic and cytogenetic implication of the problem of naming amphiploids of *Triticum* and *Secale* / B.R. Baum // Euphytica. – 1971. – Vol. 20. – No. 2. – P. 303–306.
204. Blakeslee A.F. Methods of inducing doubling of chromosomes in plants / A.F. Blakeslee, A.G. Avery // Hered. – 1937. – № 28. – P. 392–411.

205. Boros D. Physico-chemical indicators suitable in selection of triticale for high nutritive value. / D. Boros // 5th Int. Triticale Symp., Radzikow, Poland, 30 June-5 July 2002. – T. I. – C. 239.
206. Charmley E. Greenhalgh, J.F. Nutritive value of three cultivars of triticale for sheep, pigs, and poultry / E. Charmley, J.F. Greenhalgh // Anim. Feed Sci. Tech. – 1987 – C. 18–19.
207. Fans J.D. The wheat super domestication gene Q / J.D. Fans, K.J. Simons, Z. Zhang, B.S. Gill // Frontiers of Wheat Bioscience: Memorial Issue, Wheat Information Service. – 2005. – №100. – C. 129–148.
208. Feldman M.F. Origin of cultivated wheat / M. F. Feldman // A history of wheat breeding. – Paris: Lavoisier Publishing. – 2001. – C. 1–56.
209. Guedes-Pinto H. Aneuploidy in high yielding 6x-triticales / H. Guedes-Pinto, T. Rangel-Figueiredo, O. Carnide // Cereal Res. Communic. – 1984. – Vol.12. – №3/4. – P. 229–235.
210. Gill R.S. Characterization of D/R chromosome segregant lines from triticale x bread wheat crosses using chromosome specific SSR markers / R.S. Gill, N.S. Bains, G.S. Dhindsa // Wheat Information Service. – 2010. – №110. – P. 19–23.
211. Gupta P.K. Analysis of meiosis in triticale ($\times$ Triticosecale Wittmack) x rye (*Secale cereale* L.) F1 hybrids at three ploidy levels / P. K. Gupta, P. M. Priyadarsha // Theor. Appl. Genet. – 1987. – Vol. 73. – P. 893–898.
212. Gustafsson J.P. Triticale in California / J.P. Gustafsson // California Agriculture. – 1972 – V. 26. – №2. – P. 3–5.
213. Hesemann C.U. Cytogenetic investigation in wheat, rye and triticale / C.U. Hesemann, B. Pfeiffer-Schad, J. Martin // Plant Breeding. – 1987. – T. 98, № 4. – P. 297–305.
214. Jenkins B. History of the development of some presently promising hexaploid triticales / B. Jenkins // National Academic Press. Washington. – 1969. – P. 18–20.

215. Jesenko F. Über Getreidespeziesbastarde. Z. Indukt. Abstamm / F. Jesenko // Vererbungsl. – 1913. – № 10. – P. 311–326.
216. Jonala R.S. Protein and quality characterization of triticales translocation lines in breadmaking / R. S. Jonala, F. MacRitchie, T. J. Herald // Cereal Chem. – 2010. – Vol. 87(6). – P. 546–552.
217. Kiss A. Origin of the preliminary released Hungarian hexaploid varieties/ Wheat info. Washington. – 1971. – №57. – C. 20–22.
218. Kiss A. Neue Richtung in der triticales – Zuchtung / A. Kiss // Pflanzenzuchtg. – 1966. – № 55. – P. 309–329.
219. Krolow K.D. Aneuploidie und Fertilität bei amphidiploiden Weizen-Roggen-Bastarden (Triticales). Aneuploidie, Fertilitäts - und Halmlagenuntersuchungen an hexaploiden Triticales-Stämmen // Z.Pflanzenzucht. – 1966. – Vol. 55. – No. 2. – P. 105–138.
220. Kurkiev K.U. Genetic control of plant height in hexaploid triticales samples // 6 th International Triticales Symposium. 3-7 September 2006. Stellenbosch, South Africa. – 2006. – P. – 44.
221. Lebedeff V.N. Neue Falle der Formierung von Amphidiploiden in Weizen – Roggen – Bastarden / V.N. Lebedeff // Pflanzenzuchtg. – 1934. – № 4. – P. 509–525.
222. Leighty C.E. Genetic behaviour of the spelt form in crosses between *Triticum spelta* and *Triticum aestivum* / C.E. Leighty, S. Boshnakian // J Agric Res. – 1921. – №7. – C. 335–364.
223. Lelley T. Triticales, still a promise? / T. Lelley // Plant breeding. – 1992. – № 109. – P. 1–17.
224. Lewitsky G.A. Cytologische untersuchung der constant – intermediären Weizen – Roggen – Bastarden / G.A. Levitsky, G.K. Benetzkaja // Zusätze zur Zister der Vorträge und Thesen des UDSSR: congresses G.net., Pflanz. – 1929. – P 197–198.

225. Lindschay M. Untersuchungen am constant intermediären additive Rimpau'schen Weizen – Roggen – Bastarden / M. Lindschay, E. Oehler // Züchter. – 1935. – № 7. – P. 228–233.
226. Lozano, A.J. Triticale forage production and nutritional value in the northern region of Mexico / A.J. Lozano, V.M. Zamora, H.M. Diaz-Solis, Mergoum, W.H Pfeiffer // 4th Int. Triticale Symp. – Red Deer, Alberta, Canada, 26-31 July 1998. – T. II. – C. 259.
227. Lukaszewski A.J. Cytogenetically engineered rye chromosomes 1R to improve bread-making quality of hexaploid triticale / A.J. Lukaszewski // Crop Sci. Crop Breeding & Genetics. – 2006. – №8 – C. 2183–2194.
228. Lukaszewski A. J. Cytogenetics of triticale / A. J. Lukaszewski, J. P. Gustafson // Plant Breed. 1987. – Vol.5. – P. 41–93.
229. MacFadden E.S. The origin of *Triticum spelta* and its free-threshing hexaploid relatives / E.S. MacFadden, E.R. Sears // Heredity. – 1946. – № 37. – C. 81–89.
230. Mackowiak W. On the use of bread wheat and rye variation in Malyszyn triticale breeding / W. Mackowiak, B. Lapinski // Genet, and Breed, of Triticale. Paris: INRA. – 1985. – P.353–362.
231. MacKey J. Neutron and X-ray experiments in wheat and revision of the speltoid problem / J. MacKey // Hereditas. – 1954. – № 40. – C. 165–180.
232. MacKey J. Relationship in the Triticinae / J. MacKey // Proc. 3rd Int. wheat Genet. Symp., Canberra. – 1968. – P. 39–50.
233. Maich R. Genetic progress in systematical for grain yield in hexaploid triticale / R. Maich, P. Cavaleri, B. Costero, L. Torres // J. genetics and breeding. – 2001. – № 55. – P. 319–324.
234. Meister G.K. Natural hybridization of wheat and rye in Russia /G. K. Meister // Hered. – 1921. – №12. – P.467–470.
235. Mergoum M. Triticale improvement and production / M. Mergoum, H. Gymez-Macpherson // Food and Agricultural organization of the United States. – Rome. – 2004. – 179c.

236. Miller E.C., et al., A Study of the Morphological Nature and Physiological Functions of the Awns of Winter Wheat / E.C. Miller // Kansas State College of Agriculture & Applied Science, Technical. – 1944. – № 44. – P. 22–31.
237. Muntzing A. Studies on the properties and the ways of production of rye – wheat amphidiploids / A. Muntzing // Hered. – 1939. – № 25. – P. 387–430.
238. Muntzing A. Triticale. Results and problems / A. Muntzing. – Berlin and Hamburg. – 1979. – 103p.
239. Myer R. O. Triticale grain in young pig diets. / R. O. Myer. // 5th Int. Triticale Symp., Radzikow, Poland, 30 June-5 July 2002. – T. I. – P. 272.
240. Nilsson-Ehle H. Untersuchungen uber speltoid mutationen beim weizen / H. Nilsson-Ehle // Botan Notiser. – 1917. – № 305. – C. 3020.
241. O'Mara J. Fertility in allopolyploids / J. O'Mara // National Academic Press. – Washington. – 1948. – P. 17–52.
242. Salmon D.F. Triticale production and management / D.F. Salmon, M. Mergoum, H. Gyme Macpherson // Triticale improvement and production. – Food and agricultural organization of the united nations. – Rome. – 2004. – P. 27–37.
243. Sanchez-Monge E. Development of triticales in Western Europe. / E. Sanchez-Monge // Proc. Intern. Symp. El Batan, Mexico. – 1974. – P. 31–39.
244. Sanchez-Monge E. Hexaploid triticale. / E, Sanchez-Monge // Int. Wheat Genetics Symp., Winnipeg, Manitoba, Canada. – 1959. – C. 181–194.
245. Sanchez-Monge E. Studies on 42-chromosome Triticale. I. The production of the amphiploids / E. Sanchez-Monge // An. Aula Dei. – 1956. – № 4. – C. 191–207.
246. Sears E.R. The aneuploids of common wheat / E.R. Sears // Proc 1st Intl Wheat Genet Symp Winnipeg: CA. – 1958. – C. 221–229.
247. Tarkowski C. Triticale / C. Tarkowski // Cytogenetyka, Hodowla I Uprawa. – Warszawa, 1975.
248. Thomas J.B. Chromosome pairing in hexaploid Triticale / J.B. Thomas, P. J. Kaltsikes // Cytology and Genetics. – 1971. – №13. – C. 621–624.

249. Van Barneveld R.J. Triticale: a guide to the use of triticale in livestock feeds. / R.J Van Barneveld // Grains Research Development Corporation. – Kingston, Australia. – 2002. – C. 12.
250. Varughese G. Triticale: A successful alternative crop (part 2) / G. Varughese, W.H. Pfeiffer, R.J. Pena // Cereal Foods Word. – 1996. – Vol.41. – №7. – P.635–645.
251. Watkins A.E. The inheritance of glume shape in Triticum / A.E. Watkins // J. Genet. – 1940 – №39. – C. 249–264.
252. Watson S.L, et al., Small Grain Cereals for Forage // Cooperative Extension Service. – Kansas State University Publication. – P. 1072–1993.
253. Wang E.M. Genetic variation of rye chromosome 1R in wheat background / J.K Jing, X. Wang, Y.X. Wen // Ada Cencioo Sinioo (in Chinese). – 1997. – №24. – C. 42.
254. Weissman S. Hybrid triticale – prospects for research and breeding – Part I: Why hybrids? / S. Weissman, E.A. Weissman // Proceedings of the 5th International triticale symposium, V II, June30 – July 5. – Poland. – 2002. – P. 187–191.
255. Wolski T. Winter triticale breeding / T. Wolski // Proc. of 2 Intern. Triticale Symp. – Passo Fundo, Brazil. – 1991. – P.41–48.

ДОДАТКИ

Додаток А
Сума опадів за 2012–2014рр., мм

Місяць	Р і к																Середня багато- річна	
	2012			Середня за місяць	2013			Середня за місяць	2014			Середня за місяць	2015			Середня за місяць		
	декада				Декада				декада				декада					
	I	II	III		I	II	III		I	II	III		I	II	III			
Січень	3,1	6,8	23,2	33,1	10,2	26,6	21,3	58,1	3,8	20,0	24,5	48,3	10,6	1,4	25,5	37,5	47	
Лютий	4,2	16,9	7,2	27,8	26,9	7,0	2,0	35,9	3,2	0,7	1,4	5,3	7,7	0,0	12,5	20,2	44	
Березень	6,9	1,9	15,9	24,7	14,2	16,8	29,7	60,7	10,8	4,9	0,0	15,7	8,4	24,7	21,6	54,7	39	
Квітень	7,4	27,4	3,6	38,4	25,6	10,9	0,0	36,5	9,8	74,4	15,8	100	48,0	20,6	0,6	69,2	48	
Травень	36,4	9,0	0,3	45,7	0,6	13,3	57,0	70,9	43,2	50,3	32,0	125,5	22,6	16,9	0,8	40,3	55	
Червень	9,4	0,4	14,4	24,2	18,9	13,0	45,9	77,8	29,1	0,0	43,9	73,0	5,4	100,9	7,8	114,1	87	
Липень	26,8	25,6	17,0	69,4	6,7	13,1	3,4	23,2	35,4	7,2	10,3	52,9	33,6	0,8	13,5	47,9	87	
Серпень	5,3	23,6	0,0	28,9	6,5	3,3	44,6	54,4	1,4	0	14,2	15,6	2,4	14,4	4,5	21,3	59	
Вересень	4,6	67,1	18,9	90,6	12,7	68,5	7,9	89,1	0,4	0	82,2	82,6	17,9	57,2	7,5	82,6	43	
Жовтень	7,1	12,6	15,3	35,0	0	3,1	2,2	5,3	0	10	25,7	35,7					33	
Листопад	27,7	2,2	0,8	30,7	11,8	1,2	23,8	36,8	0	28,4	1,3	29,7					43	
Грудень	70,9	57,2	7,4	135,5	2,8	2,8	0,2	5,8	4,2	4,4	14,6	23,2					48	
Середня за рік	584					584			554,5	584			554,5		607,5			554,5

Додаток Б
Середня температура повітря за 2012–2014 рр., °С

Місяць	Р і к																Середня багато- річна
	2012			Середня за місяць	2013			Середня за місяць	2014			Середня за місяць	2015			Середня за місяць	
	декада				Декада				декада				декада				
	I	II	III		I	II	III		I	II	III		I	II	III		
Січень	0,9	-3,5	-9,6	-4,2	-3,8	-2,6	-5,2	-3,9	1,7	0,2	-12,6	-3,9	-4,9	0,8	-0,1	-1,4	-5,7
Лютий	-16,4	-12,9	-0,4	-10,2	1,6	-0,7	-0,1	0,3	-7,7	1,8	0,9	-1,9	-1,6	-4,5	3,6	-1,1	-4,2
Березень	-3,4	4,0	5,6	2,2	0,4	0,5	-0,7	0,1	3,5	6,9	9,2	6,6	2,5	4,3	5,4	4,1	0,4
Квітень	8,5	10,8	17,1	12,1	6,1	10,5	16,1	10,9	6,7	8,8	13,7	9,7	4,6	9,5	12,0	8,7	8,5
Травень	19,1	17,1	17,7	18,0	18,2	19,5	17,6	18,4	12,3	15,2	20,4	16,1	13,0	14,9	18,7	15,6	14,6
Червень	19,9	23,0	20,9	21,3	17,8	21,7	22,0	20,5	19,4	16,7	16,5	17,5	20,4	19,4	18,2	19,3	17,6
Липень	24,7	21,3	24,0	23,4	21,6	19,4	19,2	20,0	19,8	22,4	22,2	21,5	21,6	19,4	22,9	21,3	19,0
Серпень	24,4	17,4	20,6	20,8	21,6	21,2	16,8	19,8	24,0	21,8	17,0	20,8	22,1	21,0	21,7	21,1	18,2
Вересень	17,4	16,5	15,8	16,5	13,9	14,0	8,8	12,3	18,4	15,5	10,7	14,8	15,3	14,9	14,2	14,8	13,6
Жовтень	13,7	10,0	8,3	10,6	5,9	10,0	11,0	9,0	7,9	9,3	2,5	6,4					7,6
Листопад	8,0	2,5	3,0	4,5	10,1	5,2	4,3	6,5	5,9	2,6	-3,0	1,8					2,1
Грудень	-0,8	-7,8	-6,9	-5,3	-1,0	-1,8	0,0	-0,9	-5,6	0,9	-1,3	-2,0					-2,4
Середня за рік	9,1				9,4				9,0								

Додаток В

Відносна вологість повітря за 2012–2015 рр., %

Місяць	Р і к																Середня багато- річна
	2012			Середня за місяць	2013			Середня за місяць	2014			Середня за місяць	2015			Середня за місяць	
	декада				Декада				декада				декада				
	I	II	III		I	II	III		I	II	III		I	II	III		
Січень	90	85	88	88	84	93	85	87	96	82	78	85	82	88	95	88	86
Лютий	80	88	83	84	88	86	77	84	86	92	82	87	81	78	84	81	85
Березень	80	71	73	74	75	78	71	75	82	59	56	65	75	76	65	72	82
Квітень	72	78	64	71	74	66	53	65	62	86	67	72	66	64	59	63	68
Травень	68	70	58	65	59	67	73	67	69	83	69	73	72	63	63	66	64
Червень	64	59	60	61	78	65	74	72	77	69	70	72	59	66	68	64	66
Липень	59	69	59	62	69	74	70	71	72	71	67	70	71	65	68	68	67
Серпень	56	76	65	66	65	66	76	69	58	66	71	65	58	63	68	63	68
Вересень	65	64	79	69	80	90	82	84	66	61	77	68	65	70	69	68	73
Жовтень	72	88	83	81	77	83	83	81	67	77	78	74					80
Листопад	86	93	93	91	85	86	88	87	82	91	83	85					87
Грудень	90	87	85	87	70	90	92	84									88
Середня за рік	92				93				82								

Додаток Г

Ураження чотиривидових форм тритикале основними грибковими захворюваннями, 2012–2013р., бал

Зразок	Бура листкова іржа		Септоріоз		Борошниста роса		Зразок	Бура листкова іржа		Септоріоз		Борошниста роса	
Тактик (Аватар)*	3,2	8	2,1	8	1,7	8	Тактик (Аватар)*	3,2	8	2,1	8	1,7	8
Середньостеблові													
454	5,7	7	6,7	7	2,4	8	461	24,1	5	1,7	8	8,9	7
458	19,7	5	2,3	8	2,8	8	463	18,7	5	1,5	8	8,1	7
465	8,1	7	6,4	7	6,7	7	477	10,1	6	1,1	8	7,4	7
456	10,3	6	6,4	7	2,7	8	455	15,8	5	7,6	7	2,2	8
459	21,2	5	2,5	8	3,5	8	478	11,2	6	1,2	8	6,7	7
Низькостеблові													
446	9,8	7	3,2	8	6,7	7	480	14,1	6	1,2	8	2,4	8
451	10,2	6	1,5	8	5,4	7	482	8,2	7	5,6	7	1,2	8
481	5,7	7	3,4	8	2,8	8	483	9,4	7	1,3	8	2,5	8

Продовження додатку Г

460	10,1	6	2,8	8	4,7	8	485	8,3	7	4,8	8	4,5	8
466	8,7	7	8,7	7	7,5	7	486	4,6	8	8,4	7	4,1	8
467	5,4	7	7,8	7	9,8	7	487	4,7	8	8,7	7	7,6	7
484	2,1	8	3,7	8	1,0	8	488	8,9	7	1,9	8	7,3	7
Короткостеблові													
Алкід*	10,2	6	7,1	7	2,4	8	Алкід*	10,2	6	7,1	7	2,4	8
448	12,5	6	7,4	7	6,7	7	468	3,5	8	8,9	7	1,4	8
449	8,7	7	8,2	7	8,9	7	471	4,8	8	4,6	8	4,5	8
450	9,1	7	7,4	7	8,7	7	473	4,2	8	1,8	8	2,4	8
453	14,2	6	5,6	7	1,5	8	490	10,0	6	3,4	8	4,5	8
Карлики													
470	4,1	8	1,4	8	3,4	8	474	6,4	7	0,8	8	1,2	8

*— стандарти

Додаток Д

**Стійкість зразків чотиривидових тритикале до ураження
основними грибковими захворюваннями, 2013–2014 р., бал**

Зразок	Бура листкова іржа		Септоріоз		Борошниста роса	
	Ураження, %	Бал стійкості	Ураження, %	Бал стійкості	Ураження, %	Бал стійкості
Алکید*	12,5	6	8,4	7	2,4	8
468	14,1	6	8,0	7	2,5	8
469	11,3	6	4,3	8	2,9	8
471	5,4	7	4,7	8	2,7	8
473	2,5	8	8,9	8	2,6	8
Алکید*	11,8	6	8,4	7	2,4	8
451	5,5	7	3,9	8	2,7	8
466	8,4	7	4,0	8	3,2	8
484	7,4	7	4,1	8	3,6	8
488	12,1	6	7,1	7	3,7	8
Тактик (Аватар)*	4,0	8	3,3	8	3,4	8
455	2,5	8	3,9	8	3,3	8
475	11,2	6	4,9	8	2,8	8
465	12,4	6	3,6	8	2,9	8
478	14,7	6	4,3	8	3,4	8

*- стандарти

Додаток Е

Стійкість зразків чотиривидових тритикале до ураження основними грибковими захворюваннями, 2014–2015 р., бал

Зразок	Бура листкова іржа		Септоріоз		Борошниста роса	
	Ураження, %	Бал стійкості	Ураження, %	Бал стійкості	Ураження, %	Бал стійкості
Алкід*	8,8	7	8,2	7	2,1	8
468	12,9	6	7,5	7	4,1	8
469	6,7	7	4,1	8	2,9	8
471	6,2	7	6,8	7	2,8	8
473	3,4	8	3,5	8	3,6	8
Алкід*	9,1	7	8,7	7	1,5	8
451	8,5	7	7,1	7	1,9	8
466	11,9	6	6,9	7	2,9	8
484	7,2	7	4,1	8	1,5	8
488	6,8	7	3,7	8	3,5	8
Тактик (Аватар)*	3,9	8	4,1	8	2,1	8
455	6,5	7	3,5	8	3,5	8
475	7,1	7	2,5	8	4,2	8
465	7,9	7	6,7	7	4,3	8
478	11,2	6	2,1	8	3,1	8

*- стандарти

Додаток Ж

**Способи створення, відбору та покращення пшенично-житніх
хромосомно заміщених форм тритикале**

№патента, заявки	Назва	Формула
Патент №59585	Спосіб відбору R/D заміщених форм тритикале	Проводяться схрещування тритикале з відомою геномною формулою, з тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення і відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм за стерильністю нащадків.
Патент №101705	Спосіб створення і відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале	Проводять схрещування тритикале та пшениці спельти, і відбирають повністю та/або частково хромосомно заміщені форми тритикале за наявністю ознак спельти у нащадків.
Патент №101706	Спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале	Проводять фенотипову оцінку форм тритикале і відбирають повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале серед нащадків за відсутністю ознак жита
	Спосіб відбору частково або повністю заміщених по хромосомі 1R форм тритикале	Проводять фенотипову оцінку отриманих форм, і, за безостістю нащадків відбирають повністю або частково заміщені по хромосомі 1R форми

продовження додатку Е

заявка № u201413646	Спосіб створення безостих форм тритикале	Проводять схрещування тритикале з безостими формами пшениці спельти спельти і відбір безостих форм серед нащадків
	Спосіб конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале	Проводять схрещування тритикале з донором повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення, беккросування і послідуочий відбір конвертованих форм у беккросних поколіннях, і, для спрощення конверсії, відбір форм з повним або частковим пшенично-житнім хромосомним заміщенням проводять за ознакою «безостість»
	Спосіб створення високопродуктивних форм зернових культур	відбір проводять візуально по фенотипу колоса, за якісною ознакою «гіллястий колос». У нащадках відбирають форми із низькою експресивністю та низькою пенетрантністю ознаки «гіллястий колос». У послідуочому проводять оцінку відібраних форм на високу продуктивність шляхом випробування і відбирають високопродуктивні форми

Додаток 3

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

**НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ
№ 101705****СПОСІБ СТВОРЕННЯ І ВІДБОРУ ПОВНІСТЮ ТА/АБО ЧАСТКОВО
ПШЕНИЧНО-ЖИТНИХ ХРОМОСОМНО ЗАМІЩЕНИХ ФОРМ
ТРИТИКАЛЕ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.09.2015.

Голова Державної служби
інтелектуальної власності

А.Г. Жарінова



Додаток 3 1



Додаток 3 2



ДОДАТОК Ж

203

ПОГОДЖЕНО

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

« 20 » вересня 2015 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Головний агроном
ПСП «Синюха»
Новоархангельського району,
Кіровоградської області
О.В. Голобородько

« 20 » вересня 2015 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник-ПСП «Синюха» Новоархангельського району,
Кіровоградської області в особі головного агронома.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І.П. за темою: «Створення та оцінка чотиривидових форм тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ПСП «Синюха»

1. Вид впровадження - сорти чотиривидових тритикале Тактик і Стратег.

2. Характеристика масштабів впровадження - у 2015р. на площі 7га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи, встановлено підвищення рівня врожайності на 27 %.

4. Економічний ефект - 1370 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект - підвищення врожайності, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
аспірант кафедри генетики,
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

« 20 » вересня 2015 р.

ПСП «Синюха»

Новоархангельського району,
Кіровоградської області.

Головний агроном
О.В. Голобородько
Головний бухгалтер

« 20 » вересня 2015 р.

ДОДАТОК Ж 1

204

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор Уманського національного
університету садівництва
О.О. Непочатенко

Вересень 2015 р.

ПОГОДЖЕНО

Завідувач ННВВ

Уманського національного
університету садівництва
Р.В. Длугоборський

«24» Вересень 2015 р.

АКТ**ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ**

Замовник – ННВВ УНУС Уманського району, Черкаської області в особі завідувача ННВВ.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Діордієвої І.П. за темою: «Створення та оцінка чотиривидових форм тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено в ННВВ УНУС.

1. Вид впровадження – сорти чотиривидових тритикале Тактик і Стратег.

2. Характеристика масштабів впровадження – у 2015 р. на площі 2 га.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи – встановлено підвищення рівня врожайності на 27 %.

4. Економічний ефект – 1250 грн/га.

5. Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення врожайності, збереження родючості ґрунту, охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання коштів та енергоресурсів господарства.

Даний акт участі в фінансових операціях не бере.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження
аспірант кафедри генетики
селекції рослин та біотехнології
Уманського НУС

І.П. Діордієва

«24» Вересень 2015 р.

Від ННВВ Уманського національного
університету садівництва

Завідувач ННВВ УНУС

Р.В. Длугоборський
Завідувач відділом рослинництва

В.І. Дзьонь
ННВВ УНУС

«24» Вересень 2015 р.