

**І. П. ДІОРДІЄВА, Я. С. РЯБОВОЛ, Л. О. РЯБОВОЛ,
С. П. ПОЛТОРЕЦЬКИЙ, С. П. КОЦЮБА**

**СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ
ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА**

Умань — 2019

УДК: 575.827:582.546.11

С 29

Затверджено Вченою радою Уманського національного університету садівництва (протокол № 4 від 27 листопада 2018 року).

Рецензенти:

В. І. Січкар, доктор біологічних наук, професор,
(Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН);

В. Я. Білоножко, доктор сільськогосподарських наук, професор
(Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького);

Г. М. Господаренко, доктор сільськогосподарських наук, професор
(Уманський національний університет садівництва).

Селекційне вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта : монографія [Текст] ; за ред. Л. О. Рябовол. — Умань : Видавничо-поліграфічний центр "Візаві", 2019. — 214 с.

ISBN 978-966-304-299-2

У монографії наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми з підвищення ефективності селекційного покращення тритикале озимого за низкою господарсько-цінних ознак за використання пшениці спельта (*Triticum spelta* L). Описано історію створення, напрямки використання, ботанічні та біологічні особливості культури. Висвітлено основні прийоми сучасної традиційної селекції, інноваційні розробки вітчизняних і зарубіжних вчених та авротів книги.

Монографія рекомендується для вчених генетиків, селекціонерів та насіннезнавців, наукових працівників, викладачів, аспірантів, студентів і спеціалістів сільського господарства.

УДК: 575.827:582.546.11

ISBN 978-966-304-299-2

© Діордієва І. П., Рябовол Я. С.,
Рябовол Л. О., Полторецький С. П.,
Коцюба С. П., 2019.

ЗМІСТ

ВСТУП (Діордієва І. П., Рябовол Я. С.)	5
СТВОРЕННЯ, ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ І СЕЛЕКЦІЯ	
ТРИТИКАЛЕ (Діордієва І. П., Рябовол Л. О., Полторецький С. П.)	7
Історія створення тритикале	7
Класифікація тритикале	13
Напрямки використання тритикале	19
Тритикале як кормова культура	19
Технологічний напрямок використання культури	23
Використання тритикале в хлібопекарській промисловості	25
Селекція тритикале	29
БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА БІОЛОГІЧНІ	
ОСОБЛИВОСТІ ТРИТИКАЛЕ (Полторецький С. П., Коцюба С. П.)	36
Ботанічна характеристика	36
Ріст і розвиток рослин тритикале	42
Біологічні особливості	47
СТВОРЕННЯ ГІБРИДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ <i>TRITICOSECALE</i>	
WITTMACK × <i>TRITICUM SPELTA</i> L. (Діордієва І. П., Рябовол Я. С.)	51
Характеристика вихідного матеріалу	51
Гібридизація тривидових тритикале та пшениці спельта	56
Беккросні схрещування гібридів першого покоління з тривидовими тритикале	65
Стабілізація гібридних популяцій <i>Triticosecale</i> Wittmack × <i>T. spelta</i> L.	71
Повторні схрещування гібридних популяцій <i>Triticosecale</i> Wittmack × <i>T. spelta</i> L. з пшеницею спельта	80
Загальна характеристика гібридних популяцій <i>Triticosecale</i> Wittmack × <i>Triticum spelta</i> L.	84
СТВОРЕННЯ, ВИДІЛЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ	
ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ХРОМОСОМНО ЗАМЩЕНИХ	
ФОРМ ТРИТИКАЛЕ (Діордієва І. П., Рябовол Я. С.)	86
Створення та виділення форм тритикале з	86

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

хромосомними заміщеннями	
Відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за ознакою «стерильність-фертильність»	93
Використання пшениці спельта для створення і відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале	97
Відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за відсутності морфологічних ознак жита	101
Покращення форм тритикале заміщених за хромосоною <i>1R</i>	105
Створення безостих форм тритикале за використання пшениці спельта	107
Конверсія пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале	109
Загальна технологія створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале	118
АНАЛІЗ ЗРАЗКІВ, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ <i>TRITICOSECALE WITTMACK</i> × <i>TRITICUM SPELTA</i> L.	
(Діордієва І. П., Рябовол Я. С.)	124
Випробування створених середньостеблових форм тритикале	124
Випробування створених низькостеблових форм тритикале	137
Випробування створених короткостеблових форм тритикале	147
Стійкість створених зразків тритикале проти основних грибкових хвороб	156
Гіллястоколосковість у тритикале	161
Характеристика колекції зразків тритикале виділених з гібридних популяцій <i>Triticosecale Wittmack</i> × <i>Triticum spelta</i> L.	162
УЗАГАЛЬНЕННЯ (Діордієва І. П., Рябовол Я. С.)	169
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	171
ДОДАТКИ	199

ВСТУП

Тритикале — синтетичний біологічний рід, створений людиною шляхом об'єднання хромосомних комплексів пшениці та жита. Унікальне сполучення господарсько-цінних ознак, а саме стабільний та високий потенціал урожайності зерна і зеленої маси, комплексна стійкість до стресових чинників середовища, посилені адаптивні властивості, комплексний імунітет проти грибкових хвороб 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, ця 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'язано з розширенням генофонду вихідних матеріалів за використання видового потенціалу пшениці та жита і створення нових форм амфідиплоїдів з різним геномним складом.

Нині відомі 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 було створено А. Ф. Шуліндіним. Вагомий внесок у селекційне поліпшення цієї культури внесли вчені А. Мюнтцінг, А. І. Державін, А. Ф. Шуліндін, В. Н. Лебедев, М. Г. Максимов, Г. В. Щипак. Тривидові тритикале за врожайністю та низкою господарсько-цінних показників перевищують батьківські форми і

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

вирощуються в багатьох країнах світу на площі понад 3,5 млн га. Однак, залишається багато показників, за якими тритикале потребує поліпшення. Однією з основних невирішених проблем є його низькі хлібопекарські і технологічні властивості. Крім того, проблемними залишаються питання зниження висоти рослин, підвищення стійкості проти вилягання, покращення озерненості колоса, збільшення маси 1000 зерен.

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

Шановні читачі! У монографії Ви ознайомитеся з історією створення, класифікацією, господарським значенням і напрямками селекції тритикале, а також селекційними технологіями створення нових форм для селекції тритикале з високим і стабільним проявом ознак. Автори сподіваються, що монографія стане в нагоді генетикам, селекціонерам, спеціалістам-аграріям, викладачам і студентам аграрних вузів, сприятиме розвитку селекційного процесу в напрямку створення та впровадження у виробництво нових форм і сортів тритикале озимого.

СТВОРЕННЯ, ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ І СЕЛЕКЦІЯ ТРИТИКАЛЕ

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 (Ковтуненко та ін., 2016; Ключева і Грабовець, 2008; Гриценко, 2003).

Перші відомості з отримання пшенично-житніх гібридів з'явилися в 1875 р. в Шотландії. В. Вільсон отримав перший штучний стерильний гібрид між пшеницею і житом. Серед наявних чотирьох груп плоїдності тритикале першими було отримано октоплоїдні форми, що виникли в результаті спонтанного подвоєння числа хромосом у пшенично-житніх гібридів (Алли, 1978; Дженкінс, 1978; Мейстер, 1936).

Незалежно від експериментів В. Вілсона в 1883 р. Т. Карман провів схрещування пшениці сорту Армстронг з житом, в результаті чого було отримано насіння, а у серпні 1884 р. він вперше в історії опублікував ілюстрації частково фертильного пшенично-житнього гібриду (Haesaert та De Baets, 1994; Jenkins, 1969).

В 1888 р. німецьким генетиком та селекціонером В. Римпау отримано спонтанний пшенично-житній, частково фертильний амфідиплоїд, природу котрого було вивчено в 1935 р. Е. Елером та в 1936 р. А. Мюнтцінгом (1939).

Упродовж сторіччя вченими багатьох країн світу проводились роботи зі створення та аналізу різних форм тритикале. Селекцією культури займались А. І. Державін, В. Н. Лебедев, М. А. Махаліна, Г. К. Мейстер, А. Мюнтцінг, В. Е. Писарєв, А. Ф. Шулиндін (Крайнов, 2003; Горюань, 1993; Сечняк та Сулима, 1984; Шульдин, 1971).

Одними з перших, хто провів низку досліджень з отримання пшенично-житніх гібридів, були італійські селекціонери. У 1906 р. С. Стрампеллі схрестив сорт пшениці м'якої *Rieti* з житом, і створив відомий сорт пшениці *Terminello* (Ammar та ін., 2004; Anon 1989).

У цей же час пшенично-житні амфідиплоїди вивчали в Аргентині, США, Франції, Японії, Німеччині. Повідомлення про ідентифікацію спонтанних пшенично-житніх гібридів F_1 надійшло з Швеції, а у Франції перші дослідження з отримання пшенично-житніх гібридів припадають на ХІХ століття (Рыгин та Орлова, 1977).

Значну роботу зі створення, добору і селекційного покращення пшенично-житніх амфідиплоїдів виконано впродовж 1918–1936 рр. на Саратовській дослідній станції (Oetler, 2005; Meister, 1921). Поліплоїдну природу саратовських октоплоїдних гібридів вперше в світі довели Г. А. Левитський та С. К. Бенецька (1929). 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 отримання стабільних пшенично-житніх гібридів (Куркиєв, 2009). Е. Чермак схрещував з житом *Secale cereal 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 отримав пшенично-житній гібрид з характерними ознаками дикої форми жита (Дем'яненко та ін., 2012; Varugese, 1966).

Перше цитологічне вивчення пшенично-житніх амфідиплоїдів проведено у Японії М. Накао в 1911 р. З часом ці дослідження було продовжено та розширено Т. Сакамурай і Х. Кіхарой. У 1933 р.

синтезовано гібрид *T. compactum* Host. × *S. cereale* L., а потім *T. durum* Desf. × *S. cereale* L. і *T. spelta* L. × *S. cereale* L. Багаторічні дослідження з гібридизації пшениці з житом проведено Г. Накаджімою, які завершилися синтезом гібридів за участі майже всіх видів родів *Triticum* L. і *Secale* L. На їх основі було створено низку ліній тритикале (Москалець, 2012).

На Україні октаплоїдні пшенично-житні амфідиплоїди досліджував В. Н. Лебедев на Білоцерківській дослідній станції (Куркиєв і Филатенко, 2007; Lebedeff, 1934). Він першим встановив наявність у популяції анеуплоїдів і вивчав їх особливості. Л. Х. Паремуд розробив і застосував один із ефективних методів створення і покращення тритикале, виконуючи схрещування за схемою (пшениця м'яка × жито) F_1 × 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 штучно отримана культура отримала назву «тритикале» (Lewitsky та Venetzkaia, 1929).

В. Е. Писаревим у НДІ сільського господарства центральних районів Нечорноземної смуги у Росії та А. Мюнтцінгом в Інституті генетики у Швеції було створено серію зимостійких і витривалих форм тритикале октоплоїдного рівня, проте навіть найкращі з них внаслідок поганої озерненості колосу мали меншу врожайність ніж жито та пшениця. Основну причину невисокої продуктивності октаплоїдів було пов'язано зі значною кількістю аномалій у мейозі спричиненою порушенням кон'югації, що призводило в кінцевому результаті до низької озерненості колосу (Стёпочкин, 2008).

У 1925 р. Г. К. Мейстер і М. А. Тюмяков отримали реципрокний житньо-пшеничний гібрид F_1 , що відносився до амфідиплоїдів і містив повні набори хромосом пшениці і жита (Meister, 1921). Цитологічні дослідження проведені Г. А. Левитським та С. К. Бенецькою (1929), показали, що створені форми об'єднували в клітині повні диплоїдні набори пшеничних і житніх хромосом, тобто

мали $2n = 8x = 56$ хромосом. Г. К. Мейстер новому константно-проміжному 56-хромосомному виду рослин дав назву *Secalotriticum saratoviense* (Meister, 1921).

Відкриття колхіцину і розробка методики подвоєння хромосомних наборів цим алкалоїдом в 1937 році дала змогу ефективніше створювати амфідиплоїди в необмеженій кількості (Blakeslee та Avery, 1937). Розпочато наступний етап роботи з тритикале після того, як Е. Санчес-Монхе (1959) запропонував удосконалену методику колхіцинування. В СРСР для отримання октоплоїдних тритикале першими використали колхіцин І. К. Навалихіна та В. Є. Писарев. Дж. О'Мара в 1948 р. першим синтезував гексаплоїдну форму тритикале за допомогою колхіцину. (Куркиєв, 2007; О'Мара, 1948).

На перших етапах селекційної роботи з тритикале увагу дослідників було зосереджено на октаплоїдних формах. У результаті багаторічних досліджень А. Мюнтцінга (1939) з удосконалення рослин тритикале октаплоїдного рівня створено низку зимостійких, скоростиглих, високобілкових форм, пристосованих до ґрунтів легкого гранулометричного складу. Але, через суттєві недоліки, зокрема низьку продуктивність, отримані зразки виявились неспроможними конкурувати з пшеницею і житом (Muntzing, 1979).

За аналізом експериментальних даних 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 з генетики пшениці було заявлено про перспективність вирощування гексаплоїдних форм тритикале (Sanchez-Monge, 1959).

Історія створення і вдосконалення гексаплоїдних тритикале розпочалася в першій чверті ХХ століття. Гібрид *Triticum dicoccoides* Schuebl \times *Secale cereale* L. отримав Ф. Єсенко (1913). У 1924 році С. І. Жегалов вперше описав гібрид між пшеницею твердою і житом. Дещо пізніше подібний гібрид отримано О. П. Шехурдіним на Саратовській дослідній станції. Він відібрав і описав гексаплоїдне

тритикале, що виникло спонтанно і було стійким проти іржі, сажки та вилягання, проте характеризувалося великою часткою череззерниці (Рыгин та Орлова, 1977). Перший гібрид між пшеницею твердою і диким видом жита *Secale montanum* L. створив А. І. Державін у 1938 р. Амфідиплоїди між *Triticum turgidum* Schuebl і *Secale cereale* L. отримав і дослідив Г. Накаджима, а з *Triticum durum* Desf. – Дж. О'мара (1948).

В 1941 р. вченим-селекціонером В. Е. Писаревим отримано тритикале від схрещування пшениці м'якої озимої з житом озимим, що стало джерелом наступних схрещувань. Він залучав до гібридизації зимостійкі сорти пшениці й жита, проте вони не відрізнялися високою продуктивністю.

В Угорщині перші гексаплоїдні тритикале отримав А. Кіш у 1950 році за гібридизації *Triticum turgidum* Schuebl. і *Secale cereale* L. У 1952 році він отримав октаплоїдні форми тритикале, а в 1954 – гібриди між октаплоїдними та гексаплоїдними тритикале. Таким чином було створено принципово нові вторинні гексаплоїдні форми (Kuleung та ін., 2006; Krolow, 1966).

Незалежно від досліджень А. Кіша, В. Є. Писарев отримав вторинні гексаплоїдні форми. До кінця 1950-х років виробництво вторинних гексаплоїдних рекомбінантів від гібридизації октаплоїдних і гексаплоїдних тритикале стало широко розповсюдженим методом поліпшення культури. До 1960 року отримано вторинні гексаплоїдні форми, що переверщували батьківські за основними господарсько-цінними ознаками, за винятком слабкої соломини (Kiss, 1971; Шульдин та Наумова, 1965).

Е. Санчес-Монхе зі співробітниками (1959) створили різноманітний селекційний матеріал гексаплоїдних тритикале в Іспанії, провівши схреування майже всіх видів тетраплоїдної пшениці з культурним житом. За аналізу отриманих зразків встановлено, що цитологічно стабільнішими є 42-хромосомні тритикале та відмічено перспективу їх покращення за допомогою рекомбінативної селекції.

Селекцію тритикале в Канаді розпочато в 1954 році в університеті провінції Манітоба (м. Вінніпег) під керівництвом Л. Х. Шебески та Б. Ч. Дженкінса. У 1969 році було представлено програму міжнародних випробувань тритикале, яку координував СІММУТ, а у 1970 році — ліцензовано перший комерційний сорт тритикале Рознер (Mühleisen та ін., 2014; Гребенюк, 2010).

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 з мексиканської програми інші біотики тритикале. Всі перспективні форми, отримані в СІММУТ, мають у своєму родоводі лінії *Armadillo* (Mergoum та ін., 2004; Lelly, 1992)

В Україні селекційну роботу з культурою тритикале розпочато у 1949 р. у відділі генетики Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (Рябчун, 2010; Шульдин, 1971). Впродовж 1957–1983 рр. під керівництвом А. Ф. Шульдіна виконано експериментально-теоретичні дослідження з міжродової гібридизації пшениці, жита та пирію сизого. За використання пшениці твердої озимої створено октаплоїдні та гексаплоїдні пшенично-житні і декаплоїдні пшенично-пирійні амфідиплоїди (Грабовец та ін., 2003; Шульдин, 1971; Шульдин та Наумова, 1965).

Для отримання високопродуктивних життєздатних рослин з 1960 року розпочалися роботи зі створення та вивчення гексаплоїдних пшенично-житних амфідиплоїдів (Шульдин, 1965). Отримання гексаплоїдних тритикале методом складних міжродових схрещувань проводили у три етапи: перший – отримання пшенично-житних амфігаплоїдів *Triticum aestivum* L. × *Secale cereale* L.; другий — запилення амфігаплоїдів гексаплоїдними тритикале; третій — виділення у гібридних популяціях F₂ та наступних поколіннях нових гексаплоїдних форм. В якості вихідних матеріалів використовували пшениці твердої озимі, отримані за міжвидової гібридизації сортів пшениці м'якої озимої (*T. aestivum* L.) з якими сортами пшениці

твердої (*T. durum* Desf.), та озимі сорти жита Харківське 55 та Харківське 194. Міжвидові гібриди між пшеницею твердою та житом були стерильними і тільки за подвоєння хромосом вченим вдалось отримати фертильні форми (Куркиєв, 2009; Шульндин, 1971).

У 1970 році під керівництвом А. Ф. Шульндіна проведено схрещування кращих сортів пшениці м'якої (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 за геномним складом на вихідні форми та не змінювалися за морфологічними ознаками і фізіологічними властивостями (Шульндин, 1971).

Практичним результатом проведеної гібридизації стало створення сорту тритикале кормового напрямку використання Амфідиплоїд 1, який з 1976 р. районовано у окремих областях України (Щипак, 2000). Найвідомішими сортами тритикале, створеними під керівництвом А. Ф. Шульндіна були: Амфідиплоїд 206 (перший районований в колишньому СРСР зерновий сорт) і Амфідиплоїд 201 — зернового напрямку використання; Амфідиплоїд 3/5 — зерноукісного. В сучасних селекційних програмах сорт Амфідиплоїд 206 слугує цінним вихідним матеріалом та джерелом генів для поліпшення тритикале за зимостійкістю, скоростиглістю, технологічними властивостями зерна. За його використання створено відомі сорти тритикале АД 42 і АД 60 (Україна), Тальва 100 (Росія), Дар (Білорусія), Уго та Альмо (Польща), ТГ-12 (Румунія) (Гриб, 2003; Мацьков'як, 1990; Wolski, 1991).

Класифікація тритикале

Штучно створена злакова культура тритикале цілком обґрунтовано претендує у ботанічній систематиці на статус окремого

роду не тільки з причини синтезу складного геному, що включає геноми вихідних батьківських родів пшениці та жита, а й за наявністю великого різноманіття морфотипів і біотипів рослин, що дозволяє диференціювати його на види і різновиди (Куркиєв та Филатенко, 2007). Хоча нині немає єдиної загальноприйнятої класифікації тритикале, визнання таксономічної самостійності роду *Triticosecale* Wittmack не заперечується і відповідає правилам Міжнародного кодексу ботанічної номенклатури (Щипак, 2010; Куркиєв та Филатенко, 2007).

Відносно класифікації тритикале існує багато спірних моментів. Складнощі класифікації виникають насамперед через велику кількість можливих комбінацій схрещувань різних видів роду *Triticum* L., який є сам собою поліморфним, з різними видами роду *Secale* L. Поряд з цим виникають труднощі внаслідок перекомбінації геномів різних видів пшениці та жита за внутрішньовидових схрещувань тритикале (Куркиєв та Филатенко, 2007).

Первинну назву *Triticosecale* було введено ботаніком L. Wittmack наприкінці минулого століття і вона використовується дотепер для ботанічного позначення рослини. Тритикале, що отримано за гібридизації, де в якості материнської форми використовувалось жито, називають «секалотрітікум» (Сечняк та Сулима, 1984).

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* L. та *Secale* L., що 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 (Гордей та ін., 2010)

Спроби систематизувати і класифікувати існуюче різноманіття

форм тритикале робилися багатьма вченими (Стёпочкин, 2012; Гриб та Буштевич, 2005; Guedes-Pinto та ін., 1984; Шульдин, 1965). Їх підходи базувалися на різних критеріях. Г. Катерман розділяв моногеномні і гетерогеномні тритикале (Гордей, 1992). Е. Larter з колегами пропонували в основну класифікаційної ознаки покласти відмінність за рівнем плоїдності — *Triticosecale hexaploide*, *Trc. octoploide* тощо (Куркиєв та Филатенко, 2007).

Ю. Г. Січняк і Л. К. Сулима (1984) запропонували цитогенетичну класифікацію, що базується на принципі гомо- і гетерогеномності тритикале та методів його створення. Ця класифікація є ускладненою системою А. Kiss, і її використання не допомагає під час визначення тритикале, отриманого у результаті багаторазових схрещувань форм різного походження.

Диференційовану систему класифікацій представили В. Ф. Дорофєєв, Т. В. Охотникова та Є. Ф. Мігушова, які взяли за основу критерії виду, зокрема відмінності в геномному складі і походження окремих субгеномів, а також різноякісність геномів у хромосомному складі ядра амфідиплоїдів (Гордей та ін., 2010).

Терміни «первинні» і «вторинні» тритикале вперше запропонував А. Kiss (1966). Такий поділ дозволяє розділяти первинні тритикале, отримані за гібридизації форм одного рівня плоїдності, і вторинні – отримані від схрещування форм різного рівня плоїдності.

Цікавою є класифікація М. MacKey (1968), який запропонував віднести тритикале до відділу роду *Triticum*:

рід: *Triticum*

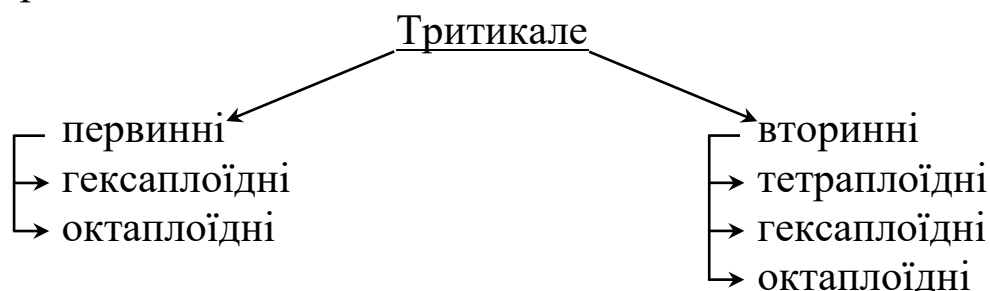
відділ: *Triticale*

види: *Triticum krolowii* (4x), *Triticum turgidocereale* (6x), *Triticum rimpaui* (8x).

Ця система є найбільш компактною і в той же час відтворює основні групи тритикале.

Внутрішньовидову класифікацію можна здійснювати за принципами подібними з системою різновидів пшениці, яку запропонували Л. К. Січняк і Ю. Г. Сулима (1984).

Нині найобґрунтованішим є поділ роду тритикале на види за урахування рівня плоїдності:



Первинні тритикале — це тритикале, одержані за гібридизації різних видів пшениці з житом та наступним подвоєнням їх кількості хромосом, а також за схрещування тритикале одного рівня плоїдності (Клюева та Грабовец, 2008; Дженкинс, 1978; Рыгин та Орлова, 1977).

Первинні гексаплоїдні тритикале ($2n = 6x = 42$) морфологічно та цитологічно не стабільні, низьковрожайні, мають низьку якість зерна і в культурі їх майже не використовують (Стёпочкин, 2008; Hese mann, 1987; Сечняк та Сулима).

Для гексаплоїдних тритикале складений визначник, в якому запозичено елементи визначника пшениці м'якої з позначенням тих же різновидів. В основу класифікації покладено морфологічні ознаки колоса, за які відповідають ті чи інші гени пшениці м'якої, локалізовані в геномах *A*, *B* та *D* (Куркиев та Филатенко, 2007).

Первинні октаплоїдні тритикале ($2n = 8x = 56$) отримують за гібридизації гексаплоїдних видів пшениці з диплоїдним житом з наступним подвоєнням числа хромосом (Куркиев та Филатенко, 2007; Рыгин та Орлова, 1977). Октаплоїдні тритикале зазвичай мають меншу цитогенетичну стабільність мейозу порівняно з гексаплоїдними формами (Федорова, 1976; Krolow, 1966). Вони успадковують від пшениці м'якої морфологічні ознаки колоса, на чому ґрунтується їх внутрішньовидова класифікація. За рівнем прояву класифікаційних ознак у пшениці м'якої та тритикале спостерігається паралелізм або гомологія, і до 56-хромосомних форм первинних тритикале можна застосувати різновидну класифікацію, подібну до пшеничної, але з урахуванням наявності або відсутності

житньої ознаки «опушення під колосом» (Стёпочкин, 2008). У селекційних програмах октаплоїдні тритикале використовують в основному для гібридизації з гексаплоїдними, і дуже рідко для схрещувань між собою (Стёпочкин, 2012).

Вторинні тритикале — отримують за гібридизації первинних тритикале різного рівня плоідності між собою, або первинних тритикале з пшеницею (Куркиев та Филатенко, 2007). Вторинні тритикале зазвичай цитогенетично стабільніші, але серед них велика частка анеуплоїдних рослин, що значно знижує врожайність культури (Guedes-Pinto та ін., 1984; Горбань, 1982).

Вторинні гексаплоїдні тритикале найчастіше отримують за схрещування октаплоїдних і гексаплоїдних тритикале між собою. Низкою досліджень встановлено, що в потомстві від цих схрещувань найвища вірогідність отримання високоврожайних форм. Також їх можна отримати за гібридизації гібридів першого покоління між пшеницею і житом з гексаплоїдними тритикале або запиленням гексаплоїдного тритикале пилом пшениці (Weissman, 2002; Maskowiak, 1985).

Вторинні октаплоїдні тритикале одержують за схрещування октаплоїдних первинних тритикале з гексаплоїдними, а також запиленням гібридів між гексаплоїдними пшеницями і житом пилом октаплоїдних тритикале. Як і первинні форми, вторинні 56-хромосомні тритикале цитологічно менш стабільні в порівнянні з 42-хромосомними аналогами (Сечняк та Сулима, 1984).

Первинні форми тетраплоїдного тритикале відсутні через несумісність житнього *R* і пшеничних *A* і *B* субгеномів, що багаторазово і, в основному, безуспішно використовували для синтезу тетраплоїдних форм тритикале (Сечняк та Сулима, 1984). 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 плоідності призвело до отримання тетраплоїдних генотипів з

різними варіантами хромосомних наборів пшениці та жита (Дубовец, 1988; Lukaszewski та Gustafson, 1987; Куркиев та Абдулаева, 1983). Основний спосіб отримання таких форм — це схрещування гексаплоїдних тритикале з житом (Gupta та Priyadarsha, 1987). Тетраплоїдні тритикале характеризуються досить високою стабільністю мейозу (Gupta та Priyadarsha, 1987; Lukaszewski та Gustafson, 1987). Вони становлять інтерес, як з практичної, так і з теоретичної точок зору. Серед тетраплоїдних тритикале часто зустрічаються форми зі значними реципрокними транслокаціями. Вони характеризуються значною мінливістю за врожайністю. Нині не отримано тетраплоїдних ліній, подібних за продуктивністю до гексаплоїдних тритикале, і у виробництві їх майже не використовують (Дубовец, 2000).

А. Ф. Шулиндін (1971) пропонував розділяти форми тритикале на двовидові, тривидові, насичені пшеницею м'якою, пшеницею твердою і житом.

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

Двовидовими вважаються форми тритикале, що 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* L. (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, що передбачає схрещування пшениці м'якої з житом та запилення гібридів першого покоління пилом гексаплоїдних тритикале. Всі районовані нині сорти тритикале є тривидовими, оскільки такі форми є найпродуктивнішими серед відомих форм культури.

Гібридизація тривидових тритикале та пшениці спельта

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

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 багатофункціонального використання, яка зайняла своє місце в структурі виробництва рослинницької продукції. Зерно тритикале використовується у продовольчих та фуражних цілях (Братишко, 2012). Тритикале є перспективною сировиною для отримання хлібопекарського борошна, крохмалю, солоду, спирту, виробництва комбікормів, сіна та зеленої маси для годівлі тварин тощо. Ця культура за врожайністю зерна та зеленої маси може успішно конкурувати з традиційними злаками, такими як пшениця, жито, ячмінь тощо (Дем'яненко та ін., 2012).

Тритикале як кормова культура

Основним компонентом комбікормів для худоби є злакові культури, зокрема, кукурудза і пшениця, дещо менше використовується ячмінь, ще менше — жито та овес. В останні роки поряд з традиційними компонентами в годівлі худоби почали використовувати сорго і тритикале. Ці культури за раціонального їх застосування можуть бути цінними інгредієнтами комбікормів та частково замінити традиційні — кукурудзу і пшеницю (Братишко,

2012; Дем'яненко та ін., 2012).

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 швидко росте і накопичує велику кількість біомаси, що обумовлено його високим фотосинтетичним потенціалом. Рослини мають велику листову поверхню, не так швидко грубіють як пшениця і жито, солома м'яка, еластична, довго зберігає зелений колір, добре поїдається тваринами навіть у пізні строки вегетації, за рахунок чого подовжується період використання їх на корм (Луцьянчук, 2004).

Тритикале широко використовують як кормову культуру для отримання зеленої маси, що характеризується підвищеним вмістом протеїну, цукрів, каротиноїдів і є поживною за згодовування тваринам (Ковтуненко та ін., 2016; Боровик, 2013).

У 100 кг зеленої маси міститься 22–25 корм. од. і 2,3–2,7 кг перетравного протеїну (Гіска, 2011). 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), майже в 1,4 рази більше, ніж у пшениці і вдвічі, ніж у кукурудзи (Алвбердин, 2009).

Зерно 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 та сорго (Гіска, 2011; Білітюк, 2005). Вміст жиру в зерні тритикале низький (1,2–1,8 %) і може значно змінюватись залежно від умов вирощування. Загальний вміст крохмалю і вільних цукрів — досить постійна величина і коливається в межах 70–74 %. Вміст антипоживних речовин у зерні складе 62–82 % (Братишко та ін., 2006). Зелена маса містить до 6 % білка, 20–22 % цукру і біля 120 мг/кг каротину (Бирюков та ін., 2013; Братишко та Притуленко, 2012).

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 (Гужов, 1995). Посіви кормових тритикале доцільно проводити в суміші з виною озимою. Висівки використовують на фураж як високобілковий і високолізиновий корм для худоби та домашньої птиці (Бирюков та ін., 2013; Братишко та ін., 2010).

Основною перешкодою для широкого використання тритикале в тваринництві 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 (Kronberga, 2011; Watson, 1935). Успішним вирішенням цієї проблеми є використання для годівлі великої рогатої худоби безостих форм. 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 % (Фёдоров, 1977). За введення в комбікормову масу до 30 % зерна тритикале суттєво збільшується приріст молодняка великої рогатої худоби (Плакса та ін, 2013). Під час згодовування зеленої маси тритикале коровам надої молока підвищуються на 14,3 %, а вміст жиру в ньому – на 0,25 % (Братишко та ін., 2009).

У Польщі розроблено спеціальну технологію переробки зерна тритикале, що дозволяє використовувати його до 80 % в раціоні за відгодівлі свиней і бройлерів. Загалом у цій країні 63 % валового збору зерна тритикале використовується в тваринництві. У Білорусії біля 50 % зерна споживається тваринництвом. У Росії — 60 % зерна

культури використовують для виробництва комбикормів (для годівлі свиней, бройлерів тощо) (Горковенко та ін., 2010; Van Barneveld та ін., 2002; Lozano та ін., 1998).

Оскільки тритикале містить багато сирого протеїну й лізину, ця культура прийнятна як інгредієнт у кормах для свиней. За його використання можна зменшити вміст протеїнової добавки для соєвого шроту, а отже знизити вартість кормів (Олійничук та ін., 2004; Myer, 2002; Charmley та Greenhalgh, 1987).

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 за аналогічного приросту (Горковенко та ін., 2010; Білітюк, 2005).

Згодовування комбикорму 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 молодняку, приріст живої маси і витрати корму — на рівні комбикормів на основі пшениці та кукурудзи (Братишко та Притуленко, 2012). Для підвищення продуктивності курчат-бройлерів рекомендується вводити в склад комбикормів 5 % зерна тритикале в стартовий період, 10 % — у подальші періоди росту і розвитку курчат (Боровик, 2013).

Висівки отримані з тритикале рекомендується додавати 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 на голову. У кормосуміші цим кормом можна на 50 % замінити пшеницю. Відтак забезпечуються високі показники продуктивності і зменшуються витрати кормів тваринного походження (Лашко, 2005).

Отже, тритикале є перспективною кормовою культурою, яка в галузі кормовиробництва може бути відмінною альтернативою традиційним зерновим кормовим культурам.

Технологічний напрямок використання культури

З кінця 1990-х років виробники алкогольних і безалкогольних напоїв для свого виробництва зацікавились нетрадиційними видами сировини, що б дозволило розширити асортимент, знизити собівартість продукції та покращити її якість. Культура тритикале майже на 100 % задовольняє ці вимоги (Болотов, 2004).

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.

За урахування витрат виробництва найвигідніша культура для виробництва спирту є тритикале. Собівартість спирту з зерна культури становить 22,3 грн. Прямі витрати в цілому за виробництва спирту з тритикале становлять 27,9 грн/дал, що менше, ніж аналогічні витрати за переробки 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 (Рибалка, 2012; Гунькіна та Фараджева, 2002).

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. Розроблена рецептура виготовлення темних сортів пива із тритикале (Пащенко та ін., 2003). Його можна використовувати в квасоварінні у вигляді несолодженої сировини (Хареба, 2011).

У Росії та Білорусі з додаванням зерна тритикале виготовляють деякі види горілки та пива. Тритикалевмісні алкогольні напої вирізняються винятково м'яким смаком. Подібні напої належно оцінені споживачами (Олійничук та ін., 2004).

Дослідженнями Д. Н. Болотова (2004) доведено ефективність виготовлення біологічних кислотомісних розпушувачів — рідких дріжджів і заквасок за використання борошна та неферментованого солоду із тритикале. Його зерно 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 (Олійничук та ін., 2004).

Навіть без цілеспрямованої селекції на підвищену ферментабельність окремі сорти тритикале вирізняються досить високим коефіцієнтом виходу етанолу із зерна, не поступаючись окремим гібридам кукурудзи та сортам сорго. За переробки однієї тонни зерна тритикале в етанол можна отримати 420–440 л спирту. Етанол, отриманий із зерна культури, не поступається за якістю спирту, отриманого із зерна пшениці та може з успіхом використовуватися в лікєро-горілчаній промисловості. Тритикале має перспективи підвищення виходу спирту до 460–480 л з тонни (Рибалка, 2012).

Спільними зусиллями вчених селекціонерів та технологів переробки зерна створено форми тритикале, що перевершують сорти пшениці за показником вмісту крохмалю. Виділено низку ліній, що мають максимальну ефективність трансформації крохмалю в біоетанол (Хареба, 2011).

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 (Черепнина, 2010).

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 (В, РР, Е) та провітамінний склад (каротиноїди) вигідно відрізняє тритикале від пшениці (Тертычная та Гончаров, 2000; Еркінбаева, 1980).

Дослідженням хімічного складу зерна тритикале і використання його борошна в харчовій промисловості присвячено роботи Л. Я. Ауермана, В. І. Дробота, Р. К. Еркінбаєвої, Н. П. Козьміна, Е. Д. Казакова, В. К. Рябчуна та інших (Рябчун та ін., 2010; Еркінбаева, 2004; Дробот та Федорова, 2001; Казаков, 1998; Ауерман та ін., 1978, Козьміна та ін., 1976).

Дослідження хлібопекарських властивостей тритикале показали, що хліб за об'ємом поступається пшеничному, але перевершує житній (Рябчун та ін., 1999). Проте за поживною цінністю він перевершує пшеничний і житній хліб. В окремих країнах при випічці хліба з пшеничного борошна застосовується добавка борошна з тритикале. На думку авторів ця добавка, що повинна складати 20–50 %, збільшує засвоєння і поживну цінність пшеничного хліба, оскільки призводить до повільного розкладання триптофану і лізину під час випічки (Пащенко та Стрычин, 2001).

Із зерна тритикале виробляють борошно першого і другого ґатунку та обойне борошно. Згідно ДСТУ 4690:2008, вміст клейковини у борошні першого ґатунку повинно бути не менше 18 %, другого і обойного — не менше 16 %.

Борошно тритикале порівняно з пшеничним містить на 2,3–3,1 % більше білків, у ньому більший вміст моно- і дицукрів, воно багатше на фосфор та залізо, містить дещо більше рибофлавіну та тіаміну, але менше ніацину. За вмістом лізину воно значно перевищує пшеничне і дещо поступається житньому (Пащенко та Стрычин, 2001; Цыганова, 2001).

Тритикале характеризується широким варіюванням вмісту білка в зерні (від 10 до 23 %). Необхідно також відзначити, що рівень вмісту білка, насамперед, залежить від генотипових особливостей сорту, а також від наявності азоту в ґрунті та від умов вирощування (Господаренко та Любич, 2010). Тритикале за вмістом незамінної амінокислоти лізину перевищує пшеницю, що й обумовлює кращу поживну цінність його зерна (Виллегас та Бауер, 1978).

Борошно тритикале порівняно з пшеничним має підвищену газоутворюючу здатність і амілолітичну активність, що може бути пов'язано з вмістом в ньому значно більшої кількості власних цукрів, а також наявністю активної альфа-амілази (Федорова та Дробот, 2003). Ймовірно, з цієї причини, незважаючи на високу газоутворюючу здатність, борошно із зерна тритикале все ще не достатньо широко використовується як сировина для хлібопекарської промисловості (Тертычная та ін., 2003).

За вмістом клейковини борошно із зерна тритикале переважає житнє борошно проте поступається пшеничному (Карчевська та ін., 2011). Вміст клейковини в зерні варіює від 18 до 23 % (Господаренко та Любич, 2010; Білітюк та ін., 2004). А за деякими літературними даними до 30 % (Гриценко, 2003). Проте за якістю клейковину тритикале відносять до II–III групи.

Борошно з зерна тритикале придатне для виготовлення печива високої якості, наприклад, вівсяного, кокосового, шоколадного і тортів (Тертычная та ін., 2001). На основі тритикале готують розчинні харчові суміші типу кукурудзяно-соєвого молока. Борошно з тритикале відмінно підходить для бездріжджового тіста, що використовується для приготування печива, крекерів. У Польщі

печуть житній хліб на основі особливого ферментативного тіста з добавкою тритикалевого борошна та дієтичний хліб для осіб, які страждають порушенням обміну речовин (Цыганова, 2001).

Тісто з тритикалевого борошна за властивостями ближче до житнього. За якістю найкращий хліб виходить із суміші пшеничного (70–80 %) і тритикалевого (20–30 %) борошна. Хліб із тритикале білий, майже такий, як пшеничний, проте дещо поступається йому за об'ємом. Він має солодкуватий смак, тому є корисним людям, що 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 (Ауерман та ін., 1978).

Перші спроби випічки хліба з тритикале було зроблено в 1960 р. в США. Результати були негтивними: за об'ємом і пористістю хліб значно поступався пшеничному. Показники на рівні пшениці було отримано лише за додавання поліпшувачів (Корячкіна та ін., 2012). Нині розроблено низку рецептур виготовлення хліба та хлібобулочних виробів з борошна тритикале. Розроблено методики, що передбачають як використання борошна тритикале в якості поліпшувача, так і виробництва хліба з тритикалевого борошна в чистому вигляді (Коротков, 2012; Скакунов, 2006; Петрик, 2005). Відомі також способи виробництва хліба з цільного зерна тритикале.

Дослідження О. Є. Карчевської зі співавторами (2011) показали, що за органолептичними показниками хліб із тритикале окремих 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).

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 (Крючкова, 2012; Осокіна та Костецька, 2012).

У світі дослідження хлібопекарських властивостей тритикале проводяться в Польщі, США, Німеччині, Англії, Австралії (Рябчун та ін., 2010; Кузнецова, 2005). Польськими вченими розроблено технології, що дозволяють отримувати 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) (Корячкина, 2012; Кузнецова, 2005).

В Америці запатентовано спосіб приготування хліба з високим вмістом клітковини. Згідно з рецептурою борошно складається з лущиння гороху і зерна тритикале (Скакунов, 2006; Кузнецова, 2005).

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 (Фазлутдинова та Лабутина, 2002).

В Австралії розроблено велику кількість рецептур виробів з борошна тритикале та за його додавання. Борошно тритикале застосовується для випічки хліба, кексів, тістечок, пирогів тощо (Кузнецова, 2005).

У дослідженнях Т. Н. Тертичної (2010) обґрунтовано 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, форма і стан поверхні). Рекомендовані Т. Н. Тертичною зі співавторами (2003) рецептури продукції з тритикале відносяться до групи функціональних виробів лікувально-профілактичного призначення. Вони зміцнюють здоров'я людини і знижують ризик захворювань.

У Кубанському державному технологічному університеті вивчено можливість використання борошна тритикале під час виробництва вафельних виробів. Вафлі зі 100 % борошна тритикале відрізнялися більшою крихкістю і вираженими хрусткими властивостями. Тому, борошно тритикале доцільно використовувати при їх виготовленні (Кондратенко та ін., 2003).

Основними перешкодами для широкого використання тритикале в хлібопекарській та борошномельній промисловості є наявність секалінів (запасних білків жита), що знижують поживну цінність хліба. Схрещування тритикале з пшеницею спельта (плівчаста пшениця, що містить до 25 % білка) дозволяє отримати нові форми тритикале, в яких можна очікувати підвищення вмісту білка та клейковини в зерні, покращення технологічних властивостей та зниження вмісту секалінів. Крім того, за гібридизації тритикале та пшениці спельти в потомствах можуть з'являтися безості форми тритикале, а це дозволить покращити його кормові властивості.

Селекція тритикале

Важливою проблемою вітчизняного землеробства є виробництво в необхідних обсягах високоякісного продовольчого і кормового зерна. Розв'язати цю проблему можна за вирощування тритикале озимого. Світовий досвід показує, що відбувається динамічне зростання площі посівів тритикале. Потенційна врожайність його кращих сортів перевищує 10 т/га. Проте, незважаючи на це тритикале ще не займає належного місця у структурі посівів зернових культур в

Україні (Гірко, 2010; Gustafsson, 1972).

Нині селекція тритикале ведеться у багатьох країнах світу: США, Канада, Китай, Польща, Австралія, Мексика, Іспанія, Росія, Франція, Німеччина, Швейцарія тощо (Mergoum та Gumez-Macpherson, 2004; Крайнов, 2003). В Україні селекцією тритикале займаються вчені провідних наукових установ, зокрема Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН, Носівської селекційно-дослідної станції НААН, Інституту фізіології рослин і генетики НААН, Селекційно-генетичного інституту — НЦНС НААН тощо (Рябчун та ін., 2010). До Державного реєстру сортів рослин придатних ждя поширення в Україні (2018) занесено понад 30 сортів тритикале озимого зернового і кормового напрямків використання. Всі сорти мають потенціал урожайності зерна на рівні 10–11 т/га.

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

- у результаті виконання селекційних програм на імунітет створено різноплановий вихідний матеріал із різним рівнем стійкості проти окремих патогенів та їх комплексу і сформовано робочі колекції донорів та джерел стійкості проти основних грибних патогенів (Крохмаль та Грабовец, 2016; Гірко, 2010);
- підвищено рівень посухо-, зимо-, та морозостійкості, розірвано негативну кореляцію між морозо- і зимостійкістю та продуктивністю і короткостебловістю (Латипов та Алексеева, 1990);
- збільшено розміри зернівки, поліпшено якість зерна (Крохмаль та Грабовец, 2016);
- майже вдвоє зменшено висоту рослин за введення в геном тритикале домінантного гена карликовості жита, що дало змогу розв'язати проблему стійкості проти вилягання. Створено серію низькорослих форм тритикале на базі пшениці сорту Том Пус

(Куркиєв, 2009; Рабинович, 1975);

- вирішено проблему виповненості зерна, масу 1000 зерен збільшено до 50–55 г, а в окремих сортів до 70 г (сорт Тандем), підвищено озерненість колоса (Білітюк та ін., 2004).

Сьогодні селекція тритикале ведеться за трьома основними напрямками — створення сортів зернового, зерноукісного і кормового напрямків використання (Плакса та ін., 2013; Стёпочкин, 2012).

Отримання 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 максимального врожаю зеленої маси (Рябчун та ін., 2010).

Головними завданнями подальшої селекційної роботи з тритикале є підвищення хлібопекарських властивостей, створення гетерозисних форм, підвищення продуктивності, створення сортів тритикале зі збалансованим вмістом цукрів і підвищеним рівнем екстрактивності для виробництва біоетанолу, зниження проростання зерна в колосі, створення сортів пивоварного напрямку використання зі зниженим вмістом білка (Крамарьов та ін., 2010).

Практичного значення набуває створення конкурентноздатних сортів тритикале з раннім і ультрараннім колосінням (на рівні жита озимого) за умов збереження високих адаптивних властивостей та високих показників якості зерна і зеленої маси (Мельник та Рябчун, 2010).

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

підвищення стійкості тритикале озимого проти вилягання (Куркиєв, 2009; Бороданенко та ін., 1987).

За висотою рослин розрізняють середньостеблові (100–120 см), низькостеблові (80–100 см), короткостеблові (60–80 см) та карликові (менше 60 см) форми тритикале (Щипак, 2010). У світовій колекції ВІР у культурі ідентифіковано 15 генів короткостебловості пшениці та жита. За використання цих генів створено низку короткостеблових і карликових ліній тритикале (Писаренко та ін., 2013; Куркиєв, 2008; Грабовец та ін., 2003). Останнім часом під час створення низкорослих форм використовують джерела з рецисивними генами короткостебловості та генами високої фертильності, а також октаплоїдні форми, синтезовані на основі мутантів Безоста 1, Norin 10, Кавказ (Ковтуненко та ін., 2016; Крайнов, 2003).

Важливим завданням селекції тритикале є підвищення екологічної пластичності культури та стабілізація генетичного потенціалу його врожайності (Mühleisen та ін., 2014; Іванистов, 2013). У зв'язку з тим, що тритикале немає природного центру походження, звідки було б черпати вихідний матеріал для його селекційного поліпшення, першочерговим завданням є збільшення генетичного різноманіття форм за віддаленої гібридизації (Каленська та Янішевський, 1998).

На думку селекціонерів, для вирішення актуальних проблем селекції тритикале необхідно ціленаправлено використовувати ефект гетерозису (Мельник та Рябчун, 2010; Даниликин, 2009; Oettler та ін, 2006; Гриб, 2003). Тим більше, що на батьківських родах пшениці та житі у цьому напрямку досягнуто значних успіхів (Рябовол та ін., 2014; Єгоров, 2010; Weissman, 2002). Дослідження проведені Ю. Л. Гужовим зі співавторами (1982) свідчать про підвищення зернової продуктивності тритикале на 50–60 % за використання ефекту гетерозису. А в роботі Н. М. Данілікіна (2009) показано, що є різні механізми індукції 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 (Дем'яненко, 2012; Даниликин, 2009).

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 (Щипак та ін., 2000).

Міжсортова селекція є основною під час створення комплексно-цінних сортів. Цінні в селекційному відношенні форми вторинних тритикале виникають у потомстві гібридів за схрещування амфідиплоїдів різного рівня плоідності. Широкий рекомбінаційний та мутагенний потенціал є джерелом вихідного матеріалу для селекційного процесу (Щипак та ін., 2009).

Рекомбінація у тритикале дозволяє на основі первинних ліній створити генетичну систему, взаємодія геномних компонентів якої буде позбавлена цитологічних і фізіологічних порушень, покращити біологічний потенціал та господарсько важливі ознаки і властивості (Стёпочкин, 2008).

Однак внутрішньовидова гібридизація не здатна вирішити весь спектр завдань сучасної селекції культури. Віддалена гібридизація пов'язана з низкою труднощів, серед яких генетична невідповідність батьківських компонентів, низька зав'язуваність гібридних зернівок, стерильність гібридів першого покоління тощо. Тому, особливої актуальності набуває пошук способів і прийомів подолання генетичної несумісності пшениці і жита та прискорення процесів генетичної стабілізації нових форм (Клюева та Грабовец, 2008). Ефективним способом подолання цих перешкод є використання *Kr* генів, регулювання рівня плоідності генома за використання колхіцину та біотехнологічних методів (культури незрілих зародків та молодих суцвіть) (Гриб та Буштевич, 2005). Встановлено, що за використання ліній пшениці з *Kr* генами для створення первинних тритикале зав'язуваність гібридних зернівок збільшується в 7,1 рази (Грабовец та ін, 2003).

На майбутнє 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 регіонів з помірним зволоженням і 90–110 см — для умов зрошення Лісостепової і Степової зони, маса зерна з колоса не менше 3 г, комплексна резистентність до хвороб, високий вміст білка та збалансований амінокислотний склад (Щипак та ін., 2012; Tams та ін., 2006).

Використання хромосомних заміщень в селекції тритикале може бути ефективним способом покращення культури за низкою ознак, зокрема, хлібопекарських властивостей. Практичну цінність мають хромосомно заміщені лінії, що мають різні варіанти *R/D*, *R/B*, *A/D*, *B/D* заміщень. Найперспективнішими для селекційного поліпшення тритикале є заміщення *R/D* типу. Заміщення *2R/2D* забезпечує зміну тритикале за низкою ознак – зменшення висоти рослини, формування виповненого зерна, скорочення вегетаційного періоду тощо (Куркиєв, 2009). Заміщення хромосоми *1R* жита на гомеологічну їй хромосому *1D* пшениці може покращити хлібопекарські та борошномельні якості культури (Щипак та ін., 2009). Встановлено, що наявність множинних (3–4 пари) міжгеномних заміщень хромосом *B/D* типу забезпечує підвищення вмісту білка в зерні (Солов'єв та Вишнякова, 1997).

Спільними зусиллями вчених селекціонерів та генетиків культуру тритикале вдалося поліпшити за низкою ознак. Проте, залишаються показники, за якими культура потребує селекційного поліпшення. Невирішеною залишається проблема низьких технологічних властивостей та хлібопекарської якості тритикале, що перешкоджає широкому використанню його в хлібопекарській промисловості. Покращення потребують окремі ознаки та властивості, зокрема висота рослин, стійкість проти вилягання і проростання зерна в колосі, озерненість колоса, виповненість зерна тощо. Недостатньо вивченими залишаються питання створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм та можливості їх використання для селекційного поліпшення культури.

Отже, основним і найефективнішим методом створення тривидових тритикале був і залишається біологічний метод синтезу, розроблений А. Ф. Шуліндіним. Проте, цей метод не дозволяє вирішити весь спектр проблем селекції тритикале. У зв'язку з цим особливого значення набуває розробка нових методів селекції, що дасть змогу отримати форми тритикале з покращеними господарськими властивостями, високим врожайним потенціалом та покращеними кількісними і якісними показниками продуктивності.

БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТРИТИКАЛЕ

Ботанічна характеристика

Морфологічні ознаки і біологічні властивості тритикале істотно залежать від способу їх створення, особливостей і родоводів вихідних батьківських видів і сортів. Пшенично-житні гібриди за комплексом морфологічних ознак займають проміжне положення між пшеницею і житом (Куркиєв та Филатенко, 2007; Каленська, 2004).

У складному геномі тритикале превалюють хромосоми пшениці (2 : 1–3 : 1), що обумовлює його схожість з нею, особливо в морфології колоса. Зокрема, тривидові тритикале, подібно м'якій і твердій пшениці, мають остисті і безості, біло- і червоноколосі різновиди, червоне, біле або янтарне зерно, оптимальну щільність колоса. Вплив геному жита на морфотип тритикале проявляється в опушенні стебла під колосом, антоціановому забарвленні колеоптиля, восковому нальоті рослин, подовженні колоса, зернівки і збільшенні кількості колосків у колосі (Суворова, 2009; Перепелиця та ін., 1997). Тритикале вважається самостійним ботанічним родом і в таксономічному аспекті описується наступним чином:

- відділ — квіткові рослини (*Anthophyta*);
- клас — однодольні (*Liliopsida*);
- порядок — тонконогоцвіті (*Poales* Nakai);
- родина — злакові (*Poaceae* Barrnh.);
- підродина — м'ятликові (*Pooidae* A.Br.);
- триба — пшеницеві (*Trumentaceae* Dum.);
- рід — тритикале (*Triticosecale* Wittmack).

Коренева система. Тритикале має мичкувату кореневу систему. Воно формує корені двох типів: зародкові (первинні) і додаткові (вторинні). Зародкових корінців у тритикале в залежності від сортових властивостей, розмірів насіння, родючості й вологості ґрунту, строків сівби та інших факторів, може бути від двох до восьми. У фазу кущіння, одночасно з формуванням бокових пагонів, починають розвиватися вторинні корені, що спостерігається через 12–20 днів після сходів. За нестачі вологи вторинні корені залишаються недорозвиненими. Рослини продовжують вегетувати за рахунок зародкових корінців (Рябчун та ін., 2010; Шевченко та ін., 1997).

У сприятливих умовах рослини тритикале формують розгалужену, могутню систему придаткових коренів, що сприяє успішному росту та розвитку рослин на малогумусних ґрунтах. Окремі корені проникають у ґрунт на глибину понад 150 см, що підвищує адаптивний потенціал рослин. Продуктивна кущистість сортів висока (5–8 колосоносних стебел). Ця ознака генетично обумовлена, пов'язана з реакцією на фотоперіод, проте значно залежить від часу і густоти посіву, технології вирощування і погодних умов (Білітюк та ін., 2004).

Стебло — соломина циліндричної форми, порожниста або частково заповнена розпушеною паренхімою, особливо у алополіплоїдів, створених за участі твердої пшениці. Опущення стебла під колосом притаманне понад 50 % сортів тритикале. У рослин в межах ліній і сортів спостерігається різний рівень прояву цієї ознаки (Сечняк та Сулима, 1984).

Встановлено декілька (5–6) типів опущення: від зовсім відсутнього, до сильного (7 балів) і надсильного (9 балів). Окремі сорти поліморфні за опущенням підколосового міжвузля (Сулима, 1976).

Довжина стебла тритикале обумовлена генетично і залежить від умов вирощування та варіює від 55 см до 140 см. Висота стеблестою гексаплоїдних тритикале вища (120–40см) порівняно з октоплоїдними формами (90–120 см) (Рябчун та ін., 2010; Медведев та Медведева,

2008). За використання напівкарликових пшениць створено короткостеблові сорти тритикале. Стебло за довжиною розділене на 5–6 частин вузлами у вигляді кільцеподібних потовщень. Довжина першого нижнього міжвузля може коливатись від 0,5 до 18 см. Довжина наступних міжвузлів перевищує довжину першого. Найдовше — колосоносне міжвузля (15–55 см) (Щипак, 2010; Латипов та Алексеева, 1990).

За товщиною соломини та її анатомічною будовою тритикале істотно відрізняються. Це визначає стійкість рослин проти вилягання та пов'язано з адаптивним і врожайним потенціалом рослини. Стебла окремих ліній і сортів мають потужну склеренхімну тканину з товстими стінками. Провідні пучки розташовані у три прошарки, з них один — в склеренхімі і два — у паренхімі. Вихідні сорти пшениці і жита мають всього два прошарки пучків (Ламан, 1999).

Листовий апарат тритикале більш потужний, ніж у пшениці і жита. За площею листової поверхні воно перевищує рослини пшениці на 24–45 %, а жита — на 15–38 % (Братишко та ін., 2009; Білітюк, 2006).

Листок тритикале складається з пластинки, вушок, язичка і піхви, що охоплює стебло. Листки формуються з верхнього прошарку меристеми конуса наростання та розділяються на прикореневі і стеблові. Всі стеблові листки закладаються на другому етапі органогенезу (Голуб та Білітюк, 2007). Ріст листків спостерігається до дев'ятого етапу органогенезу, коли рослини цвітуть і запліднюються. На головному пагоні у більшості сортів тритикале зазвичай закладається 8–10 листків, на бокових — 5–9. Колір листової пластинки переважно темно-зелений з восковим нальотом різної інтенсивності (Щипак, 2010; Шпаар, 2008).

Період фотосинтетичної діяльності листового апарату істотно впливає на формування сухої маси рослин і врожай зерна (Исмоилов, 2005). Окремі зернові та зерноукісні сорти тритикале зберігають листя зеленим і після досягнення молочно-воскової стиглості (Рожков та Гутянський, 2015). Встановлено, що асимілюючих клітин на

одиницю площі листка у тритикале більше, ніж у пшениці (на 23 %) і жита (на 10 %). Вміст хлорофілу а і в, а також каротиноїдів у листках тритикале на різних фазах розвитку вищий порівняно з вихідними видами (Петров та ін., 2014; Влох, 2005).

За розмірами продохів тритикале перевищує пшеницю на 15 %, а жито на 50 %. Середня кількість продохів у полі зору мікроскопа на верхній поверхні прапорцевого листка тритикале озимого і пшениці м'якої озимої майже однакова (184–178), на нижній — у тритикале дещо більше — відповідно, 150 і 136 (Комарова, 2007). Загалом, потужна фотосинтетична продуктивність обумовлена не стільки лінійними параметрами листкового апарату, скільки інтенсивністю цього процесу на одиницю площі посіву, за якою нова культура випереджує пшеницю м'яку озиму майже в 1,5–2 рази (Зорунько та ін., 2015).

У стресових умовах (посуха, легкі ґрунти, перезволоження тощо) перевагу за врожайністю мають специфічні за будовою листового апарату сортотипи тритикале озимого з вузькими і короткими, або з редукованими прапорцевими листками за відповідних показників інших компонентів структури продуктивності (Рожков та Пузік, 2015).

Колос тритикале складається з багатоступінчастого стрижня і колосків. Кожний із членків стрижня нижнім кінцем з'єднується з верхівкою сусіднього членка, на плоскій верхівці якого розміщується одно-, дво- або багатоквітковий колосок (Комарова, 2010). У ньому може розвиватися від двох до шести квіток (Комарова, 2008; Влох, 2005).

Колосок складається із двох симетрично розташованих колосових лусочок, що мають зовнішню (нижню) і внутрішню (верхню) жилку. З боку розміщені киль, колосковий (кильовий) зубець і плече. Колоскові і квіткові лусочки октаплоїдних тритикале подовжені, човникоподібні, із зубчатим кілем. Такі лінії подібні до тетраплоїдних форм пшениці. Інколи зустрічаються рослини з широкими лусочками, як у пшениці м'якої (Рябчун, 2010; Щипак

та ін., 2010).

У озимих гексаплоїдних тритикале суцвіття за основними морфологічними характеристиками (довжина, щільність, кількість колосків, розмір і форма колоскових і квіткових лусочок) займають проміжне положення за відношенням до вихідних форм пшениці і жита. Зовнішня лусочка в остистих сортів має остюк, у безостих — остюковий відросток, а внутрішня лусочка має два киля. Найважливіші частини квітки — маточка і три тичинки — знаходяться поміж зовнішньою і внутрішньою квітковими лусочками. Пиляки у тритикале крупні, з великою кількістю пилку (Щипак, 2010; Комарова, 2008).

За формою колоса тритикале поділяються на чотири типи: пірамідальні, циліндричні, веретеноподібні і булавоподібні. За остистістю розрізняють тритикале трьох типів: безості, напівостисті з остеподібними придатками (3–4 см) і остисті з остюками по всій довжині колоса (Щипак, 2010). За структурою колоса і колоска, незалежно від його форми і забарвлення, тритикале розділені на дві групи: багатоквіткові (багатозерні) — колоски типу пшениці м'якої; двоквіткові (двозерні) — типу жита (Москалець та ін., 2014; Білітюк, 2006).

У тритикале першої групи утворюється 3–5, інколи до 8–10 зерен у колоску. Колос — вкорочений, зазвичай середньої довжини, з кількістю колосків 25–32 штук. Лицева сторона колоса ширша бічної. За міжродових схрещувань така будова колоса кількісно переважає в гібридних популяціях низки поколінь поспіль (Гребенюк, 2014; Щипак, 2010).

У колосі другої групи тритикале зав'язується зазвичай дві зернини. Колос — подовжений, кількість колосків сягає 25–27 штук, інколи 30–35 штук. Лицева сторона за шириною дорівнює, або вужча бічної, зерно вирівняне, однотипоє, крупне. Маса 1000 зерен 50–58 г). У колосі незначна череззерниця (Щипак, 2010).

За способом запилення тритикале належить до факультативно самозапильних рослин, оскільки за походженням воно є алоплоїдом,

що об'єднуює геноми самозапилювача пшениці і перехресника жита. Відтворююча система нової культури — це актуальна теоретична і практична задача (Москалець та ін., 2014). Для її вирішення необхідні поглиблені дослідження та аналіз процесів цвітіння, визначення фактичного рівня чужорідного запилення і реакції на інцухт (Щипак, 2010).

За міжсорткової гібридизації встановлено значний рівень перезапилення у окремих ліній і сортів тритикале, переважно низько- і короткостеблового типу. Високий рівень ауткросів (10,4–50,6 %) зафіксовано В. М. Пильневим зі співавторами (1981), Н. М. Комаровим (1984), В. В. Карпачевим та В. Е. Шевченко (1985). Значно меншу чутливість на інцухт відмічено у високорослих сортів та ліній тритикале, де вихід спонтанних гібридів сягав 0,3–9,0 % (Пугачева, 1984).

Окремі озимі гексаплоїдні тритикале мають специфічні механізми, що збільшують спроможність перехресного запилення. Ксеногамія можлива через високий рівень хазмогамії (Федорова та ін., 1982). У окремих генотипів кількість відкритого цвітіння зафіксовано на рівні 60–95 % (Шульндин та Максимов, 1973). Перехресне запилення відбувається за «вторинного» цвітіння, коли розкриття квіток настає через розростання незапліднених зав'язей.

Серед низькостеблових ліній тритикале часто зустрічаються генотипи зі 100 % стерильністю пилку (Тихенко, 1987). У таких форм квітки у відкритому стані знаходяться тривалий проміжок часу (до кількох діб), а їх запилення відбувається пилком сусідніх фертильних рослин (Пугачева, 1984). Перехресне запилення неминуче і внаслідок асинхронності розвитку чоловічого і жіночого гаметофітів, оскільки пилок дозріває на 5–12 діб раніше, ніж зав'язь (Мельник та Рябчун, 2009; Шульндин, 1970).

Плід тритикале — зернівка, яку в агрономічній практиці називають зерном. У зернівці розрізняють власне сім'я (зернину), що складається із зародка, ендосперму і насінної оболонки. Зародок має щиток, що з'єднує його з ендоспермом, бруньки і зачаткові кореневі пагорбки (Симмонс, 1978). Зародкова брунька насінини має конус

наростання первинного зачаткового стебла і зародкові листки, що закривають його у вигляді ковпачка. Решта зернівки заповнена борошнистим ендоспермом, в якому містяться запасні поживні речовини (Тихенко, 1987). В ендоспермі вирізняють зовнішній алейроновий шар, що складається з одного ряду клітин, в якому майже відсутній крохмаль, і власне ендосперм, клітини якого містять крохмальні зернини. Поміж крохмальних зернин знаходяться білкові речовини (Комаров та Соколенко, 2000).

За розміром і формою зернівки умовно розділяють на довгі (у середньому 8–9 мм), середні (7–8 мм), короткі (6–7 мм), надкороткі (4–6 мм). Колір зернівок зазвичай червоний (від світлого до темного). Іноді формується біле зерно. Крупність зерна тритикале, залежно від біотипів рослин, і коливається в широкому діапазоні. Маса 1000 зерен змінюється від 30 до 70 г (Щипак, 2010).

У різних форм тритикале виповненість ендосперму суттєво варіює. Причини утворення щуплих зернівок пов'язують з порушеннями синтезу дрібнозернистого крохмалю, дегенеративними явищами під час формування клітинного ендосперму, зі змінами морфології і функції антиподів. Нині створено сорти тритикале з оптимально виповненим ендоспермом (Щипак та ін., 2014; Рябчун та ін., 2010).

Ріст і розвиток рослин тритикале

У процесі росту і розвитку рослини тритикале проходять окремі фази онтогенезу. Їх визначення дає змогу своєчасно й ефективно застосувати необхідні оперативні, адаптовані до конкретних умов технологічні агрозаходи для формування високої врожайності культури (азотні підживлення, внесення мікроелементів, застосування рістрегулюючих речовин, фунгіцидів тощо). Всі технологічні процеси необхідно виконувати в оптимальні строки

визначених фаз онтогенезу і потреб рослин. Відхилення від норми призводить до втрат урожаю.

У процесі росту і розвитку рослини проходять вегетативний та генеративний періоди. Вегетативний період збігається з системним наростанням вегетативної маси, генеративний — з формуванням та ростом зернівок. Кожна фаза індивідуально впливає на формування врожаю (Влох та ін., 2005; Федоров 1985).

Сходи. Для проростання насінню необхідно кисень, волога та відповідна оптимальна температура. Для проростання насіння тритикале мінімальний вміст води в зерні становить 30–35 % його маси. Найінтенсивніше насіння проростає за температури 20–25°C. За такої температури сходи з'являються через 7–8 діб після посіву (Лихочвор та Петриченко, 2010). Проте оптимальною для проростання насіння тритикале озимого є температура 12–17°C (Білітюк, 2006).

За проростання насіння вирізняють кілька фаз. У фазу набрякання зернівка фізичним способом поглинає воду, що інтенсифікує життєві процеси. Вода через оболонку проникає в колоїдні частини насінини, до зародка, та у міжклітинний і вільний капілярний простір. Процес набухання є реверсивним і за високих температур прискорюється. За нестачі води — проростання припиняється і може відновитися за її надходження (Кавунець та ін., 2005).

Зародок не здатний до асиміляції вуглекислого газу, тому живиться запасними речовинами зернівки (*гетеротрофне живлення*). Для цього необхідно, щоб органічні речовини (вуглеводи, білки і жири) перейшли у розчинні форми. Процес перетворення запасних речовин відбувається за допомогою ензимів, активованих фітогормонами групи гіберелінів, які за достатньої кількості води надходять із зародка до алейронового прошарку ендосперму (Кавунець та ін., 2005). Там вони мобілізують гідролітичні ензими для розщеплення крохмалю (амілази), протеїнів (протеази), нуклеїнових кислот (нуклеази) і жирів (ліпази) або активують гени, що кодують

утворення ензимів (Їжик, 2000).

Нуклеїнові кислоти активують утворення фітогормонів цитокінінів, що стимулюють поділ клітин та їх диференціацію і ауксинів, що сприяють росту клітин у довжину. Вказані гормони впливають на зародок і, в результаті, починається процес проростання. За посухи або екстремальних температур пророслі зародки гинуть (Федоров, 1988).

У фазу проростання — зернівка посилено поглинає воду. Розпочинається ріст зародка. Зародковий корінець прориває оболонку насінини і постачає зародок водою та поживними речовинами (Їжик, 2000). Стебловий пагін, що виростає із зародка зерна, зовні вкритий колеоптилем (позбавлений пластинки і своєрідно видозмінений первинний листок рослин). Він загострений зверху, що сприяє легшому пробиванню на поверхню ґрунту. Колеоптиле захищає проросток, запобігаючи його пошкодженню від тертя об часточки ґрунту. Зазвичай ауксини зосереджуються у точці росту зародкового корінчика і колеоптиле. Завдяки геотропізму пагін колеоптилем росте вгору, а зародковий корінець, незалежно від положення насінини в ґрунті — вниз (Каленська та ін., 2009; Їжик, 2000).

Захисна роль колеоптиле закінчується, коли проросток досягає поверхні ґрунту. На світлі ріст колеоптиле припиняється, він розривається під тиском первинного листочка. Назовні виходить перший зелений листок (Їжик, 1976).

За пізніх строків сівби рослини входять у зиму, маючи від одного до трьох листків. На відміну від жита, антоціанове забарвлення колеоптиля у рослин тритикале не проявляється. Тривалість фази сходів за оптимальної температури та вологості ґрунту коливається в межах 15–25 діб. Фаза сходів продовжується навесні після відновлення весняної вегетації, а її загальна тривалість, разом з періодом зимового спокою, може становити 100–150 діб (Москалець та ін., 2014; Білітюк, 2006).

Куцнення. Початком фази куціння вважається момент, коли у 10 % рослин з бруньки, закладеної у вузлі куціння, на поверхні

грунту з'являється перший пагін. Найсприятливішою для кущення є температура 13–18°C. За температури 2–4°C — кушіння призупиняється (Москалець та ін., 2014). За кущення утворюються бічні та стеблові пагони. Рівень кушіння суттєво залежить від зовнішніх чинників, зокрема тривалості фотоперіоду, температури, забезпеченості азотом, густоти стеблестою, глибини загортання насіння тощо.

Найпродуктивнішими є головне стебло та пагони другого порядку. Кількість пагонів впливає як на продуктивність головного стебла, так і всієї рослини (Крючкова, 2015; Рожков, 2013). Частина утворених пізніше пагонів, особливо за інтенсивного кушіння, відстає в своєму розвитку, створюючи на кущі так званий підгін і підсід, що не беруть участі у формуванні врожаю і перешкоджають механізованому його збиранню (Поздняков та Долгодворов, 2005).

Вузол кушіння є основним органом, за його відмирання рослина гине. У ґрунті він розміщується на глибині 1,5–3,0 см і витримує морози до -17–20°C. Кущистість у тритикале висока — до 10 пагонів. Забарвлення рослин зазвичай зелене, іноді зустрічаються форми із восковим нальотом (Зорунько та ін., 2015; Білітюк, 2006).

Під час кушіння починають формуватися колоски і квіточки. Ріст і розвиток коренів у цей період сильно випереджає ріст надземної частини рослини. Ґрунтова посуха у фазу кущення стимулює інтенсивний розвиток кореневої системи. Існує генетично фіксована кореляція між висотою стебел і потужністю кореневої системи (Рожков, 2013). Процес закладки колосків і квіточок розпочинається на головному пагоні і продовжується на пагонах наступних рівнів. З утворенням перетяжки на первинному конусі наростання розпочинається утворення зачатків колосків. Початок стадії подвійного кільця вважається початком *генеративної фази* розвитку пшениці (зазвичай настає в кінці кушіння). Сумарна тривалість фази кущення (осіннього і весняного), разом із періодом зимового спокою коливається в межах 180–195 діб (Комарова, 2007; Білітюк, 2006).

Вихід у трубку. Початком фази вважають момент, коли на головному пагоні з'являється перший стебловий вузол на відстані 2–

5 см від поверхні ґрунту. Трубкування настає через 25–35 діб після відновлення весняної вегетації. Під час виходу в трубку інтенсивно наростає вегетативна маса, розвиваються первинний і вторинний вузол. Формуються генеративні органи. У цей період розпочинається інтенсивний ріст колоса в середині стебла (Комарова, 2007). Рослини в цю фазу відчутно реагують на нестачу води, поживних речовин, особливо азоту, і ураження хворобами. Нестача вологи і поживних речовин у фазі трубкування призводить до істотного зниження продуктивності. Друге міжвузля швидко випереджає в розвитку перше. Потім розвиваються наступні міжвузля. Завдяки такому розвитку верхні вузли з колосом починають підніматися в середині листової трубки. Тривалість фази становить 25–30 діб (Лихочвор, 2010; Комаров та Соколенко, 2000).

Колосіння. Фаза настає одночасно з інтенсивним ростом стебла внаслідок різкого видовження передостаннього міжвузля. Відбувається вихід колоса з піхви верхнього листка. Впродовж цієї фази спостерігається формування репродуктивних органів та наростання вегетативної маси (Пильнев та ін., 1981). Початок фази колосіння фіксують у момент виходу колоса із обгортки листка. Колосіння триває 10–14 діб (Лихочвор, 2010).

Цвітіння. Фаза настає за 4–5 діб після утворення перших колосів. Цвітіння суцвіття тритикале починається з середини колоса, звідки поступово поширюється вгору і вниз колосом. Закладання колосків і квіточок та безпосередньо цвітіння розпочинаються з середини колоса або ближче до нижньої його третини і рівномірно поширюється до основи і верхівки суцвіття (Комаров, 1984). Утворені в середині колоса колоски крупніші, мають більшу кількість квіток і формують добре виповнене зерно. Маса окремих зерен у цій частині колоса найбільша (Комаров, 1984). Цвітіння однієї квітки триває 30–60 хв., а всього колоса — від чотирьох до семи діб. За сухої і жаркої погоди тривалість цвітіння може скоротитися до трьох діб. Прохолодна погода сприяє подовженню періоду цвітіння (Шульдин та Максимов, 1973).

Дозрівання. Після цвітіння, запилення і запліднення зі стінок зав'язі утворюється оболонка зернівки. Ріст стебла, листків і коренів майже припиняється і пластичні речовини надходять тільки до зернівки. Період формування зерна триває 12–16 діб і під кінець цього періоду настає молочна стиглість. Зерно у цій фазі оптимальної величини, проте ще не дозріле, молокоподібної консистенції. Вологість зерна — 40–60 % (Комаров та Соколенко, 2000; Тихенко, 1987).

У восковій фазі стиглості консистенція зерна нагадує віск, вологість зерна становить 20–40 %. У кінці фази зернівка набуває типового забарвлення, надходження поживних речовин у зерно і його ріст припиняється (Комаров, 1984). У цей період можна починати роздільне збирання. За повної стиглості вологість зерна знижується до 14–18 %. Воно стає твердим і фізіологічно втрачає зв'язок з материнською рослиною. Сумарна тривалість фази дозрівання зерна становить 16–22 діб (Лихочвор, 2010).

Біологічні особливості

Тритикале озиме — це досить холодостійка культура. Насіння починає проростати за температури у посівному шарі ґрунту 1–2°C. Сходи при цьому з'являються пізно і неодноразово. Оптимальна температура для проростання насіння тритикале — 12–20°C. За умови достатнього зволоження ґрунту сходи за такої температури з'являються на 5–6 добу. Якщо температура вища 25°C, висіяне насіння і проростки масово уражуються хворобами. Оптимальні строки сівби припадають на період з середньодобовими температурами повітря 14–17°C, що у зоні Лісостепу припадає на другу-третю декаду вересня, інколи — на першу декаду жовтня (Лихочвор, 2010; Каленська та ін, 2008).

Взимку добре загартовані восени рослини зимостійких сортів

витримують зниження температури на глибині вузла кушіння до мінус 19–20°C. Достатній сніговий покрив захищає рослини навіть у разі зниження температури до мінус 35–40°C. Шар снігу 10 см і більше повністю захищає рослини від вимерзання навіть за -30°C (Каленська та ін., 2008). За відсутності снігового покриву чи мінімальній його товщині (1–4 см) сильні морози (-25–30°C) спричиняють загибель рослин навіть високоморозостійких сортів тритикале озимого. Це так звана температурна зона вимерзання (Їжик, 2000).

Перерослі рослини, на яких сформувалося 5–6 пагонів уражуються низькими температурами. Стійкість проти низьких температур зменшується в кінці зими або на початку весни за періодичного відтавання-замерзання ґрунту і розгартування рослин. У цей період рослини тритикале озимого можуть загинути від невеликих морозів (мінус 6–8°C). Незагартовані восени рослини за різкого похолодання (приморозки -6–10°C) теж можуть пошкоджуватися. Восени рослини припиняють вегетацію, а навесні відновлюють її за настання середньодобової температури повітря 3–5°C (Рожков та ін., 2015; Голуб, 2007).

Впродовж усіх фаз вегетації найінтенсивніше розвиток рослин відбувається за температури повітря 20–25°C. Короткочасна спека за підвищення температурного режиму до 35–40°C, за достатніх запасів вологи, не завдає рослинам великої шкоди. Припиняється приріст сухих речовин у разі підвищення температури понад 40°C (Голуб та ін., 2007).

Тритикале озиме — вимоглива до вологи культура. Для набубнявіння насіння потребує 55–60 % води від своєї ваги. За недостатньої вологості ґрунту рослини не кущаться і різко знижують продуктивність. Негативно впливає на продуктивність культури нестача вологи у період виходу в трубку та колосіння, а також наливу зерна, коли потреба рослин у волозі максимальна. Оптимальні умови для росту і розвитку створюються за вологості ґрунту не менше 75–80 % від його польової вологоємності. За період вегетації

тритикале озиме залежно від умов вирощування витрачає 2500–4000 м² води з 1 га. Транспіраційний коефіцієнт становить 300–500 (Лихочвор, 2010).

Тритикале негативно реагує і на перезволоження. Якщо воно короткочасне і температура повітря невисока, то рослини не знижують темпів росту та розвитку. Тривале перезволоження — сповільнює ріст, можливе загнивання кореневої системи, листки набувають блідо-зеленого кольору. Надлишок вологи легше переноситься рослинами молодого віку. Осіннє перезволоження зменшує морозостійкість і зимостійкість рослин (Рожков та ін, 2015; Лихочвор, 2010).

Велика кількість опадів у весняно-літній період сприяє інтенсивному наростанню вегетативної маси, що призводить до вилягання рослин, погіршення фітосанітарного стану посівів і зниження врожайності. Водночас недостатня кількість опадів у цей період призводить до недобору врожаю. Надмірна кількість опадів у період формування і досягання зерна призводить до ураження його хворобами та зниження якості зерна (Козлов та ін, 2018).

Тритикале — рослина довгого дня. Нестача світла на початку вегетації знижує його врожайність. Найоптимальнішим для культури є постійне чергування під час вегетації сонячних і похмурих днів (Лихочвор, 2010). Інтенсивне сонячне освітлення забезпечує нагромадження в листах і вузлах кущіння великої кількості пластичних речовин і вуглеводів. Сонячна погода у фазі виходу в трубку стимулює формування міцних міжвузлів, що підвищує стійкість рослин проти полягання. Інтенсивне освітлення на початку цієї фази сприяє формуванню коротких міцних міжвузлів. Стебла стають стійкими проти вилягання за сильних вітрів і зливових дощів (Зорунько та ін., 2015).

На загущених посівах через травостій проникає не більше 10 % сонячного проміння. У зв'язку зі значним затіненням рослин, нижні міжвузля стебла витягуються, рослини — вилягають. Це призводить до значного недобору врожаю (Зорунько та ін, 2015; Рожков та Пузік, 2013; Гриб та Пономарьов, 2003).

Рослини тритикале практично не вимогливі до родючості ґрунту.

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

Вони здатні до проростання на всіх типах ґрунтів, крім сипучих пісків і мало окультурених торфовищ, проте з максимальною реалізацією генетичного потенціалу реагують на родючість ґрунту. Для інтенсивного росту та розвитку рослин кращими за мінеральним складом є дерново-підзолисті легко- і середньосуглинкові, а також добре окультурені торф'яні ґрунти низинного типу (Лихочвор, 2010). Оптимальне значення рН — 5,5–7,0. Зважаючи на це культуру доцільно вирощувати на ґрунтах зі слабнокислою і нейтральною реакцією середовища (Рожков та ін., 2015). Доведено, що підвищення рН із 6,0 до 6,5 забезпечує приріст урожаю тритикале на 14–25 % (Рожков та Пузік, 2013).

СТВОРЕННЯ ГІБРИДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ *TRITICOSECALE* WITTMACK × *TRITICUM SPELTA* L.

Гібридизація гексаплоїдних тритикале з видами роду *Triticum* L. є ефективним методом істотного розширення генетичного різноманіття культури (Суворова, 2002; Рыгин та Орлова, 1977). У схемі гібридизації доцільно використовувати пшеницю спельта (*Triticum spelta* L.), яка є гексаплоїдним видом пшениці ($2n = 6x = 42$) з геномним складом гомологічним пшениці м'якій (Тихенко, 2011). У зерні пшениці спельта міститься до 25 % білка, що в середньому на 10–15 % більше, ніж у зерні пшениці м'якої. Крім того зерно спельти містить незамінні амінокислоти, які відсутні у пшениці м'якій (Парій та ін., 2013; Нінієва, 2012). Особливостями даного виду пшениці є низька врожайність та ускладнений обмолот зерна.

За гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта отримано нові гібридні популяції *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. У нащадках від таких схрещувань з'являються рекомбінантні генотипи та трансгресивні форми, в яких можна очікувати поєднання позитивних ознак тривидових тритикале та пшениці спельта.

Характеристика вихідного матеріалу

В якості вихідного матеріалу для гібридизації використовували сорти тривидового тритикале (*Triticosecale* Wittmack) Розівська 6, Розівська 7, Ладне, Юнга, Хлібодар Харківський та інші зразки; сорти пшениці спельта (*Triticum spelta* L.) Зоря України, Європа та інші; гібридні популяції *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. другого–

четвертого покоління; сорти тритикале Алкід та Наварра, які виступали стандартами.

Характеристика сорту тритикале Розівська 6

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.

За типом розвитку сорт озимий. Група стиглості — середньостиглий. За висотою сорт відноситься до середньостеблової групи рослин. Висота стебла становить 140–160 см. Кущистість досягає 7 шт. в одній рослині, з них чотири 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 бурю стебловою іржею. Стійкий до шкідників. Рослини сорту пригнічують ріст і розвиток бур'янів.

Вміст білка в зерні становить 14–15 %, клейковини — до 32 %. Урожайність зерна — до 10,0 т/га, в несприятливі роки 5,0–6,0 т/га. Урожайність зеленої маси в ранній весняний період складає 60,0–80,0 т/га.

Характеристика сорту 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 — середньостиглий. Відноситься до середньостеблової групи рослин (висота 120–140 см). Не уражується борошнистою росою та бурю стебловою іржею. Стійкий до шкідників. Рослини сорту пригнічують ріст і розвиток бур'янів.

В зерні цього сорту міститься 14–15 % білка, клейковини — до 32 %. Урожайність зерна — потенційна 10 т/га, фактична 5–6 т/га.

Урожайність зеленої маси складає 60–80 т/га.

Основна відмінність сорту Розівська 7 від сорту Розівська 6 — це наявність неламкого колосу та підвищена кущистість.

Характеристика сорту 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. Оригінація — 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). Сорт середньостиглий, середньозимостійкий, стійкий проти 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 31,0–52,0 т/га.

Характеристика сорту 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 бурої листової 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.

Характеристика сорту тритикале Алкід

Сорт отриманий методом добору з гібридної популяції створеної складними схрещуваннями. Оригінація сорту є Всеукраїнський

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

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. Він 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 у зоні Степу — 6,6 т/га, Лісостепу — 6,4 т/га, 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 тритикале Хлібодар Харківський

Сорт створено методом індивідуального добору з гібридної популяції Х8ІМС1р12-22-2р2/3/Над38-1/Х78//РМ18-15. Сорт — середньорослий. Тип розвитку — ярий (вегетаційний період складає 96–102 доби). Соломина середньої висоти 95–115 см, під колосом інтенсивно опушена. Колос білий, остистий, призматичної форми, довжиною 10–11 см, середньої щільності — 24 шт. колосків на 10 см колосового стрижня. Зерно світло-червоне, виповнене. Маса 1000 зерен 40–42 г.

Рослини сорту імунні до борошнистої роси, летючої сажки, мають підвищену стійкість проти бурої листкової іржі та септоїозу листя. У польових умовах не уражується жовтою і стебловою іржею.

Врожайність сорту на високому агрофоні становить 6,0–6,5 га. Сорт стабільно проявляє високі хлібопекарські властивості зерна: вміст клейковини І групи складає 24 %, об'ємний вихід хліба 500 мл, м'якуш білий. Хлібопекарська оцінка 4,8–5,0 балів.

Характеристика сорту тритикале Наварра

Сорт створений методом віддаленої гібридизації, а саме

схрещування тривидового тритикале сорту Хлібодар харківський та пшениці спельта. Оригіном сорту є Всеукраїнський науковий інститут селекції. Станом на 2015 рік сорт переданий на Державну науково-технічну експертизу.

За типом розвитку сорт відноситься до дворучок. Сорт середньостиглий, вегетаційний період 280–285 діб. За висотою він 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 спельта озимої Зоря України

Сорт створений методом багаторазового індивідуального добору з популяції пшениці спельта. Оригіном сорту є Всеукраїнський науковий інститут селекції. Занесений до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні 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 корневих гнилей, фузаріозу колоса, септоріозу та жовтої плямистості. Сорт резистентний 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 спельта озимої Європа

Європа — це остиста форма пшениці спельта, в якій 90 % зерна відділяється від плівок під час обмолоту. Сорт одержано за схрещування сорту пшениці м'якої озимої Копилівчанка і спельти Зоря України. Оригіном сорту є Всеукраїнський науковий інститут селекції спільно з Уманським національним університетом садівництва.

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

Середня врожайність сорту за роки випробування становила 6,1 т/га. Вміст клейковини — 36 %.

Гібридизація тривидових тритикале та пшениці спельта

Для передачі генетичного матеріалу пшениці *Triticum spelta* L. в геном тритикале *Triticosecale* Wittmack за селекційною схемою було проведено низку схрещувань. В якості вихідного матеріалу використовували сорти тривидового тритикале озимого Розівська 6, Розівська 7, Юнга, Ладне, Хлібодар Харківський та сорти пшениці спельта Зоря України та Європа. За материнську форму використовували тривидові тритикале, за батьківську — пшеницю спельта. Гібридизацію проводили способом кастрації (видалення пиляків) колосків колосу материнської форми і примусового запилення їх пилком квітки батьківської форми.

Припускали, що якість схрещування між тривидовими тритикале та пшеницею спельта буде аналогічним схрещуванням тритикале з пшеницею м'якою. У гібридів першого покоління від схрещування тривидових тритикале (*AABBRR*) з пшеницею м'якою (*AABBDD*) між

генами *AB* тритикале та пшениці проходить типова бівалентна кон'югація, оскільки ці геноми є гомологічними. Геноми тритикале *R* та пшениці *D* не мають цитогенетичної спорідненості. Процес мейозу у них супроводжується аномаліями. Хромосоми цих геномів формують уніваленти, що між собою не кон'югують. Це призводить до формування анеуплоїдних гамет, а згодом і анеуплоїдних рослин. Фертильність пилку таких рослин різко знижується (Тихенко, 2011; Суворова, 2002).

Оскільки хромосоми пшениці м'якої і пшениці спельта є гомологічними, то можна припустити, що мейоз у гібридів між тривидовими тритикале та пшеницею спельта буде проходити аналогічно тритикалево-пшеничним гібридам. За схрещування тривидових тритикале із пшеницею спельта між геномами *AB* тритикале та $A^{sp}B^{sp}$ спельти повинна проходити типова бівалентна кон'югація. Геноми тритикале *R* та спельти D^{sp} не мають гомологічних пар. Тому за схрещування тривидових тритикале та пшениці спельта можуть спостерігатися такі ж відхилення від мейозу, як за гібридизації тритикале та пшениці м'якої.

Зав'язуваність і життєздатність гібридних зернівок за схрещування тритикале з пшеницею, у межах окремої комбінації схрещування суттєво залежить від генотипу батьківських форм. За даними С. І. Гриб та В. Н. Буштевич (2005) коефіцієнт зав'язування насіння за гібридизації тритикале з пшеницею (в середньому 11,5 % за результатами 358 комбінацій) значно нижче, ніж його формування за внутрішньовидової гібридизації (в середньому 36,5 %). Аналогічні результати отримано В. Е. Писаревими (1947), А. Ф. Шуліндіним та М. Г. Максимовим (1972), Б. В. Ригіним та І. Н. Орловою (1977).

У проведених нами дослідженнях зі схрещування тривидових тритикале з пшеницею спельта в першому поколінні було отримано гібриди з ймовірною геномною формулою $AA^{sp}BB^{sp}RD^{sp}$ (рис. 1). Співвідношення генетичного матеріалу вихідних компонентів у цих гібридів складало 1 : 1.

складала 2,7 штук. Найбільшу кількість сформованих зерен на один колос зафіксовано за використання в якості материнської форми сорту тривидового тритикале Розівська 7. Вона коливалася від нуля до чотирьох штук зерен на колос і в середньому із 64 колосів складала 2,8 штук. Частка зав'язаного насіння у цієї комбінації складала 9,3 %. Дещо нижчі показники було отримано у комбінації схрещування Розівська 6 × Зоря України. Частка зерен, що зав'язалися складала 8,3 %. Середня кількість сформованих зерен становила 2,3 штуки з варіюванням озерненості від нуля до трьох штук.

Комбінації схрещування Ладне × Зоря України та Хлібодар харківський × Зоря України за показниками озерненості колоса були на рівні середнього значення — відповідно 7,6 % та 7,8 %. Кількість колосів залучених до схрещування була в межах 65–68 штук. В середньому кількість кастрованих квіток на колос — 29 штук, а кількість зав'язаних зерен у середньому відповідала 2,2 штук. Найнижчі результати було отримано за використання в якості материнської форми сорту тривидового тритикале Юнга. Із 47 проаналізованих колосів та середньою кількістю кастрованих квіток 28 штук, зав'язувалося від нуля до двох штук зерен на колос, що в середньому складало 1,5 штуки. Відсоток зав'язування гібридних зерен складав 5,4 %.

За схрещування різних сортів тривидових тритикале із пшеницею спельта сорту Європа кількість гібридних зерен, що зав'язалися в середньому становила 9,4 %, з варіюванням ознаки від 0,0 до 13,8 % (табл. 2).

Використання сорту тривидового тритикале Розівська 7 в якості материнської форми для схрещування із сортом пшениці спельта Європа давало найвищі показники формування гібридних зерен — 10,3 % з межами варіювання ознаки від 0 до 13,8 %. Кількість отриманих зерен коливалася від нуля до чотирьох штук і в середньому з 39 проаналізованих колосів становила три штуки.

Таблиця 2

Кількість сформованих зерен за гібридизації різних сортів тривидових тритикале із пшеницею спельта сорту Європа, 2013 р.

Материнська форма гібридів	Запилених колосів, шт.	Запилених квіток у колосі, шт.	Зав'язалося гібридних зерен			
			Кількість, шт.		Частка, %	
			Межі варіювання	Середнє	Межі варіювання	Середнє
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
Хлібодар харківський	35	29	0–3	2,5	0–10,7	8,9
<i>Середнє</i>	<i>36</i>	<i>28</i>	—	<i>2,7</i>	—	<i>9,4</i>

Дещо поступалася їй комбінація Ладне × Європа. За використання материнською формою сорту Ладне кількість зав'язаних зерен коливалася в межах 0–4 штуки і в середньому серед 36 запилених колосів склала 2,8 штук на колос. Середня кількість сформованих зерен складала 9,3 % з варіюванням від 0,0 до 13,3 %. Подібний результат було отримано за використання в якості материнської форми сортів Розівська 6 та Юнга, з тією відмінністю, що у сорту Розівська 6 була більша вибірка експериментального матеріалу. У комбінаціях схрещування Розівська 6 × Європа та Юнга × Європа в середньому на колос зав'язувалось 2,5 штук зерен або 8,9 %.

Відсутність гомологічної кон'югації між хромосомами геномів *R* тритикале та *D^{sp}* спельти вірогідно призводить до порушень ембріонального розвитку гібридів, внаслідок чого формується деформоване і щупле зерно з різною формою гібридних зернівок. Різноманіття зернівок за формою пояснюється тим, що на рослинах гібридів F_1 формується насіння, з якого отримуємо рослини F_2 , де

може спостерігатися вищеплення подовжених зернівок типу тритикале, овальних вкорочених — типу спельти та зморшкувате, сильно деформоване зерно отримане від незбалансованих за кількістю хромосом рослин. Все це впливає на озерненість колоса у наступних поколіннях.

Самозапилення гібридів першого покоління забезпечувало низькі показники озерненості колоса рослин гібридів F₁. Озерненість колоса рослин F₁ отриманих від схрещування різних сортів тривидових тритикале із сортом спельти Зоря України, в середньому становила 21 %, а отриманих за участі сорту Європа — 19 % (табл. 3).

Таблиця 3

Озерненість колоса у рослин гібридів F₁ за схрещування тривидових тритикале та пшениці спельта, 2014 р.

Материнська форма	Батьківська форма					
	Зоря України			Європа		
	Кількість колосків у колосі, шт.	Кількість зерен у колосі, шт.	Озерненість, %	Кількість колосків у колосі, шт.	Кількість зерен у 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
Хлібодар харківський	22	4	9	22	3	8
<i>Середнє</i>	22	9	9	22	8	9

Середня кількість зерен у колосі складала дев'ять штук у комбінаціях схрещування із сортом Зоря України та вісім штук — із сортом Європа. Найвищу озерненість колоса під час самозапилення (11 %) спостерігали у нащадків отриманих за гібридизації сорту тривидового тритикале Розівська 7 із сортами спельти Зоря України

та Європа. У їх колосі при кількості колосків 23 штуки формувалося по п'ять зерен.

У нащадків отриманих від схрещування у комбінаціях Розівська 6 × Зоря України, Розівська 6 × Європа, Ладне × Зоря України, Хдібодар харківський × Зоря України за самозапилення озерненість колоса становила 9 %. У колосі формувалося 22 штук колосків, у яких утворювалося по чотири насінини.

Нащадки від гібридизації сорту тривидового тритикале Юнга із сортами Зоря України та Європа за самозапилення мали найнижчі показники озерненості колоса — 7 %. Їх колос складався із 21 штуки колосків, в яких формувалося по три зернини.

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

Пшениця м'яка відрізняється від пшениці спельти наявністю домінантного алеля Q гена Q/q (MacFadden та Sears, 1946; Watkins, 1940; Leighty, 1921). Цей ген контролює характер обмолоту зерна (вільний або ускладнений обмолот). Наявність домінантного алеля Q у гомозиготному стані (QQ) обумовлює формування нормального (неспельтоїдного) колоса з вільним обмолотом зерна (Watkins, 1940).

Ген Q/q в літературі згадується як «супер ген». Він є об'єктом тривалого наукового вивчення. Мутація алеля q в Q , тобто з рецесивного у домінантний стан, мала велике значення в окультуренні пшениці м'якої. Дія гену Q/q , з практичної точки зору, проявляється у вільному обмолоті зерна, що дозволяє механічно збирати урожай пшениці у промислових масштабах (Fans та ін., 2005; Watkins, 1940). Вплив окремих алелей гена Q/q на формування спельтоїдного або неспельтоїдного типу колосу та характер обмолоту зерна вперше показав М. МакКей (1954).

Генотип QQ характерний для пшениці м'якої. Рецесивний алель q у гомозиготному стані призводить до утворення спельтоїдного типу колосу (Fans та ін., 2005). Зерно зразків з таким типом колосу важко відділяється від колоскових лусок. Пшениця спельта має генотип qq , що обумовлює ускладнений обмолот зерна спельти.

На процес обмолоту впливає характер колоскової луски (груба або ніжна). Для пшениці спельта характерною є груба колоскова луска, що перешкоджає вільному обмолоту зерна. У гексаплоїдних видів роду *Triticum* L. наявність грубої колоскової луски обумовлюється присутністю домінантного алеля Tg гена Tg/tg . У пшениці м'якої даний ген знаходиться в рецесивному гомозиготному стані, тобто вона має гени $tgtg$. Це підтверджується тим, що серед відомих форм пшениці м'якої відсутні фенотипи з грубою колосковою лускою (Соловьев, 2007; Feldman, 2001). Спельта у своєму генотипі містить домінантні алелі $TgTg$, що призводить до формування грубої луски.

Отже, для утворення фенотипу з вільним обмолотом зерна необхідно мати в генотипі $QQtgtg$ (MacFadden та Sears, 1946). Він характерний для пшениці м'якої. За схрещування 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 мали грубу колоскову луску та важкий обмолот зерна. Це вказує на те, що у гібридів першого покоління *Triticosecale* Wittmack × *T. Spelta* L. відбулося об'єднання генетичного матеріалу пшениці м'якої та пшениці спельти. Гетерозиготи за цією ознакою мають генотип $QqTgtg$.

Гібриди F_1 від схрещування тритикале зі спельтою однотипні за морфологічною будовою колоса і загальним габітусом рослин (додаток 1). Характерними ознаками гібриду F_1 є наявність довгого розпушеного колосу, грубої колоскової луски та утрудненого обмолоту зерна. Отримані гібриди — гетерозиготи за геном Q/q

(рис. 2).

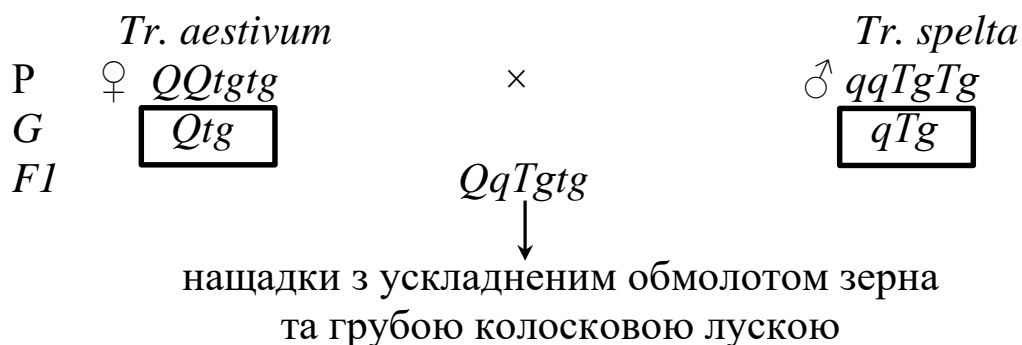


Рис. 2. Схема утворення генотипів *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. з ускладненим обмолотом зерна

Одна із пари хромосом 5A походить від тритикале і має домінантний алель *Q*, а друга хромосома 5A — від спельти, що має рецисивний алель *q*. Їх генотип *Qq* може формувати фенотипи з ускладненим обмолотом зерна. Гібриди мають домінантний алель гена *Tg*, який присутній у спельти, що проявляється наявністю грубої колоскової луски. Прояв характерних ознак спельти у гібридів першого покоління підтверджує наявність генів спельти в їх геномі.

У наших дослідженнях всі рослини гібридів F₁ незалежно від комбінації схрещування мали довгий розпушений колос зі щільною колосковою лускою та ускладненим обмолотом зерна.

Перше покоління гібридів *Triticosecale* Wittmack × *T. Spelta* L. було безостим. Безостість гексаплоїдних видів пшениці контролюється геноми *B1*, *B2*, *Hd*, що 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 навіть до повної її відсутності. Однозначність причини таких змін не встановлено (Діордієва та Парій, 2015; Рыгин та Орлова, 1977; Шулындин, 1970). Безостість отриманих гібридів F₁ додатково вказує на присутність генетичного матеріалу пшениці спельта в їх геномі.

Отже, гібриди першого покоління від гібридизації тритикале та

пшениці спельта поєднують в своєму геномі гени трьох видів пшениць (м'якої, твердої та спельти) і гени жита. Наявність генетичного матеріалу пшениці спельта підтверджується проявом типових ознак культури.

Бекросні схрещування гібридів першого покоління з тривидовими тритикале

Батьківські форми, що використовували для гібридизації мають однакову кількість хромосом, але вони різняться за генетичною спорідненістю моногеномів, що 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 (Суворова, 2002; Шульдин, 1970). 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 відхилення у процесі проходження мейозу гібридів першого покоління.

У результаті схрещування тривидових тритикале та пшениці спельта в першому поколінні було отримано стерильні гібриди, проте відмічено незначну частку рослин, що формували фертильні пилкові зерна.

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. Геноми тритикале *R* та пшениці *D* не мають цитогенетичної спорідненості, що викликає порушення процесу мейозу. Хромосоми цих геномів формують уніваленти, що не кон'югують між собою. Це призводить до формування анеуплоїдних гамет, а згодом і анеуплоїдних рослин, які будуть стерильними

(Диордиева та Парий, 2015; Грабовец та ін., 2003; Егоркина, 1983).

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

У наших дослідженнях для підвищення рівня фертильності гібриди F₁ беккросували з тривидовими формами тритикале, у яких проходження мейозу відносно стабільне. Гібриди F₁ використовувались за материнську форму, а сорти тривидових тритикале Розівська 6, Розівська 7, Ладне — за батьківську, як такі, що характеризуються відносно стабільним мейозом. Середня кількість сформованих зерен у беккросних нащадків становила 11 штук на колос (табл. 4).

У різних комбінаціях схрещування цей показник коливався від семи до 15 штук. Зав'язуваність насіння в середньому складала 24 % за варіювання від 15 % до 31 %. Найвищу зав'язуваність (26 %) зафіксовано у нащадків від гібридизації рослин номера 113/14 та тривидового тритикале сорту Розівська 6. У цій комбінації схрещування було запилено дев'ять колосів у кожному з яких в середньому формувалося 12 штук зерен з варіюванням ознаки від 10 до 15 штук. Високими показниками характеризувалися нащадки беккросних схрещувань комбінацій 105/14 × Розівська 7, 169/14 × Розівська 7, 233/14 × Розівська 6. Зав'язуваність зерен у цих варіантах складала 25 %. Кількість сформованих на колосі насінин коливалася в межах 9–14 штук.

Таблиця 4

Кількість сформованих зерен за беккросних схрещувань гібридів F₁ з тривидовими тритикале, 2014 р.

Вихідні форми		Кількість, запилених колосів, шт.	Сформованих зерен			
			Кількість, шт.		Частка, %	
♀	♂		Межі варіювання	Середнє	Межі варіювання	Середнє
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
<i>Середнє</i>	–	9	–	<i>11</i>	–	24

Найнижчі результати отримано за гібридизації зразків 105/14 та 233/14 із сортом тривидового тритикале Ладне.

Гібриди першого покоління *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. 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 генів вихідних форм (рис. 3).

У таких гаметах може бути від 0 % до 100 % генетичного матеріалу пшениці спельта. Однак, 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 комбінується в конкретному генотипі. До складу будь-якого із субгеномів можуть входити хромосоми різного походження: пшениці м'якої, твердої, спельти та жита.

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

У результаті беккросування було отримано нащадки, що характеризуються різним ступенем насиченості геномами спельти та тритикале. Спостерігалось вищеплення рослин типових гексаплоїдних тритикале (генотип $AABBRR$). Було відмічено стерильні та фертильні нащадки з різним ступенем рівнем прояву ознак батьківських форм.

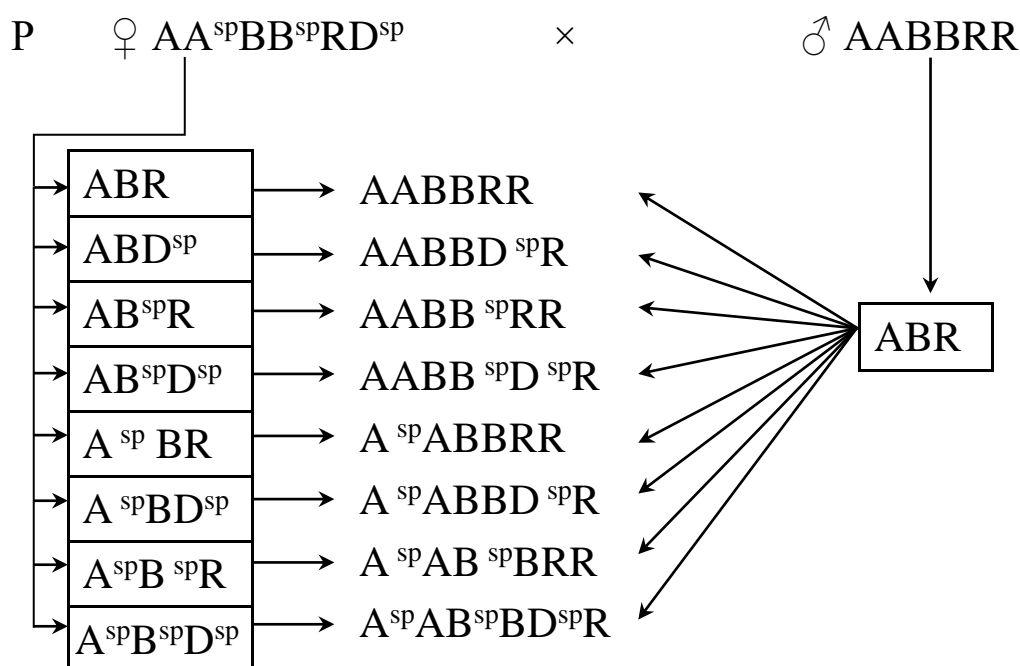


Рис. 3. Утворення функціональних гамет гібридів F_1 та генотипів рослин у $F_1 BC_1$

Утворення рослин типових гексаплоїдних тритикале імовірно відбувається в результаті поєднання гамет типу ABR та утворення нащадків з геномною формулою $AABBRR$. Ці рослини за сукупністю фенотипових і морфологічних ознак ідентичні до тривидових гексаплоїдних тритикале. Вони мають оптимально озернений колос та високу частку квіток з фертильним пилюком. У наших дослідженнях, серед отриманих після беккросних схрещувань із 683 рослини, типовими ознаками гексаплоїдних тритикале характеризувались 64 рослини.

Утворення фертильних нащадків стає можливим за поєднання в їх геномі гомологічних субгеномів, між хромосомами яких проходить

бівалентна кон'югація. Такі форми мають геномну формулу $A^{sp}ABBRR$, $AABB^{sp}RR$ або $A^{sp}AB^{sp}BRR$. 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 спельта. Вони можуть складатися тільки з хромосом спельти, або бути скомбінованими з хромосом двох чи трьох видів пшениць, що залучалися до гібридизації. У таких нащадків спостерігався прояв ознак спельти (довгий колос, груба колоскова луска тощо) та поява нетипових для батьківських форм ознак (карликовість, скверхедність).

Експресія нових, не характерних для тривидових тритикале, ознак ймовірно пов'язана з присутністю в їх геномному складі генетичного матеріалу пшениці спельта. А фертильність пилку вказує на типове проходження мейозу. Після проведених нами беккросних схрещувань отримано 200 рослин з фертильним колосом та фенотипом не притаманним для тривидових тритикале. Фенотипова експресія ознак спельти спостерігалася у 83 рослин.

У результаті беккросних схрещувань отримано нащадки, що 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 геномного та хромосомного складу може призводити до різних відхилень у проходженні процесу мейозу. Це негативно впливає на фертильність пилку в отриманих рослин. Підвищення рівня фертильності у цих форм можливе за умови проходження нормальної бівалентної кон'югації між хромосомами усіх субгеномів і стабілізації мейозу. За результатами наших досліджень ідентифіковано 336 стерильних рослин.

У нащадків отриманих після беккросування, фенотиповий прояв ознак спельти дещо знижувався. У беккросних гібридів мінливість рослин варіювала за фенотипом і перевищувала спектр ознак батьківських форм. Аналізуючи морфологічні ознака колоса та зернівки, рослини покоління F_1BC_1 за морфотипом було розподілено

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

на три групи:

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

У колосі рослин морфотипу тритикале формується більша кількість колосків (27–35 шт.), ніж у колосі морфотипу пшениці спельта. Колос рослин даного морфотипу дещо подовжений, його довжина сягає 11–13 см (додаток 2). Рослини морфотипу тритикале характеризуються наявністю опушення під колосом. Лицева сторона колоса за шириною така сама, як бічна або вужча. Особливістю зразків цієї групи є сизе забарвлення зернівки, наявність довгих остюків та продовгуватої зернівки. Кількісно у гібридних популяціях *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. переважали рослини морфотипу тритикале. За результатами проведених досліджень таких рослин отримано 367 штук. (табл. 5).

Таблиця 5

Кількісне співвідношення різних морфотипів рослин, отриманих за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта, 2013 р.

Морфотип	Загальна кількість рослин, шт.	Кількість рослин, шт.					
		Довгий рихлий, неопушений колос із сизою, округлою зернівкою	Нормальний, опушений остистий колос із червоною, округлою зернівкою	Карликовість	Безостість/напівостистість	Ранньостиглість	Скверхедність
Морфотип тритикале	367	–	64	–	–	–	–
Проміжний морфотип	233	–	–	74	60	15	84
Морфотип пшениці спельти	83	83	–	–	–	–	–

Рослини морфотипу спельта характеризувались наявністю довгого колосу (додаток 2) та відсутністю воскового нальоту на рослинах. Зернівки — округлі. У наших дослідженнях рослин морфотипу пшениці спельта нараховувалось 83 штуки. (табл. 5).

До проміжного морфотипу рослин увійшли зразки, що за сукупністю морфологічних та фенотипових ознак займали проміжне положення між батьківськими формами або характеризувалися нетиповими для батьківських форм ознаками.

Чисельність рослин цього морфотипу складала 233 штуки, з них карликових рослин — 74, безостих або напівостистих — 60, ранньостиглих — 15, із скверхедним колосом — 84.

Стабілізація гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L.

Незбалансовані за геномним складом та хромосомним набором форми тритикале мають низку відхилень у процесі мейозу (Соловьев, 2007; Sears, 1958). Внаслідок чого спостерігається низька фертильність пилку, зав'язуваність насіння та продуктивність колоса. Такі форми вважаються цитогенетично нестабільними. Для підвищення їх селекційної та господарської цінності необхідна стабілізація. Вона, зазвичай, досягається самозапиленням впродовж кількох поколінь (Суворова, 2002; Sanchez-Monge, 1956).

У процесі досліджень проведено самозапилення нащадків F_1BC_1 . Отримані після самозапилення матеріали аналізували за рівнем фертильності пилку та озерненості колоса. Форми з оптимальною озерненістю колоса та фертильним пилком вважалися стабільними.

Тривидові гексаплоїдні тритикале не завжди характеризуються стабільним мейозом. У пізніх поколіннях можуть з'являтися стерильні поодинокі колоски або цілі селекційні номери (Krolow, 1966). У перших дослідженнях цитогенетики тритикале було виявлено та детально описано порушення окремих фаз мейозу

гексаплоїдних форм. Мейотичні аномалії подібні для всіх форм тритикале. Проте гексаплоїдні тритикале характеризуються вищою цитогенетичною стабільністю, аніж октаплоїдні форми та міжамфідиплоїдні гібриди (Thomas та Kaltsikes, 1971; Орлова, 1970; Шкутина, 1969; Sears, 1958).

У колосі тривидових тритикале утворюється біля 50–70 зерен, в той час як потенційно можлива кількість зерен становить 75–85 штук. (Медведев та ін, 2000). Тобто, озерненість колоса тривидових тритикале коливається в межах 70–90 %. Низкою досліджень встановлено тісний зв'язок між озерненістю колоса у тривидових тритикале та фертильністю пилку із його цитологічною стабільністю (Степочкин, 2005; Федорова, 1987; Егоркіна, 1983; Гордей, 1982; Степочкин, 1979). Вважається, що оптимально озернений колос має високий рівень фертильності пилку квіток, що вказує на збалансованість геномного та хромосомного наборів і цитологічну стабільність.

У наших дослідженнях показник озерненості колоса використовувався для визначення стабільності нащадків за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта. Після кожного самозапилення відбирали форми з високим рівнем озерненості колоса.

Після беккросних схрещувань гібридів першого покоління з тривидовим тритикале виділялись частково фертильні форми, що забезпечували формування насіння. Зокрема із 683 рослин покоління F_1BC_1 , в яких за батьківську форму використовували сорт пшениці спельта Зоря України, озерненість колоса на рівні 81–90 % мали 58 рослин, 108 рослин мали колос озернений на 71–80 %, 74 рослини — 51–60 % (табл. 6), що складало відповідно 8,5 %, 15,8 % та 10,8 % від загальної кількості рослин. Такі показники озерненості колоса не поступаються аналогічним показникам тривидових тритикале. Проте 320 рослин формували колос з низькою озерненістю (0–10 %).

Таблиця 6

Озерненість колосу рослин різних поколінь гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. Spelta* L., отриманих за участі сорту пшениці спельта Зоря України, 2007–2014 рр.

Озерне- ність колосу, %	Вихідні форми		Покоління						
	Сорт Зоря України	Тривидові тригикале	F ₁	F ₁ BC ₁	F ₁ BC ₁ 1-е самозапилення	F ₁ BC ₁ 2-е самозапилення	F ₁ BC ₁ 3-е самозапилення	F ₁ BC ₁ 4-е самозапилення	F ₁ BC ₁ 5-е самозапилення
			Кількість рослин						
			<u>500*</u> 100	<u>390</u> 100	<u>670</u> 100	<u>683</u> 100	<u>1025</u> 100	<u>1268</u> 100	<u>1389</u> 100
0–10	–	–	<u>502</u> 75	<u>320</u> 47	<u>430</u> 41,9	<u>287</u> 20,7	<u>287</u> 20,7	<u>190</u> 12,3	<u>127</u> 7,5
11–20	–	–	<u>168</u> 25	<u>26</u> 3,8	<u>62</u> 6,0	<u>85</u> 6,1	<u>85</u> 6,1	<u>81</u> 5,3	<u>54</u> 3,2
21–30	–	–	–	<u>18</u> 2,6	<u>45</u> 4,4	<u>68</u> 4,9	<u>68</u> 4,9	<u>63</u> 4,1	<u>60</u> 3,6
31–40	–	–	–	<u>14</u> 2,0	<u>36</u> 3,5	<u>57</u> 4,1	<u>57</u> 4,1	<u>89</u> 5,8	<u>92</u> 5,4
41–50	–	–	–	<u>2,5</u> 2,4	<u>25</u> 2,4	<u>78</u> 5,6	<u>78</u> 5,6	<u>98</u> 6,4	<u>95</u> 5,6
51–60	–	–	–	<u>43</u> 6,9	<u>43</u> 4,2	<u>81</u> 5,8	<u>81</u> 5,8	<u>98</u> 6,4	<u>124</u> 7,3
61–70	–	<u>105</u> 27	–	<u>74</u> 10,8	<u>101</u> 9,9	<u>250</u> 18,0	<u>250</u> 18,0	<u>301</u> 19,5	<u>350</u> 20,6
71–80	–	<u>217</u> 56	–	<u>108</u> 15,8	<u>187</u> 18,2	<u>296</u> 21,3	<u>296</u> 21,3	<u>378</u> 24,5	<u>471</u> 27,9
81–90	<u>117</u> 23,4	<u>68</u> 17,4	–	<u>58</u> 8,5	<u>96</u> 9,4	<u>187</u> 13,5	<u>187</u> 13,5	<u>243</u> 15,8	<u>316</u> 18,7
91–100	<u>383</u> 76,6	–	–	–	–	–	–	–	–

Примітка: * над рискою — кількість рослин, шт.;
під рискою — частка отриманих рослин від загальної кількості, %.

Утворення стабільних гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. спостерігалось вже після першого самозапилення, у результаті якого із 1025 рослин було виділено 384 (37,5 %), які за озерненістю не поступалися тривидовим тритикале, зокрема, 96 рослин були озерненими на 81–90 %, 187 — на 71–80 %, 101 — на 61–70 %. Це стало можливим у результаті утворення генотипів, що поєднують повні набори хромосом різних видів пшениць з 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 субгену *R* кон'югують між собою.

Проте, після першого самозапилення із 1025 рослин озерненість колоса нижчу 10 % мали 430 рослин, що становило 41,9 %. Стабілізація форм до геномного складу яких входять цитогенетично віддалені субгенами тритикале *R* та спельти D^{SP} супроводжується труднощами і фіксується після кількох поколінь самозапилень поспіль. Незбалансованість геномного та хромосомного складу ускладнює процес стабілізації, що призводить до виникнення стерильних форм у низці поколінь.

Після другого покоління самозапилення водночас зі збільшенням загальної кількості рослин спостерігалось збільшення частки оптимально озернених матеріалів. За результатами досліджень із 1268 рослин озерненість на рівні 0–10 % мали лише 351 рослина. Відмічено збільшення чисельності рослин з озерненістю колоса 81–90 %, 71–80 % та 61–70 %, кількість яких склала відповідно 151, 253 і 199 штук, що у відсотковому співвідношенні становить 11,9 %, 19,9 % та 15,7 %.

За результатами третього самозапилення із 1389 рослин виділились 187 з озерненістю колоса більше 80 %, 296 — у межах 71–80 % та 250 — мали озерненість 61–70 %. Серед проаналізованих 1389 рослин низьку озерненість (<10 %) фіксували у 287 рослин

* Створення гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. *

(20,7 %). Після п'ятого самозапилення 67,2 % матеріалів мали озерненість колоса на рівні тривидових тритикале.

Аналогічну тенденцію спостерігали у форм отриманих за участі сорту Європа. У першому поколінні отримано 187 рослин із озерненістю на рівні від 0 до 20 % (табл. 7).

Таблиця 7

Озерненість колосу рослин різних поколінь гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L., отриманих за участі сорту пшениці спельта Європа, 2007–2014 рр.

Озерне- ність колосу, %	Вихідна форма		Покоління						
	Європа	Тривидові тритикале	F ₁	F ₁ BC ₁	F ₁ BC ₁ 1-е самозапилення	F ₁ BC ₁ 2-е самозапилення	F ₁ BC ₁ 3-е самозапилення	F ₁ BC ₁ 4-е самозапилення	F ₁ BC ₁ 5-е самозапилення
			Кількість рослин						
			<u>280*</u> 100	<u>190</u> 100	<u>187</u> 100	<u>325</u> 100	<u>422</u> 100	<u>530</u> 100	<u>598</u> 100
0–10	–	–	<u>154</u> 75	<u>120</u> 36,9	<u>228</u> 54	<u>187</u> 35,3	<u>137</u> 22,9	<u>120</u> 17,5	<u>93</u> 12,3
11–20	–	–	<u>33</u> 25	<u>28</u> 8,6	<u>75</u> 17,7	<u>85</u> 16	<u>68</u> 11,4	<u>78</u> 11,4	<u>62</u> 8,2
21–30	–	–	–	<u>10</u> 3,1	<u>15</u> 3,5	<u>28</u> 5,3	<u>35</u> 5,9	<u>55</u> 8,0	<u>58</u> 7,7
31–40	–	–	–	<u>4,0</u> 1,2	<u>26</u> 6,2	<u>35</u> 6,6	<u>47</u> 7,9	<u>89</u> 13,0	<u>90</u> 11,8
41–50	–	–	–	<u>4</u> 1,2	<u>5</u> 1,2	<u>10</u> 1,9	<u>82</u> 13,7	<u>96</u> 13,9	<u>98</u> 12,9
51–60	–	–	–	<u>23</u> 7,1	<u>3,0</u> 0,7	<u>11</u> 2,1	<u>85</u> 14,2	<u>98</u> 14,3	<u>105</u> 13,8
61–70	–	<u>35</u> 18,4	–	<u>44</u> 13,5	<u>31</u> 7,3	<u>50</u> 9,4	<u>36</u> 6,02	<u>78</u> 11,4	<u>87</u> 11,5
71–80	–	<u>117</u> 61,6	–	<u>68</u> 20,9	<u>27</u> 6,4	<u>30</u> 5,7	<u>90</u> 15,1	<u>123</u> 17,9	<u>136</u> 17,9
81–90	<u>67</u> 23,9	<u>38</u> 20	–	<u>24</u> 7,1	<u>12</u> 2,8	<u>9</u> 1,7	<u>18</u> 3,0	<u>39</u> 5,7	<u>38</u> 18,7
91–100	<u>213</u> 76,1	–	–	–	–	–	–	–	–

Примітка: *: над рискою — кількість рослин, шт.;
під рискою — частка отриманих рослин від загальної кількості, %.

Після беккросування гібридів першого покоління з тривидовими тритикале рівень озерненості колоса у більшості отриманих рослин залишався низьким. Проте відмічено формування зразків з високою озерненістю колоса, зокрема, 159 рослин мали озерненість вище 50 %.

Частка рослин із фертильним пилком та добре озерненим колосом після кожного самозапилення зростала. У результаті п'ятого покоління самозапилення було отримано 758 рослин, з яких 87 (11,5 %) були озерненими на 61–70 %, 136 (17,9 %) — на 71–80 %, 38 (18,7 %) — на 81–90 %.

Отже отримано стабільні гібридні популяції *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L., які за показниками фертильності пилку квіток та озерненості колоса не поступаються вихідним сортам тривидового тритикале.

У процесі стабілізації фенотиповий прояв ознак спельти знижувався. Якщо гібриди першого покоління від схрещування тривидових тритикале та спельти за сукупністю фенотипових і морфологічних ознак більше нагадували спельту, то стабільні нащадки *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. мали нижчий рівень прояву ознак спельти. Це можна пояснити зокрем елімінацією генома спельти D^{sp} .

За створення тривидових тритикале пшеничний субгеном D не має гомологічної пари (Федорова, 1987; Шульдин, 1970). Хромосоми цього генома не кон'югують з не гомологічними хромосомами інших геномів і залишаються неспареними. У процесі стабілізації тривидових гексаплоїдних тритикале хромосоми інших геномів його витісняють (Суворова, 2012; Степочкин та Владимиров, 1978).

Імовірно під час гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта відбувається аналогічний процес і проходження стабілізації супроводжується витісненням хромосом субгенома D^{sp} житніми хромосомами субгенома R . У результаті цього частково втрачаються фенотипові ознаки пшениці спельта, що чітко виражені в істинних

гібридів першого покоління, зокрема, безостість та груба колоскова луска.

Елімінація генома пшениці спельта D^{sp} створює сприятливі умови для прояву житніх генів остистості. Оскільки при цьому збільшується кількість хромосом житнього генома R , в якому локалізуються гени остистості жита, що за експресивним проявом є домінантними щодо генів безостистості пшениці. Тому, гібридні популяції *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. зазвичай остисті. Винятком є форми із пшенично-житнім хромосомним заміщенням, в яких повністю або частково відсутня хромосома жита $1R$ (Діордієва та Парій, 2015).

Груба колоскова луска — ознака пшениці спельти, що чітко виражена у гібридів F_1 . Ця ознака контролюється геном Tg/tg , локалізованим у хромосомі $2D$ (Riabovol та ін. 2018; Fans та ін., 2005; Watkins, 1940). У гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. відсутня груба колоскова луска спельти, що вказує на елімінацію хромосоми $2D$.

Однак у гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. залишаються геноми A^{sp} та B^{sp} . Їх присутність обумовлює наявність нових не типових для тривидових тритикале ознак, зокрема, довгий нещільний колос, скверхедний колос тощо. Спельта характеризується довгим (біля 18 см) нещільним колосом, що є не типовим для гексаплоїдних видів пшениці. Формування в популяціях нащадків тритикале довгого нещільного колоса вказує на присутність в їх геномі генетичного матеріалу спельти.

Скверхедність — домінантна ознака пшениці м'якої. Ця ознака не притаманна спельті та тривидовим тритикале. За гібридизації пшениці м'якої зі спельтою серед нащадків спостерігаються скверхедні форми. Імовірно за схрещування тривидових тритикале із спельтою відбулася така ж перекомбінація генів між геномами AB тритикале та $A^{sp}B^{sp}$ спельти. Це призвело до утворення скверхедних форм.

Прояв ознак пшениці спельта у стабільних нащадків отриманих

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

від гібридизації *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. дозволяє зробити висновок про присутність у отриманих нащадків генетичного матеріалу чотирьох геномів батьківських форм: пшениці м'якої, твердої, спельти та жита.

За результатами проведених досліджень зі схрещування тривидових тритикале та пшениці спельта і стабілізації отриманих нащадків запропоновано генетичну схему створення гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. (рис. 4).

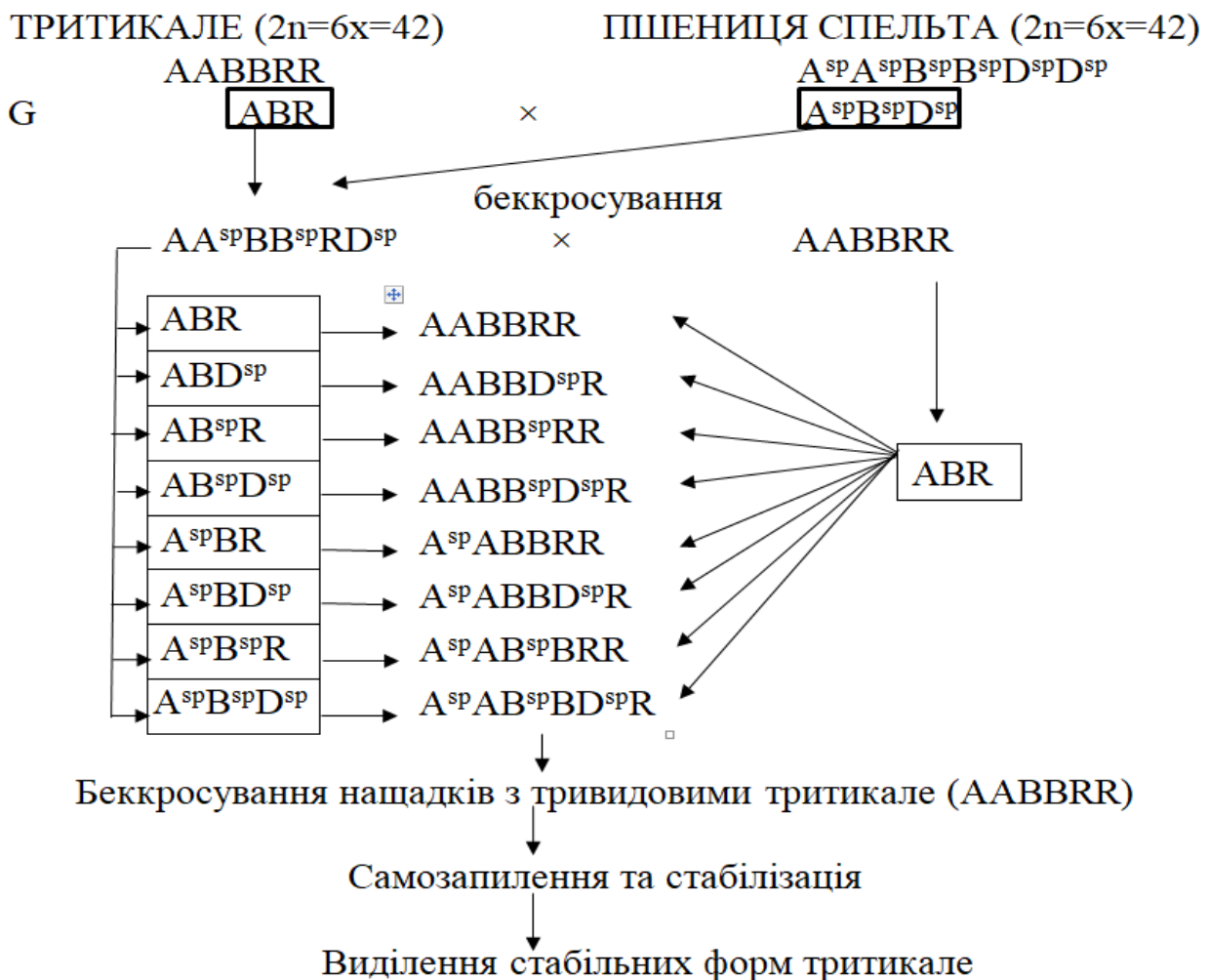


Рис. 4. Генетична схема створення гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L.

На основі узагальнення результатів досліджень розроблено загальну селекційну схему створення та покращення тритикале за

використання пшениці спельта, яку зображено на рис. 5. 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, хоча можлива незначна частка формування фертильних пилкових зерен. Частину гібридів самозапилюють, проте їх кількість повторно схрещують з тривидовими тритикале для підвищення рівня фертильності пилку.



Рис. 5. Загальна селекційна схема створення та виділення гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L.

Далі отримані після самозапилення і беккросування нащадки стабілізують самозапиленням. У процесі стабілізації виділяються стерильні та фертильні форми. Стерильні — схрещують з тривидовими тритикале. Фертильні — повторно схрещують з батьківськими формами або ж самозапилюють. Після самозапилення та стабілізації виділяють стабільні гібридні популяції *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. з добре озерненим колосом та фертильним пилком.

Повторні схрещування гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. з пшеницею спельта

Генотип пшениці спельта поєднує багато господарсько-цінних ознак, зокрема, високий вміст білка та клейковини, стійкість проти основних грибкових хвороб, високий адаптивний потенціал тощо (Нінієва, 2010). Це обумовлює її цінність як джерела генів для покращення культури тритикале.

Метою наших досліджень було створення високопродуктивних гібридних популяцій за насичення гібридів (*Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L.) × *Triticosecale* Wittmack генетичним матеріалом спельти.

У процесі досліджень частину відібраних після самозапилення стабільних нащадків повторно схрещували з пшеницею спельта. Рослини гібридних популяцій (*Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L.) × *Triticosecale* Wittmack слугували материнською формою. Пшениця спельта — батьківською формою. Відселектовані нащадки можуть формувати чотири типи гамет, у яких відсутній геном D^{sp} (рис. 6).

Батьківська форма (пшениця спельта) формує гамети одного типу $A^{sp}B^{sp}D^{sp}$. За схрещування отримуємо потомство з різним ступенем насиченості генами спельти. Нащадки можуть містити до 90 % генетичного матеріалу пшениці.

Гамети		F ₁
♀	♂	
ABR	A ^{sp} B ^{sp} D ^{sp}	A ^{sp} AB ^{sp} BRD ^{sp}
AB ^{sp} R		AA ^{sp} B ^{sp} B ^{sp} RD ^{sp}
A ^{sp} BR		A ^{sp} A ^{sp} BB ^{sp} RD ^{sp}
A ^{sp} B ^{sp} R		A ^{sp} A ^{sp} B ^{sp} B ^{sp} RD ^{sp}

Рис. 6. Можливі варіанти генотипів отриманих за схрещування (*Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L.) × *T. spelta* L.

У генотип зразків $A^{sp}AB^{sp}BD^{sp}R$ входить тотожна кількість генів тритикале та спельти. Ці матеріали характеризуються фенотиповим проявом ознак аналогічним гібридам F₁ *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. Вони мають спельтоїдну форму колоскової луски і ускладнений обмолот зерна.

Нащадки з геномним складом $AA^{sp}B^{sp}B^{sp}RD^{sp}$ та $A^{sp}A^{sp}BB^{sp}RD^{sp}$ мають переважну більшість хромосом геномів спельти. Вони характеризуються посиленою експресією ознак спельти. Фенотипово це проявляється у формуванні спельтоподібного колосу або ускладненому обмолоті зерна. Зокрема, у нащадків від схрещування (*Triticosecale* Wittmack × *T. Spelta* L.) × *T. spelta* L. виникали форми зі спельтоїдним типом колосу та важким, як у спельти, обмолотом зерна. Це вказує на присутність у генотипі двох геномів $A^{sp}A^{sp}$, оскільки ген Q/q , що контролює тип колосу (спельтоїдний або скверхедний) локалізується в хромосомі 5A. У той же час було відмічено форми з вільним 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 у гетерозиготному стані визначає проміжний тип успадкування якості обмолоту зерна. За схрещування нащадків F₁BC₁ зі спельтою кількість таких нащадків переважає, порівняно з іншими нащадками.

Характерною особливістю гібридів з геномною формулою $A^{sp}A^{sp}B^{sp}B^{sp}RD^{sp}$ є високий рівень насичення генетичним матеріалом

спельти. Ці генотипи за сукупністю фенотипових ознак подібні до спельти. Після повторних схрещувань гібридів F_1BC_1 зі спельтою було виділено різні форм, зокрема зразки пшениці. Перекомбінація хромосом цих зразків дозволила об'єднати у геномі генетичний матеріал пшениці м'якої та спельти. Ці форми не можна класифікувати як пшеницю м'яку або спельту. Вони можуть слугувати для селекційного покращення культур тритикале, пшениці м'якої та спельти. У таких форм можуть виникати пшенично-житні хромосомні заміщення.

Квітки колосу у отриманих матеріалів частково фертильні, а колос низько озернений (у середньому формується чотири зернини на колос) (табл. 8). Мінімальна кількість сформованих зерен становила дві штуки, максимальна — сім. Найбільшу кількість зерен формували рослини комбінацій схрещування 455/13 × Зоря України, 461/13 × Зоря України, 462/13 × Зоря України. У цих комбінаціях озерненість колоса фіксували на рівні 19 %, в середньому на колос зав'язувалось п'ять зерен за варіювання ознаки від трьох до семи штук, а зав'язуваність коливалася в межах 11–27 %. Подібними результатами характеризувались рослини комбінацій схрещування 449/13 × Зоря України та 376/14 × Європа. Зав'язуваність насіння становила 18 % з діапазоном варіювання 11–21 %.

Найнижчі результати зафіксовано у гібридів комбінацій 450/13 × Європа та 382/14 × Європа. У середньому на колос формувалось три насінини (10 %). Середніми показниками зав'язування насіння характеризувались рослини комбінацій схрещування 452/13 × Зоря України, 452/13 × Європа, 481/13 × Зоря України, 484/13 × Зоря України, 487/13 × Зоря України. Кількість сформованих зерен у колосі коливалася в межах 7–22 %. Повторні схрещування гібридів зі спельтою дозволили отримати низку цінних генотипів, що мають характерні особливості пшениці спельта. Виділені форми мають відхилення у мейозі.

Це пов'язано з відсутністю цитогенетичної спорідненості між хромосомами геномів *R* тритикале та *D^{sp}* спельти.

Таблиця 8

Кількість сформованих зерен за беккросних схрещувань гібридів *Triticosecale Wittmack* × *T. spelta* L. із пшеницею спельта, 2014 р.

Вихідна форма		Запилених колосів, шт.	Запилених квіток в колосі, шт.	Кількість, сформованих зерен, шт.		Частка сформованих зерен, %	
♀	♂			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	–	–	28	–	4	–	15

Ці форми характеризувалися низькою зав'язуваністю насіння, проте інколи фіксували утворення колосів з частково фертильним пилком. Для підвищення рівня фертильності пилку квіток та озерненості колоса нащадки (*Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L.) × *T. spelta* L. необхідно стабілізувати, що досягається самозапиленням кількох поколінь поспіль.

Загальна характеристика гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L.

За рахунок інтенсивного формотворчого процесу за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта отримано низку гібридних популяцій, що аналізували за морфобіологічними властивостями та господарсько-цінними показниками. У результаті досліджень виділено зразки, які за врожайністю та елементами продуктивності колоса перевищували стандарти. Відібрано форми, що характеризувалися проявом окремих цінних ознак, зокрема, ранньостиглість, безостість, низькорослість, стійкість проти шкідників та грибкових захворювань тощо. Виділені форми є селекційно-цінними і можуть використовуватись, як донори окремих ознак для селекційного покращення тритикале різних напрямків використання.

Створені зразки характеризувалися широким діапазоном мінливості за ознакою «висота рослин». Варіювання ознаки зафіксовано в межах від 56 см до 140 см. Переважна більшість форм характеризувалася стеблом заввишки 100–120 см, що відноситься до середньостеблової групи рослин. Виділено низькостеблові та короткостеблові форми, що мали врожайність і показники продуктивності колоса на рівні тривидових тритикале та карликові зразки (висота рослин менше 60 см), які за врожайністю не

поступалися стандартам.

Створені гібридні популяції характеризувалися низкою морфологічних особливостей та показників продуктивності колоса. Поряд з рослинами, що мали типову для гексаплоїдних тритикале будову колоса, формувалися генотипи зі спельтоїдним (довгий нещільний колос) та скверхедним типами (короткий ущільнений).

Серед отриманих зразків виділено остисті, напівостисті та безості форми. У процесі досліджень отримано генотипи із гіллястим колосом, в якому формувалось 90–100 насінин. Гіллястоколосі форми тритикале є практично цінними для селекційного покращення озерненості колоса тритикале. Виділено гібридні популяції різних груп стиглості. Переважна більшість створених зразків мала сталий для тритикале вегетаційний період (280–290 діб), проте виділилися ранньостиглі (265–270 діб) та пізньостиглі (300–310 діб) форми.

За гібридизації тритикале та пшениці спельта виділено гібридні популяції з пшенично-житнім хромосомним заміщенням. Хромосомні заміщення можуть виникати внаслідок відсутності гомологічної кон'югації між хромосомами геномів *R* жита та *D^{sp}* спельти. Характерними ознаками цих форм є безостість колоса та крупне, виповнене зерно. Пшенично-житні хромосомні заміщення забезпечують покращення культури тритикале за низкою ознак, зокрема, збільшення вмісту білка та клейковини в зерні, зниження висоти рослин, покращення виповненості зерна, поліпшення озерненості колоса тощо. У селекційному процесі зразки з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями доцільно використовувати цінним вихідним матеріалом або повноцінним сортом.

СТВОРЕННЯ, ВИДІЛЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ ПШЕНИЧНО-ЖИТНІХ ХРОМОСОМНО ЗАМІЩЕНИХ 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 тритикале з'явилися на початку 1970-х рр. і ґрунтувалися на аналізі кон'югації хромосом за схрещування тритикале з телоцентриками, що несуть хромосоми генома *D* пшениці. Після відкриття методики диференціального фарбування хромосом з'явилася можливість ідентифікувати індивідуальні хромосоми. Було проаналізовано колекції тритикале і виявлено, що кращі за якістю зерна лінії мали хромосомні заміщення (Бормотов та ін., 1995).

Найперспективнішими для селекційного поліпшення тритикале є заміщення *R/D* типу. Встановлено доцільність інтрогресії хромосом генома *D* у гексаплоїдні тритикале для поліпшення технологічних властивостей та зниження висоти рослин цієї культури (Шишкина, 2009; Бормотов та ін., 1995). Цілеспрямована селекція на створення і відбір повністю або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм може покращити культуру тритикале за низкою господарсько-цінних ознак.

Створення та виділення форм тритикале з хромосомними заміщеннями

Відомо, що у гексаплоїдних тритикале відсутній пшеничний геном *D*, який у процесі їх створення елімінує (Щипак, 2010). Для

інтродукції хромосом або сегментів хромосом генома *D* у гексаплоїдні тритикале (*Triticosecale* Wittmack *AABBRR*) проводять за їх схрещування з формами-донорами цього генома. Донорами можуть слугувати октоплоїдні тритикале (*Triticosecale* Wittmack, $2n = 8x = 56$, *AABBDDRR*), пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L., $2n = 6x = 42$, *AABBDD*) або інші види роду *Triticum*, що мають геном *D* (Дубовец, 2007; Суворова, 2002).

За гібридизації гексаплоїдного тритикале з пшеницею м'якою у гібридів першого покоління (*AABBDR*) геноми *A* та *B* формують в мейозі біваленти, між ними проходить бівалентна кон'югація. Хромосоми *D* і *R* геномів представлені унівалентами (Дубовец, 2007). Між хромосомами цих геномів у мейозі 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 істотними аномаліями через відсутність цитогенетичної спорідненості між хромосомами генома *R* тритикале і *D* пшениці м'якої. Тому, за схрещування гексаплоїдних тритикале з пшеницею м'якою виникають 21-хромосомні гамети з різними варіантами пшенично-житніх хромосомних заміщень (Шишкіна, 2009; Суворова, 2002).

Оскільки пшениця спельта (*Triticum spelta* L. $2n = 6x = 42$) є гексаплоїдним видом пшениці, то проходження мейозу в гібридів тритикале та спельти з високим рівнем ймовірності 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 проведено низку досліджень зі створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за гібридизації гексаплоїдних тритикале та пшениці спельта. Отримані гібриди першого покоління характеризувались високим рівнем стерильності. Для отримання фертильних форм і передачі господарсько-цінних ознак гібриди

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

першого покоління беккросували з тривидовими гексаплоїдним тритикале (рис. 7).

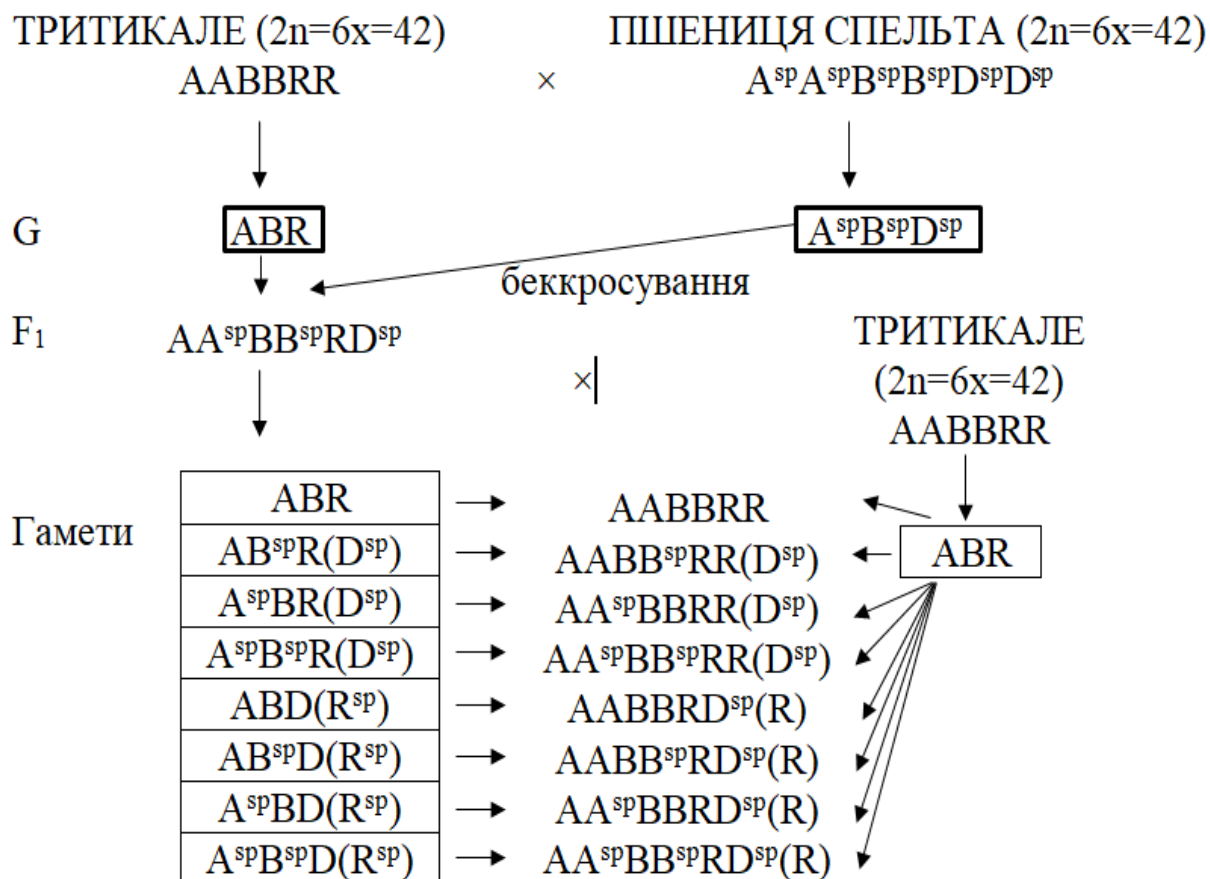


Рис. 7. Схема створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за використання пшениці спельта

У потомстві після беккросування очікували формування частково фертильних форм з різними варіантами перекомбінацій хромосом геномів тритикале та спельти. Гібриди першого покоління *Triticosecale* Wittmack × *T. spelta* L. були стерильними.

Вони мають геномну формулу AA^{sp}BB^{sp}RD^{sp}. За повторного схрещування гібридів першого покоління з тривидовими гексаплоїдними тритикале формуються функціональні гамети восьми типів. Гамети типу ABR за схрещування з тривидовими тритикале будуть утворювати нащадки з геномною формулою AABBRR, та

типовими ознаками тривидових гексаплоїдних тритикале. Всі їх геноми є гомологічними і між ними відбувається бівалентна кон'югація, а мейоз проходить без відхилень.

У результаті поєднання гамет типу $ABD^{sp}(R)$, $AB^{sp}D^{sp}(R)$, $A^{sp}BD^{sp}(R)$, $A^{sp}B^{sp}D^{sp}(R)$ з тривидовим тритикале утворюються стерильні нащадки з характерними ознаками гібридів першого покоління *Triticosecale* Wittmack × *T. Spelta* L. Стерильність таких нащадків пояснюється відсутністю бівалентної кон'югації між геномами тритикале R та спельти D^{sp} . Ці геноми формують уніваленти і залишаються неспареними.

Генотипи $AABB^{sp}RR(D^{sp})$, $AA^{sp}BBRR(D^{sp})$, $AA^{sp}BB^{sp}RR(D^{sp})$, $AABBRD^{sp}(R)$, $AABB^{sp}RD^{sp}(R)$, $AA^{sp}BBRD^{sp}(R)$ та $AA^{sp}BB^{sp}RD^{sp}(R)$ мають практичне значення для отримання пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале. Вони мають триплоїдний набір хромосом, однак поєднують у собі чотири геноми в різних кількісних та якісних співвідношеннях, та несуть повний гаплоїдний набір хромосом геномів AB . Третій геном їх гамет містить тотожну кількість хромосом, проте він представлений сукупністю хромосом геномів тритикале R та спельти D^{sp} . У гамет типу $ABR(D^{sp})$ містяться повні набори хромосом геномів AB , а також геном тритикале R , в якого одна із хромосом заміщена хромосомами генома спельти D^{sp} . Гамети типу $ABD^{sp}(R)$ мають повні набори хромосом геномів AB та геном спельти D^{sp} із однією заміщеною хромосоною на хромосому генома тритикале R . Поєднання цих гамет із гаметами тривидового тритикале дозволяє отримати нащадки із пшенично-житніми хромосомними заміщеннями.

Форма тритикале із пшенично-житнім хромосомним заміщенням замість R - хромосоми жита містить у своєму геномі цілу хромосому або фрагменти хромосом пшениці. Теоретично форми 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^{sp}). За

самозапилення геноми A та B у мейозі формують біваленти і між ними проходить типова бівалентна кон'югація. Неспарені унівалентні хромосоми генومів D^{sp} і R не кон'югують між собою і під час проходження мейозу хаотично розходяться між полюсами дочірніх клітин. У таких генотипів формування чоловічих і жіночих гамет супроводжується значними аномаліями через відсутність цитогенетичної спорідненості хромосом генома R тритикале і D^{sp} пшениці, що значно знижує життєздатність гамет та негативно впливає на рівень фертильності пилку рослин.

Теоретично провести стабілізацію форм з геномним складом 7_2A 7_2B 6_2R 1_1R 1_1D^{sp} неможливо. Хромосоми геномів A та B гомологічні, між ними проходить нормальна кон'югація. Хромосоми шести бівалентів геному тритикале R також кон'югують між собою. Ускладнень у процесі їх стабілізації не виникає. Основною проблемою для стабілізації форм хромосомними заміщеннями є присутність двох унівалентних хромосом геномів пшениці спельта D^{sp} і тритикале R , між хромосомами яких не відбувається гомологічна кон'югація. У результаті чого вони формують уніваленти. Гамети цих нащадків не розвиваються. Тому, за самозапилення такі форми будуть стерильними. Проте практично частина матеріалів впродовж кількох поколінь самозапилень стабілізується. Імовірно під час самозапилення хромосоми генома спельти D^{sp} кон'югують між собою, а заміщені хромосоми генома тритикале R — з гомологічними їм заміщеними хромосомами. Тому хромосоми генома спельти D^{sp} та R -заміщені хромосоми формують біваленти, а згодом і фертильні гамети.

У результаті наших досліджень за самозапилення отримано різноякісні за геномним складом форми тритикале (рис. 8).

У нащадків з геномною формулою $AABBRR$ мейоз проходить без відхилень. Вони формують рослини з фертильним пилком та добре озерненим колосом. Їх стабілізація проходить без ускладнень і призводить до утворення форм тривидових гексаплоїдних тритикале.

* Створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале *

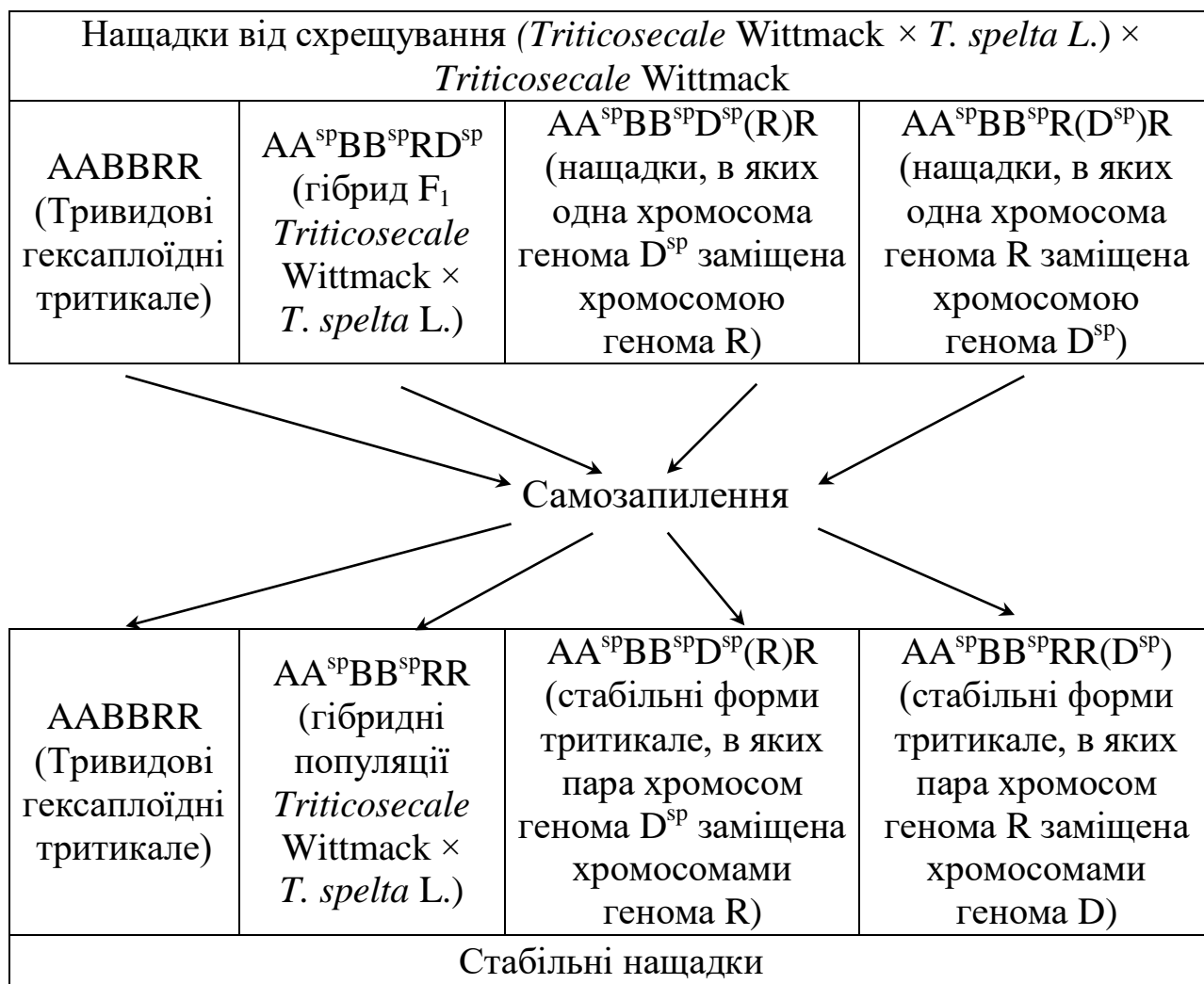


Рис. 8. Утворення стабільних форм тритикале з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями

Нащадки з геномною формулою $AA^{sp}BB^{sp}RD^{sp}$ — стерильні, що пов'язано з відсутністю гомологічної кон'югації між хромосомами геномів тритикале R та спельти D^{sp}. Однак, за випадкового розходження хромосом дочірніх клітин до полюсів формується незначна кількість фертильних гамет, що дало змогу провести самозапилення. У процесі стабілізації вони втрачають геном спельти D^{sp} і стабілізуються на гексаплоїдному рівні, відповідно їх стабільні форми мають геномну формулу AABBRR.

Форми, що мають геномний склад $AA^{sp}BB^{sp}D^{sp}D^{sp}(R)$ містять чотири геноми. Хромосоми диплоїдних наборів геномів тритикале AB

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

гомологічні, тому мейоз у них проходить без відхилень. У цих нащадків немає двох гомологічних геномів тритикале RR , як у тривидових гексаплоїдних тритикале. Але ці форми мають неповний геном спельти D^{sp} , в якого одна хромосома заміщена гомеологічною хромосомою генома тритикале R . Неспорідненість геномів спельти D^{sp} та тритикале R призводить до порушень процесу мейозу. Це негативно впливає на рівень фертильності пилку рослин, проте внаслідок хаотичного розходженням хромосом дочірніх клітин до полюсів, виникає невелика частка життєздатних гамет, що дає можливість провести самозапилення відібраних рослин. Після самозапилення утворюються стабільні форми з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями. Вони ймовірно мають геномну формулу $AA^{sp}BB^{sp}D^{sp}(R)R$.

Аналогічний процес відбувається за самозапилення нащадків, що мають геномний склад $AA^{sp}BB^{sp}R(D^{sp})R$. Відмінність полягає в тому, що в них хромосома генома тритикале R заміщується гомеологічною хромосомою генома спельти D^{sp} . Після проведення циклу їх самозапилень утворюються стабільні форми тритикале із геномною формулою $AA^{sp}BB^{sp}RR(D^{sp})$. Вони характеризуються високим рівнем фертильності пилку та озерненості колоса. Ці форми є цінним вихідним матеріалом для селекційного вдосконалення тритикале різного напрямку використання.

Отже, за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта було створено низку нових вихідних форм тритикале, зокрема із пшенично-житніми хромосомними заміщеннями. У процесі досліджень з'явилася необхідність ідентифікації зразків з хромосомними заміщеннями, що спонукало до розробки низки способів відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале.

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

Відомо кілька способів ідентифікації хромосомних заміщень у тритикале, зокрема, С-бендінг, *FISH*, *GISH*, електрофорез запасних білків, *SSR*-аналіз тощо. Метод С-бендінгу полягає у диференціальному фарбуванні хромосом і передбачає травлення препаратів 5 % (насиченим) розчином гідроксиду барію, інкубацію в збалансованому буферному розчині (2 × *SSC*) за 60°C і короткочасне фарбування (2–5 хв) у барвнику Гімза (Куркиєв, 2009; Шишкіна, 2009; Lukaszewski, 2006).

Методи *FISH* та *GISH* — цитогенетичні методи, що застосовують для визначення положення специфічної послідовності ДНК на метафазних хромосомах або в інтерфазних ядрах *in situ* (Силкова та ін., 2008; Куркиєв та ін., 2008). *SSR*-аналіз передбачає використання мікросателітних маркерів для конкретних хромосом (житоспецифічний ДНК-маркер *RYE*, молекулярні маркери на запасні білки пшениці та жита СКМ 39, *WMS261*, *WMS261-F*, *Sec1* і *Sec2* тощо). За наявності ампліфікації маркера роблять висновок про присутність тієї чи іншої хромосоми в геномі тритикале (Баженов та ін., 2011; Gill та ін., 2010; Lukaszewski, 2006). Ці способи дозволяють на цитологічному рівні ідентифікувати кожну хромосому жита та пшениці і встановити їх належність до конкретної гомеологічної групи (Силкова та ін., 2008). Проте ці способи передбачають тестування всіх отриманих нащадків. А провести генетичне маркування або цитогенетичний аналіз у великих обсягах досить складно. Зазначені способи потребують значних витрат часу, праці та коштів для виділення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм. Для спрощення процесу ідентифікації було розроблено кілька способів відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале, що виключають необхідність проведення цитогенетичного аналізу всіх отриманих нащадків.

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

Стерильність рослин — нездатність матеріалу до статевого розмноження і формування потомства. Вона може виникати внаслідок порушень процесу мейозу і формування гамет. Нами 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, зокрема будь-яку із хромосом генома *D*. За гібридизації 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 типова 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 типу аномалій і відхилень від процесу мейозу. У таких гібридів формуються нежиттєздатні гамети, що призводить до значного зниження фертильності пилку.

Враховуючи вищезазначене можна припустити, що гібриди першого покоління від схрещування тритикале з геномною формулою *AABBRR*, з тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення, будуть стерильними.

У процесі досліджень аналізували нащадки отримані від схрещування тривидових тритикале та пшениці спельти на наявність пшенично-житніх хромосомних заміщень, зокрема, 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 ознаки, що не характерні для тритикале, зокрема, безостість та довгоколючість. Зразок 57/13 (ранньостиглий) виходив за рамки спектру мінливості батьківських форм і характеризувався нетиповою для вихідних форм ознакою — ранньостиглістю. У виділених зразків ймовірна наявність пшенично-житніх хромосомних заміщень адже у рослин проявляються ознаки спельти або нові, нетипові для батьківських форм ознаки.

Проведено гібридизацію відібраних зразків, а також сортів тривидових тритикале Розівська 6 та Ладне із сортом тритикале Наварра. Метою схрещувань було встановити прояв ознаки «стерильність–фертильність» у гібридів першого покоління за гібридизації тритикале з відомою геномною формулою (*AABBRR*), із зразками, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення. Якщо гібриди першого покоління стерильні, то вони 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», було отримано наступні результати (табл. 9).

Таблиця 9

**Аналіз ознаки «стерильність–фертильність» пилку рослин
гібридів першого покоління за схрещування різних форм
тритикале, 2014 р.**

Комбінація схрещування	Частка рослин, %	
	Стерильні	Фертильні
Ладне × Наварра	20	80
Розівська 6 × Наварра	20	80
57/13 (ранньостиглий) × Наварра	20	80
220/13 (довгоколючий) × Наварра	20	80
116/13 (безостий) × Наварра	99,9	0,1

Потомство від схрещування сортів у комбінаціях Ладне × Наварра, Розівська 6 × Наварра, було фертильним. Це засвідчує, що сорти Ладне та Розівська 6, мають відому геномну формулу і не містять хромосомного заміщення. Гібриди першого покоління від комбінацій схрещування зразок 57/13 (ранньостиглий) × сорт Наварра, зразок 220/13 (довгоколосий) × сорт Наварра також були фертильними, що означає відсутність пшенично житніх хромосомних заміщень у вихідних форм.

Гібриди F₁ від схрещування сорту зразка 116/13 (безостий) із сортом тритикале озимого Наварра були стерильними. Утворення стерильних гамет у даній комбінації схрещування вказує на наявність хромосомного заміщення у зразка 116/13.

Таким чином, було відібрано зразок 116/13 (безостий), як такий, в якого є пшенично-житнє хромосомне заміщення. Для підтвердження наявності хромосомного заміщення у цього зразка було проведено електрофоретичний аналіз запасних білків у відділі генетичних основ селекції Селекційно-генетичного інституту — Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення НААН (м. Одеса). За його результатами підтверджено наявність у зразка 116/13 часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення (додаток 3). Виявлено *IRS.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 *IRS.1BL*. Висновки підтверджуються наявністю маркерів (локус *Glu-B1* та *Glu-A1*), що засвідчують присутність довгих плечей хромосом 1A та 1B.

У цього зразка тритикале не зафіксовано жодних білкових *Gli/Glu* маркерів, що 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 досліджень розроблено «Спосіб відбору *R/D* заміщених форм тритикале» (2014 р.). Спосіб передбачає схрещування тритикале з геномною формулою *AABBRR*, з тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення та 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 у проведенні тотального цитогенетичного аналізу або генетичного маркування всіх отриманих форм.

Використання пшениці спельта для створення і відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених 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: *C*-бендінг, *FISH*, *GISH*, електрофорез запасних білків, *SSR*-аналіз, тощо (Баженов та ін., 2011; Куркиев, 2009; Белько та ін., 2004; Дымкова, 1996; Степочкин, 1979). Ці способи дозволяють з високою вірогідністю отримувати та ідентифікувати пшенично-житні хромосомно заміщені форми. Однак, вони є складними, оскільки потребують тестування всіх отриманих нащадків за наявності спеціалізованого обладнання та реактивів.

Використання пшениці спельта в загальній селекційній схемі покращення тритикале дозволяє спростити процес створення та

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

виділення хромосомно заміщених форм. У процесі гібридизації тритикале та пшениці спельта серед нащадків формуються генотипи з різними співвідношеннями геномів вихідних компонентів. Створені 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 (морфологічними, біохімічними тощо). За ідентифікації було використано морфологічні ознаки спельти, зокрема, безостість, довгий нещільний колос, скверхедність, спельтоїдна форма колоскової луски, відсутність воскового нальоту тощо.

Для створення пшенично-житних хромосомно заміщених форм тритикале було проведено схрещування тритикале та пшениці спельта, беккросні схрещування гібридів першого покоління з тритикале та стабілізацію отриманих нащадків. Новостворені форми проаналізували за фенотиповим проявом ознак спельти і відібрали 10 зразків, що характеризувалися проявом морфологічних ознак спельти (табл. 10).

Для рослин пшениці спельта характерним є наявність безостого довгого нещільного колосу з грубою колосковою лускою, прямостоячого типу куща та високого стебла без воскового нальоту. Для рослин тривидових тритикале притаманні остистий колос середньої довжини з м'якою колосковою лускою, розлогий тип куща та високе стебло з восковим нальотом.

Груба (спельтоїдна) колоскова луска, що є не характерною для тритикале, формувалася у зразків 148/14, 169/14 та 259/14. Наявністю довгого нещільного, як у спельти, колосу вирізнялися зразки 181/14, 220/14 та 320/14, а прямостоячим типом куща (домінантна ознака тритикале «розлогий кущ») — зразки 169/14, 259/14, 361/14 та 421/14.

У зразків 181/14, 220/14, 361/14, 421/14 та 474/14 була відсутня типова для тритикале ознака — наявність у рослин воскового нальоту.

Таблиця 10

Прояв ознак спельти у нащадків за схрещування рослин тритикале та спельти, 2014 р.

Селекційний зразок	Ознаки					
	Груба (спельтоїдна) колоскова луска	Довгий нещільний колос	Сланкий кущ	Восковий наліт рослини	Без-остість	Високе стебло
Тривидові тритикале	–	–	–	+	–	+
Спельта	+	+	+	–	+	+
116/14	–	–	–	+	+	+
148/14	+	–	–	+	–	+
169/14	+	–	+	+	–	+
181/14	–	+	–	–	–	+
251/14	–	+	–	–	–	+
259/14	+	–	+	+	–	+
320/14	–	+	–	+	–	+
361/14	–	–	+	–	–	+
421/14	–	–	+	–	–	+
474/14	–	–	–	–	–	–

Примітка: «+» наявність ознаки, «–» відсутність ознаки

Занадто вкороченими відносно колоса остюками характеризувався зразок 116/14. Відповідно у рослин цього зразка не проявлялась типова ознака тритикале — «остистий колос». У пшениці ознака «безостість» — домігантна. За створення тритикале отримали 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. Ген остистості жита локалізований в хромосомі 1R (Wang та ін., 1997). Формування надвкорочених остюків у цього зразка може бути пов'язано зі структурними перебудовами хромосом

першої гомологічної групи житнього генома *R*.

Рослини зразка 474/14 вирізнялися формуванням низького стебла, що є не типовим для обох вихідних форм. Даний зразок був карликовим (висота рослин 56 см). Це може бути пов'язано із наявністю в геномі хромосомних заміщень. Адже встановлено, що хромосомне заміщення 2R/2D обумовлює зниження висоти рослин тритикале (Куркиев та ін., 2008; Lukaszewski, 2006; Соловьев та Вишнякова, 1997).

Отже, селекційні зразки 116/14, 148/14, 169/14, 181/14, 220/14, 259/14, 320/14, 361/14, 421/14 та 474/14 у яких фіксували не типові ознаки було відібрано для аналізу на ідентифікацію пшенично-житніх хромосомних заміщень.

Контроль наявності повного та/або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення проводили за використання розробленого нами «Способу відбору *R/D* заміщених форм тритикале» (2014). Згідно цього способу проводили схрещування тритикале з відомою геномною формулою (*AABBRR*), з тритикале, в яких очікуються пшеничні-житні хромосомні заміщення і за стерильністю рослин гібридів першого покоління відбирали форми з хромосомними заміщеннями.

За схрещування тритикале сорту Наварра з відомою геномною формулою зі зразками 148/13, 220/13 та 358/13 формувалось фертильне потомство, що забезпечується присутністю в їх геномі повного набору хромосом генома *R*.

У результаті схрещування тритикале сорту Наварра із зразком 116/13 отримано стерильне потомство, що вказує на наявність повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення в геномі цього зразка.

За використання ознак спельти для відбору зразків, в яких можлива наявність повних та/або часткових пшенично-житніх хромосомних заміщень зникає потреба в аналізі всіх отриманих форм, адже контроль наявності хромосомного заміщення проводять лише у тих нащадків, що проявляють морфологічні ознаки спельти. Це

забезпечує зменшення обсягів робіт, а, отже і спрощення процесу виділення форм із хромосомним заміщенням

Отже доведено, що за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта можна отримувати форми з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями, а 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» (2015 р.). Використання запропонованого способу дозволяє спростити процес створення і відбору зразків тритикале із хромосомними заміщеннями.

Відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за відсутності морфологічних ознак жита

Відомо, що за сукупністю фенотипових або морфологічних ознак не можна точно ідентифікувати хромосомне заміщення (Куркиєв, 2009; Степочкин, 2009; Силкова та ін., 2008). 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 форм із хромосомним заміщенням.

Нині не відомі способи відбору форм тритикале із пшенично-житніми заміщеннями хромосом, які б виключали необхідність тестування всіх отриманих нащадків. Тому, актуальною проблемою є розробка нових способів спрощення відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале. Використання фенотипових або морфологічних ознак для відбору зразків із хромосомним заміщенням може сприяти вирішенню цієї проблеми. Нами

запропоновано спосіб відбоур пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале серед нащадків за відсутності морфологічних ознак жита.

Серед усього спектру морфобіологічних і фізіологічних ознак жита, що проявляються у тритикале в дослідженнях було використано такі ознаки жита, як остистість, зелений алейроновий прошарок ендосперму, зімкнутий кущ, високе стебло, типовий колос, восковий наліт на рослині. Відсутність цих ознак у нащадків після гібридизації тритикале та спельти вказує на можливі структурні перебудови пов'язані з *R* геномом жита, зокрема відсутність цілої хромосоми або частини хромосом генома *R*. Форми без фенотипового прояву ознак жита відбирали, як такі, в яких очікуються пшенично-житні заміщення хромосом. Необхідно зауважити, що заміщена лише одна із семи пар хромосом жита. Шість незаміщених пар житніх хромосом будуть реалізовувати спадковість і забезпечувати фенотиповий прояв ознак. Вірогідність виділення хромосомно заміщених форм у такий спосіб — низька. Однак, відбір пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале серед нащадків за відсутності фенотипового прояву ознак жита істотно зменшує кількість особин для аналізу.

У результаті гібридизації тритикале та спельти отримано форми, що відрізнялися між собою за морфобіологічними ознаками та господарсько-цінними показниками. Серед їх популяцій відібрано декілька зразків, що характеризувались відсутністю фенотипового прояву ознак жита (табл. 11). Червону зернівку, що притаманно пшениці, мали всі досліджувані зразки. Зерно з зеленим алейроновим прошарком, як у жита, не формувалось.

Розлогою формою куща, як у пшениці, характеризувались зразки 100/13 та 181/13. Відсутність ознак жита у цих зразків може бути пов'язана з наявністю пшенично-житніх хромосомних заміщень. Характерною ознакою зразка 361/13 була відсутність типової для жита ознаки «типовий колос».

Таблиця 11

Прояв ознак жита у нащадків за схрещування тритикале та спельти, 2014 р.

Зразок \ Ознаки жита	100/13	116/13	148/13	181/13	220/13	361/13	473/13	474/13
Зелений алейроновий прошарок ендосперму	–	–	–	–	–	–	–	–
Типовий колос	+	+	+	+	–	–	+	+
Зімкнутий куш	–	+	+	–	+	+	+	+
Високе стебло	+	+	+	+	+	+	–	–
Остистість	+	–	+	+	+	+	+	+

Примітка: «+» — наявність ознаки, «–» — відсутність ознаки

У цього зразка колос був скверхедний. Це може бути пов'язано з наявністю пшенично-житніх хромосомних заміщень. Зразок 220/13, аналогічно пшениці спельта, мав довгий нещільний колос.

Зразки 473/13 та 474/13 за висотою стеблестою виходили за межі спектру мінливості батьківських форм. Висоту рослин фіксували на рівні 60 см. Домінантна ознака «карликовість» не властива вихідним формам тритикале та спельті. Карликовість цих зразків з високою ймовірністю пов'язана з структурними перебудовами житнього генома *R* та гомеологічних йому пшеничних геномів *ABD*. Оскільки встановлено, що відсутність житньої хромосоми *2R* сприяє зменшенню висоти стеблестою тритикале (Куркиєв, 2009).

Зразки 115/13 та 116/13 характеризувалися короткими, не типовими для жита остюками. Оскільки ген остистості жита локалізований у короткому плечі хромосоми *1R* (Wang, 1997), то формування надвкорочених остюків у цього зразка можна пов'язати з повною або частковою відсутністю житньої хромосоми *1R*. Вона може бути заміщена на гомеологічну їй хромосому пшениці.

Контроль наявності пшенично-житніх хромосомних заміщень проводили за використання «Способу відбору *R/D* заміщених форм тритикале» (2014 р.). Для цього було проведено схрещування відібраних селекційних зразків із сортом тритикале озимого Наварра у наступних комбінаціях: 100/13 × Наварра, 116/13 × Наварра, 148/13 × Наварра, 220/13 × Наварра, 361/13 × Наварра, 473/13 × Наварра, 474/13 × Наварра.

Серед комбінацій схрещування було виділено зразок, гібриди першого покоління якого були стерильними. Його отримано за гібридизації рослин номера 116/13 та сорту Наварра. Стерильність рослин гібридів першого покоління підтверджує наявність пшенично-житнього хромосомного заміщення у зразка 116/13 та відсутність хромосомних перебудов у геномі зразків 100/13, 148/13, 220/13, 361/13, 473/13 та 474/13.

За використання розробленого способу відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за відсутності ознак жита серед нащадків можна значно зменшити кількість матеріалів для проведення подальшого аналізу.

Отже, встановлено, що у пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале відсутній фенотиповий прояв окремих морфологічних ознак жита. Це дозволило розробити «Спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале» (патент України на корисну модель №101706) (2015 р.). Він передбачає фенотипову оцінку форм тритикале і відбір повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених зразків серед нащадків за відсутності ознак жита. Використання морфологічних ознак, як маркерних, для ідентифікації наявності або відсутності пшенично-житніх хромосомних заміщень, дає змогу зменшити обсяги робіт з відбору хромосомно заміщених форм, оскільки виключається необхідність тотального тестування отриманих нащадків.

Покращення форм тритикале заміщених за хромосоною 1R

Основною метою створення заміщених за хромосоною 1R форм тритикале є покращення хлібопекарських властивостей культури, що значно підвищить комерційний попит до неї на ринку зернових культур (Jonala та ін., 2010; Mergum et al, 2004; Дымкова, 1996).

Низкою досліджень доведено значення хромосоми 1R, особливо її короткого плеча, щодо врожайності тритикале та його стійкості проти грибкових хвороб (Дымкова, 1996). Проте, у короткому плечі хромосоми 1R розміщено локус *Sec-1*, що контролює синтез запасних білків жита секалінів, які негативно впливають на хлібопекарську якість борошна. Довге плече цієї хромосоми містить локус *Sec-3*, який має ще сильніший негативний вплив на якість борошна тритикале. Тому, навіть часткове заміщення хромосоми 1R призводить до втрати одного *Sec*-локуса. За повного заміщення цієї хромосоми втрачаються обидва локуси, що відповідають за синтез секалінів. Це позитивно впливає на хлібопекарські якості тритикале (Рибалка, 2011).

Важливе значення у забезпеченні високих хлібопекарських властивостей пшениці мають хромосоми *D*-геному, зокрема, першої гомологічної групи. Тому основним завданням селекціонерів є інтрогресія в генотип тритикале саме цих хромосом. Відомо, що хромосоми геномів *A* та *B*, що належать до першої гомологічної групи, як і 1*D* хромосома, містять 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 властивості тіста (Рибалка, 2011). Окремо *Gli/Glu* локуси не мають істотного впливу на якість борошна, але їх сумарний ефект

може внести суттєві корективи щодо хлібопекарських властивостей тритикале (Рибалка та Кисельов, 2009).

У сучасній селекції відбір форм, що мають повне або часткове заміщення за хромосоною 1R за фенотиповими або морфологічними ознаками не практикується (Шишкіна, 2009; Силкова та ін., 2008). Це пов'язано з тим, що прояв морфобіологічних властивостей та господарсько-цінних показників у форм, які мають заміщення за хромосоною 1R вивчено недостатньо. Тому встановлення можливості відбору за морфологічними або фенотиповими ознаками повністю або частково заміщених за хромосоною 1R форм тритикале є актуальним завданням селекції культури.

У пшениці ознака «безостість» — домінантна. За створення 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 (Miller, 1944). Ген, який контролює остистість жита локалізується в короткому плечі 1R хромосоми (Wang, 1997). Оститість тритикале обумовлюється наявністю пари хромосом 1R жита. Повна або часткова відсутність хромосоми 1R в геномі тритикале сприяє домінуванню пшеничних генів безостості, у результаті чого утворюються форми тритикале з вкороченими остюками або повністю безості форми.

Вченими встановлено (Дивашук, 2007; Белько та ін., 2004), що відсутність хромосоми 1R у геномі тритикале фенотипово проявляється у формуванні вкорочених остюків або безостістю. Тому нами було проведено пошук безостих або напівостистих форм у популяціях тритикале, отриманих за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта.

Створені гібридні популяції *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. аналізували за фенотиповою ознакою «остистість–безостість» та відбирали безості або напівостисті форми. Безостий зразок 116/13 відібрано, як такий в якому є повне або часткове заміщення за хромосоною 1R.

Наявність у геномі повного або часткового заміщення за хромосомою 1R доцільно перевіряти за використання розробленого нами «Способу відбору R/D заміщених форм тритикале» (2014 р.). За гібридизації рослин зразка 116/13 і сорту Наварра формувалось стерильне потомство. Це підтверджує наявність повного або часткового заміщення за хромосомою 1R у цього зразка. Контрольну ідентифікацію наявності хромосомного заміщення виконували за допомогою електрофоретичного аналізу запасних білків. Результати аналізу підтвердили 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» (2015р.). Від відомих способів відбору заміщених за хромосомою 1R форм тритикале запропонований нами відрізняється тим, що виключає необхідність проведення цитогенетичного аналізу або генетичного маркування всіх отриманих нащадків. Для відбору хромосомно заміщених форм за запропонованим способом проводять фенотипову оцінку отриманих форм, і, за безостістю нащадків відбирають форми повністю або частково заміщені за хромосомою 1R.

Використання ознаки «безостість», як генетичного маркера наявності повних або часткових заміщень за хромосомою 1R, спрощує процес відбору, оскільки контроль наявності хромосомного заміщення проводять лише у безостих або напівостистих форм.

Створення безостих форм тритикале за використання пшениці спельта

Тритикале, як кормова культура має низку переваг у порівнянні з

пшеницею та житом. Незважаючи на це, для годівлі великої рогатої худоби тритикале використовують рідше, ніж інші зернові культури, що пов'язано з формуванням у процесі росту і розвитку жорстких остюків (Nalera та Fohner, 1999). 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 тваринництва. Навіть якщо не виникає подразнень, наявність остюків знижує смакову привабливість корму для тварин.

Нині у сільськогосподарському виробництві безості сорти тритикале відсутні. Це обумовлює необхідність створення безостих форм і сортів тритикале, що можуть доповнити кормову базу тваринництва.

Для створення безостих форм тритикале в якості вихідного матеріалу використовували зразки гексаплоїдних тритикале власної селекції та безосту форму пшениці спельта (*Triticum spelta* L.) сорту Зоря України. Було проведено низку схрещувань тритикале зі спельтою, беккросні схрещування гібридів F_1 з тритикале та стабілізацію 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 цих гібридів домінували ознаки пшениці спельта (додаток 1).

Характерною їх особливістю є безостість рослин та наявність грубої колоскової луски. Її формування обумовлено домінантним алелем гена *Tg/tg*, локалізованим у геномі D^{sp} . Гібриди вирізнялися ускладненим вимолочуванням зерна з колосу, що пояснюється присутністю рецесивного алеля гена *Q/q* локалізованого у геномі спельти. Після схрещування отриманих гібридів з тритикале у потомстві F_1BC_1 – F_1BC_3 спостерігається розщеплення на остисті та безості форми.

Під час схрещування гібридні матеріали аналізували на відповідність до 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 відбувався за самоzapилення впродовж кількох поколінь поспіль.

У результаті проведених досліджень створено низку безостих зразків тритикале. За сукупністю показників продуктивності колоса і врожайності кращим з них виявився зразок 116/13. Характерною його особливістю є безостість. Крім того, він має високу озерненість колоса. Його зерно — крупне, добре виповнене, не зморшкувате. Маса 1000 зерен складає 56 г. У зерні міститься 24,8 % клейковини. Середня урожайність зерна зразка 116/13 за 2013–2015 рр. становила 5,1 т/га, що знаходилось на рівні стандарту.

Конверсія пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале

Цілеспрямована селекція на створення повністю або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале може покращити культуру тритикале за низкою господарсько-цінних ознак, зокрема, хлібопекарськими властивостями.

Для передачі повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення у визначені форми тритикале необхідно проводити беккросні схрещування п'ять-шість поколінь поспіль. За відсутності кон'югації між хромосомами гексаплоїдних тритикале та форм із повним або частковим хромосомним заміщенням, виникнення бажаних генотипів у беккросних поколіннях мало ймовірно. Виділення хромосомно заміщених форм проводять за використання відомих способів, що передбачають проведення цитогенетичного аналізу. Щоб виділити хромосомно заміщені форми, за цими способами, необхідно тестувати всі отримані нащадки.

Щорічно проводити цитогенетичний аналіз у великих обсягах досить складно. Тому, за використання відомих способів проводити ідентифікацію конвертованих форм складно.

За фенотипом рослини не можна достеменно підтвердити наявність або відсутність у геномі хромосомних перебудов. Проте, фенотиповий прояв окремих ознак може вказувати на структурні перебудови геному рослини, зокрема зниження висоти рослин тритикале може бути пов'язано із $2R/2D$ заміщенням хромосом (Куркиєв, 2009; Солов'єв та Вишнякова, 1997).

У результаті проведених нами досліджень, встановлено, що повна або часткова відсутність у геномі тритикале хромосоми $1R$ фенотипово проявляється вкороченням остюків або формуванням безостих зразків (Діордієва та Парій, 2015). Ці ознаки можна використовувати маркерами на наявність пшенично-житніх хромосомних заміщень. Це виключає необхідність тотального тестування всіх отриманих нащадків, оскільки контроль наявності хромосомного заміщення проводять лише у відібраних за маркерними ознаками форм.

Використання маркерних ознак дозволяє спростити селекційні дослідження з відбору хромосомно заміщених форм тритикале і вдосконалити спосіб конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале за рахунок спрощення процесу ідентифікації. 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, за використання ознаки «безостість» маркером на наявність пшенично-житніх хромосомних заміщень. Це дає можливість спростити ідентифікацію рослин за проведення конверсію пшенично-житніх хромосомних заміщень у визначені форми тритикале.

Конверсія (від лат. *conversio*) — термін, що означає зміну, заміну, обмін, переклад, переробку (Крысин, 2008). У молекулярній біології під конверсією розуміють нерцепрокну гомологічну рекомбінацію,

побудовану на корекції неспарених закінчень у рекомбінаційному гетеродуплексі (Беб'якіна, 2002).

З тлумаченням Р. У. Югенхеймера (1979) «конверсія» з точки зору селекції — це передача необхідного комплексу генів і хромосомних перебудов у задані форми шляхом насичуючих схрещувань.

У нашому випадку термін «конверсія» використовується, як поняття передачі в поколіннях повних або часткових пшенично-житніх хромосомних заміщень від форми-донора хромосомного заміщення у форму-реципієнт.

Остистість тритикале забезпечується наявністю в геномі пари хромосом $1R$ жита. Зразки тритикале з повним набором хромосом жита ($AABBRR$) — остисті. За повної або часткової відсутності хромосоми $1R$ ($AABBRR(-1R)$) експресія житніх генів знижується. Це сприяє домінуванню генів безостості пшениці.

Початковим етапом конверсійної програми є добір вихідного матеріалу та схрещування форми-донора хромосомного заміщення з формою-реципієнтом. Для гібридизації добирають безості форми тритикале, що мають повне або часткове пшенично-житнє хромосомне заміщення (форма-донор) та гексаплоїдні тритикале, які за комплексом господарсько-цінних ознак перевищують сорт-стандарт (форма-реципієнт). Проводять схрещування форми-реципієнта (гексаплоїдні тритикале) з формою-донором (безості гексаплоїдні тритикале, що мають повне або часткове пшенично-житнє хромосомне заміщення).

У результаті схрещувань отримують напівостисті гібриди першого покоління. Вони стерильні. Імовірно ці гібриди мають геномну формулу $AABBRR(-1R)$, тобто хромосома $1R$ або її частина заміщена гомеологічною хромосомою іншого субгеному.

Для отримання фертильних зразків та зменшення частки генетичного матеріалу форми-донора, проводять беккросування гібридів першого покоління з материнською формою, якій необхідно передати повне або часткове пшенично-житнє хромосомне заміщення

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

У поколіннях відбирають високопродуктивні напівостисті або безості форми. У кінці конверсійної програми отримуємо коізогенну форму-реципієнта. Конвертована форма-реципієнт має ознаки вихідної форми та хромосомне заміщення. Після завершення циклу беккросних схрещувань проводять стабілізацію отриманих форм за самозапилення їх протягом кількох поколінь поспіль. Це сприяє переведенню їх хромосом із гетерозиготного стану в гомозиготний. У процесі мейозу у конвертованих форм хромосоми геномів тритикале *A* та *B* кон'югують між собою. Шість незаміщених хромосом генома тритикале *R* та заміщені хромосоми кон'югують попарно. Тобто зникають передумови для виникнення стерильних нащадків. А фертильність пилку та озерненість колоса конвертованих форм знаходиться на рівні вихідної форми-реципієнта.

Фертильні безості форми з добре озерненим колосом, що за сукупністю фенотипових ознак подібні вихідній формі-реципієнту відбирали як такі, в геномі яких є хромосомне заміщення.

Ідентифікацію наявності пшенично-житнього хромосомного заміщення доцільно проводити за використання відомих способів (спосіб відбору *R/D* заміщених форм тритикале, *C*-бендінг, *FISH*, електрофорез запасних білків тощо) (Парій та ін.; Gill та ін., 2010; Lukaszewski, 2006; Суворова, 2002; Бормотов та ін., 1995).

Використання цієї схеми в селекційному процесі дозволяє проводити конверсію хромосомних заміщень у визначені форми тритикале. Однак, за відбору напівостистих форм зменшується вірогідність передачі хромосомного заміщення нащадкам.

Для підтвердження наявності хромосомного заміщення проводять проміжний контроль за використання самозапилення. Відібрані після самозапилення безості форми повторно схрещують з формою-реципієнтом (рис. 10).

Щоб передати хромосомне заміщення у визначені форми тритикале за розробленою схемою необхідно провести схрещування форми-реципієнта з формою-донором хромосомного заміщення.

У результаті схрещувань в першому поколінні отримують напівостисті гібриди із співвідношенням генетичного матеріалу форми-реципієнта та форми-донора 1 : 1. Гібриди першого покоління стерильні. Їх повторно схрещують з формою-реципієнтом, що дає можливість отримати частково фертильні зразки. Після першого покоління беккросних схрещувань спостерігається розщеплення нащадків на остисті та напівостисті форми. Остисті форми вибраковують, напівостисті — повторно самозапилюють. У поколінні знову спостерігається розщеплення на остисті та безості форми. Остисті — вибраковують, а безості — відбирають для наступних схрещувань.

Отже, за використання самозапилення та візуальної оцінки нащадків за ознакою «безостість» можна провести проміжний контроль наявності хромосомного заміщення і підтвердити точність виконання конверсійної програми.

На далі проводять беккросні схрещування відібраних після самозапилення безостих форм з формою-реципієнтом. Це дає змогу зменшити частку генетичного матеріалу форми-донора хромосомного заміщення у поколіннях. Беккросування проводять лише з безостими та напівостистими формами. Напівостисті форми вважаються такими, в яких відбулася передача хромосомних заміщень. Їх відбирають для подальших беккросів і самозапилень. Остисті форми, які виникають у процесі схрещувань — бракують. Цикл беккросних схрещувань проводять п'ять–шість поколінь.

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

Наступним етапом селекційної роботи є стабілізація відібраних зразків. З цією метою їх самозапилюють кілька поколінь поспіль. Форми з фертильним пилком і добре озерненим колоссям вважаються стабільними. Таким чином, отримуємо конвертовані форми

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

тридикале, що мають повне або часткове пшенично-житнє хромосомне заміщення.

Для прискорення конверсійної програми проміжний контроль наявності повних або часткових пшенично-житніх хромосомних заміщень у нащадків можна проводити після декількох (двох–трьох) поколінь беккросних схрещувань.

Конверсія повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення у форми тридикале є ефективним методом селекційного покращення культури тридикале різного напрямку використання.

Проведено апробацію конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у визначені форми тридикале за використання ознаки «безостість» маркером на наявність хромосомного заміщення.

У результаті гібридизації тривидових тридикале та пшениці спельта створено зразок 116/13 з геномною формулою *AABBRR* (-1R), що має часткове *IRS.IAS* заміщення хромосом.

Сорт тридикале Наварра має повний набір хромосом жита (*AABBRR*) і характеризується комплексом господарсько-цінних ознак, але має не високі хлібопекарські властивості. Їх покращення очікувалось за гібридизації сорту Наварра з формою-донором пшенично-житнього хромосомного заміщення.

З метою передачі сорту Наварра пшенично-житнього хромосомного заміщення провели його схрещування з формою-донором цього заміщення (зразок 116/13). Зразок 116/13 (додаток 4) слугував батьківською формою, сорт Наварра — материнською (додаток 4). У результаті схрещування в першому поколінні було отримано стерильні, напівостисті гібриди (додаток 4) із співвідношенням генетичного матеріалу вихідних форм 1:1.

Гібриди першого покоління повторно схрещували із формою-реципієнтом (сортом Наварра). У другому поколінні отримали остисті та напівостисті нащадки. Остисті — вибраковували. Напівостисті — відбирали для подальших селекційних досліджень.

Наступним етапом конверсійної програми було схрещування

відібраних напівостистих форм з сортом тритикале озимого Наварра. Це дозволило у нащадків зменшити частку генетичного матеріалу форми-донора хромосомного заміщення. Серед нащадків виділялись остисті та напівостисті форми. Відбирали лише напівостисті форми, як такі, в яких є хромосомне заміщення.

Цикл беккросних схрещувань закінчувався в п'ятому поколінні. Останнім етапом конверсії була стабілізація отриманих форм за самозапилення їх протягом чотирьох поколінь поспіль. Для проміжного контролю наявності хромосомного заміщення після другого покоління беккросів провели самозапилення зразків. У результаті чого утворювалися остисті та безості форми тритикале. Безості високопродуктивні матеріали відбирали, як такі, в яких відбулася конверсія часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення.

У процесі досліджень відібрано безості селекційні номери 21, 22 та 23, що за сукупністю фенотипових ознак були подібними до сорту Наварра. Контроль наявності хромосомного заміщення проводили за використання «Способу відбору *R/D* заміщених форм тритикале» (2014 р.). За гібридизації зразків 21, 22 та 23 із сортом Наварра отримано стерильне потомство, що підтверджує наявність в їх геномі часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення.

Отже, доведено можливість проведення конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у визначені форми тритикале за використання маркерних ознак, зокрема, ознаки «безостість» маркером повного або часткового заміщення за хромосоною 1R.

За використання маркерної ознаки «безостість» забезпечується спрощення ідентифікації та відбору під час конверсії повного або часткового пшенично-житнього хромосомного заміщення у визначені форми тритикале.

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

Доведено, що створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм дозволить покращити тритикале за низкою ознак, зокрема, зниження висоти рослин, поліпшення хлібопекарських властивостей, підвищення стійкості до проростання зерна в колосі тощо. Нині цілеспрямована селекція на створення хромосомно заміщених форм культури не ведеться. Однією з причин є випадковість та низька вірогідність отримання форм із хромосомним заміщенням і складність методів їх відбору та ідентифікації. Тому важливим завданням сучасної селекції тритикале є теоретичне обґрунтування та практична розробка способів отримання та виділення хромосомно заміщених форм, які б дозволяли спростити процес відбору.

Нами проведено дослідження з гібридизації тривидових форм тритикале із пшеницею спельта, що дало змогу отримати зразки тритикале геномною формулою *AABBRR* та пшенично-житні хромосомно заміщені форми. Аналіз створених зразків з хромосомним заміщенням дав можливість виявити механізм їх виникнення і встановити зв'язок між морфобіологічними особливостями, фенотиповими ознаками та геномним складом. Це дало змогу розробити технологію створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале (рис. 11).

** Створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале **

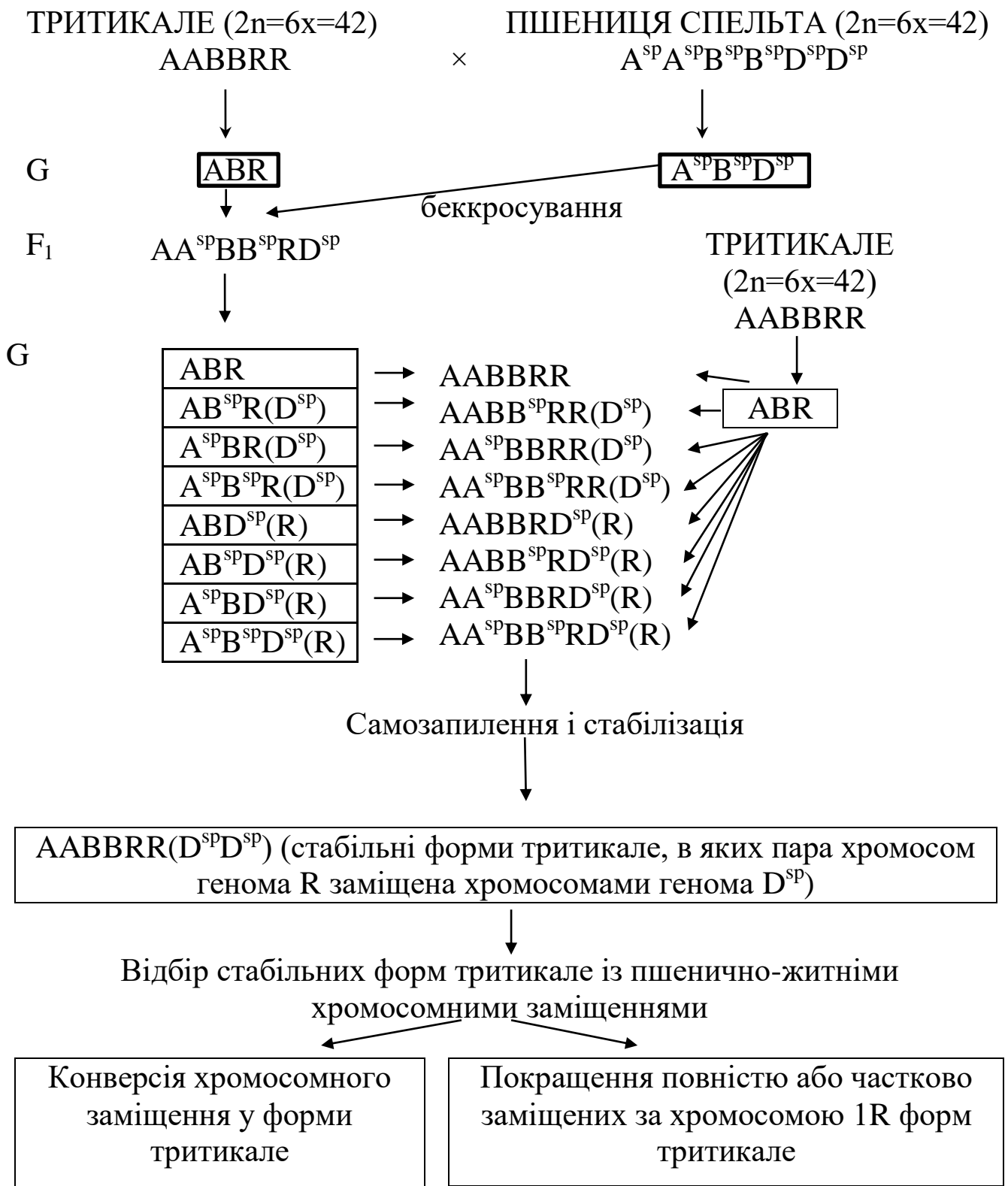


Рис. 11. Загальна технологічна схема створення, відбору та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале

Технологічний процес передбачає три етапи:

- створення форм із пшенично-житніми хромосомними заміщеннями;
- ідентифікація та виділення форм із хромосомним заміщенням;
- покращення зразків з пшенично-житнім хромосомним заміщенням.

На першому етапі проводять гібридизацію за схемою, що передбачає селекційна програма. Для створення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм доцільно проводити схрещування тривидових тритикале з пшеницею спельта. Отримані гібриди першого покоління характеризуються високою стерильністю пилку. Цитогенетична віддаленість геномів вихідних форм призводить до відсутності гомологічної кон'югації між хромосомами. У результаті чого можуть відбуватися різні хромосомні перебудови, зокрема, делеції, інверсії, транслокації або заміщення хромосом. Для відновлення фертильності їх повторно схрещують з тривидовими тритикале.

Теоретично за схрещування тривидових тритикале та пшениці спельта хромосомні перебудови повинні відбуватися у геномі D^{sp} , оскільки в мейозі хромосоми цього геному не мають гомологічної пари. Тому, аномальний перебіг мейозу і його наслідки можна очікувати в хромосомах цього геному. Проте, результати проведених досліджень свідчать, що за схрещування тривидових тритикале та пшениці спельта можуть виникати пшенично-житні хромосомні заміщення інших типів, зокрема, заміщення хромосом A/R (Діордієва та Парій, 2014). Отримані нащадки мають заміщені хромосоми у гетерозиготному стані. Це ускладнює їх гомологічну кон'югацію, що призводить до формування стерильного потомства. Для переведення заміщених хромосом у гомозиготний стан, необхідно провести стабілізацію. Це досягається самозапиленням кількох поколінь поспіль.

Другий етап передбачає виділення форм із частковим або повним пшенично-житнім хромосомним заміщенням за використання для ідентифікації різних методів, зокрема, гель-електрофорез запасних білків, генетичне маркування, *FISH*, *GISH*, С-бендінг тощо. Ефективність цих методів доведено низкою вчених (Хомякова, 2010; Шишкіна, 2009; Куркиєв та ін., 2008; Дубовець, 2007; Lukaszewski, 2006; Степочкин, 1979). Проте, необхідність лабораторного обладнання та проведення тотального тестування всіх отриманих нащадків ускладнює можливість їх використання. Розроблена нами технологія створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале виключає необхідність використання вищевказаних методів. За її використання цитогенетичні методи та генетичне маркування стають лише допоміжними методами для остаточного підтвердження хромосомного заміщення.

Для виділення форм тритикале із хромосомним заміщенням пропонуємо використовувати:

- морфологічні ознаки пшениці спельта, зокрема, безостість, довгий нещільний колос, спельтоїдна форма колоскової луски тощо. Формування у нащадків цих ознак вказує на можливу наявність в геномі хромосомних заміщень («Спосіб створення та відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале», патент України на корисну модель № 101705);
- морфологічні ознаки жита, зокрема, остистість, високе стебло, щільний колос, зімкнута форма куща, наявність воскового нальоту, опушення під колосом, тощо. Відсутність фенотипового прояву цих ознак може вказувати на хромосомні перебудови в геномі *R* («Спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале», патент України на корисну модель № 101706);
- ознаку «стерильність-фертильність» пилку. Якщо за схрещування

форм тритикале з відомою геномною формулою AABBRR, з тритикале, в яких очікуються пшенично-житні хромосомні заміщення у першому поколінні отримуємо стерильні гібриди, то це вказує на наявність повного або часткового хромосомного заміщення в однієї з батьківських форм («Спосіб відбору R/D заміщених форм тритикале», патент України на корисну модель № 59585).

Використання морфологічних ознак пшениці спельта та жита і ознаки «стерильність-фертильність» забезпечують спрощення процесу відбору пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале, оскільки контроль наявності хромосомного заміщення проводять лише у нащадків, що характеризуються стерильністю, наявністю морфологічних ознак пшениці спельта або відсутністю морфологічних ознак жита. При цьому цитогенетичні та інші методи відбору (гель-електрофорез, *FISH*, *GISH* тощо) є лише контролюючими для точної ідентифікації пшенично-житнього хромосомного заміщення.

Третій етап — покращення хромосомно заміщених форм — полягає у цілеспрямованому створенні зразків тритикале із повними або частковими пшенично-житніми хромосомним заміщенням або конверсії хромосомного заміщення в визначені форми тритикале. Це стає можливим завдяки використанню маркерних ознак, зокрема, «безостість», як генетичного маркера на наявність часткових або повних пшенично-житніх хромосомних заміщень. Використання фенотипових ознак, зокрема «безостість» дає змогу спростити селекційний процес, оскільки безостість нащадків вказує на наявність у їх геномі хромосомних заміщень. Це дає можливість проводити цілеспрямовану селекцію на створення або покращення хромосомно заміщених форм тритикале.

Отже, розроблено загальну технологічну схему створення, відбору та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале. Доведено, що використання морфологічних

** Створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно
заміщених форм тритикале **

маркерних ознак дає змогу спростити процес ідентифікації та виділення форм культури з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями.

АНАЛІЗ ЗРАЗКІВ, СТВОРЕНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ *TRITICOSECALE WITTMACK* × *TRITICUM SPELTA* L.

За гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта і стабілізації отриманих нащадків, створено понад 500 нових гібридних популяцій тритикале. Їх проаналізовано за комплексом господарсько-цінних ознак і відібрано 44 кращих зразки. У 2013 році проведено детальний аналіз цих зразків за показниками врожайності, вмістом клейковини в зерні, висотою рослин, стійкістю проти вилягання та іншими ознаками. Їх висівали ділянками по 10 рядків, довжиною 2 м з міжряддям 25 см.

Відібрані форми за висотою рослин згруповано в чотири класи: середньостеблові, низькостеблові, короткостеблові та карлики. Групування матеріалів за висотою рослин проводили за класифікацією Г. В. Щипака (2010). З кожної групи рослин було відібрано кращі зразки, які впродовж 2014–2018 рр. аналізували за основними господарсько-цінними ознаками та порівнювали зі стандартами. За апробації площа облікової ділянки становила 10 м². Повторність досліду чотириразова.

Випробування створених середньостеблових форм тритикале

Згідно з класифікацією Г. В. Щипака (2010) середньостебловими вважаються зразки тритикале з висотою рослин 100–120 см. Стандартом для цієї групи рослин виступав сорт тритикале озимого Наварра, що впродовж 2015–2018 рр. проходив Державну науково-технічну експертизу, і, водночас підлягав більш детальному аналізу та порівнянню з іншими досліджуваними зразками, яких у 2012 р.

було відібрано 12.

У результаті проведених досліджень встановлено, що врожайність зерна середньостеблових зразків тритикале коливалася в межах 4,42–5,72 т/га (табл. 12).

Таблиця 12

Господарсько-цінні показники створених середньостеблових форм тритикале, 2013 р.

Селекцій-ний матеріал	Урожайність, т/га	± до стандарту	Висота рослин, см	± до стандарту	Вилягання		Вміст клейковини, %	± до стандарту
					%	Бал стійкості		
Середньостеблові (100–120 см)								
Наварра (St)	4,91	—	102	—	9,1	7	22,2	—
454	5,60*	+0,69	123*	+22	5,7	7	17,8	-4,4
455	5,03	+0,12	102	+0	15,8	5	25,8*	+3,6
456	4,92	+0,01	105	+3	18,7	5	20,6	-1,6
458	4,42	-0,49	136*	+34	78,2	3	21,8	-0,4
459	4,43	-0,48	118*	+16	63,1	3	18,2	-4,0
461	5,39*	+0,48	101	-1	12,7	5	20,2	-2,0
465	5,72*	+0,81	104	+2	20,2	5	18,2	-4,0
467	5,35*	+0,44	105	+3	8,7	7	22,5	+0,3
475	4,67	-0,24	110*	+8	19,8	5	19,8	-2,4
477	5,48*	+0,57	109*	+7	86,5	1	19,0	-3,2
478	5,51*	+0,60	113*	+5	74,5	3	18,0	-4,2
491	5,33*	+0,42	110*	+8	9,5	7	24,1*	+1,9
НІР _{0,95}	0,21	—	4	—	—	—	0,8	—

Примітка: * — істотне збільшення показника відносно стандарту

Кращими показниками характеризувалися зразки 454, 461, 465, 467, 477, 478 та 491 врожайність яких коливалася в межах 5,33–

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

5,72 т/га, що істотно перевищувало стандарт. Врожайність зразків 475, 456 та 455 зафіксовано на рівні контрольного варіанту (4,67–5,03 т/га). Зразки 458, 459 та 475 за врожайністю зерна істотно поступалися стандарту (4,42–4,67 т/га).

Висота рослин сорту Наварра становила 102 см. Він характеризувався незначним (менше 10 %) виляганням, що відповідає семи балам стійкості. Висота рослин створених середньостеблових зразків складала 100–136 см. Сім із 12 зразків цієї групи істотно перевищували стандарт за висотою стеблестою, а чотири знаходились на рівні стандарту. Зразки 454, 467 та 491 характеризувалися середнім рівнем стійкості проти вилягання (7 балів). Інші досліджувані сортозразки мали помірне, вище середнього та сильне вилягання (1–5 балів).

Вміст клейковини у зерні сорту Наварра у 2013 р. становив 22,2 %. У зерні створених сортозразків її містилося від 17,8 % до 25,8 %. Найвищим вміст клейковини зафіксовано у номера 455 — 25,8 %, що істотно перевищувало стандарт. Високим вмістом клейковини характеризувався зразок 491 — 24,1 %. У номерів 467 та 458 клейковини в зерні накопичувалось на рівні стандарту, відповідно, 22,5 % та 21,8 %. Інші досліджувані сортозразки за вмістом клейковини в зерні істотно поступалися сорту-стандарту.

Після аналізу середньостеблових форм у 2013 р. було виділено шість кращих зразків, які впродовж 2014–2018 рр. аналізували за врожайністю і основними господарсько-цінними показниками і порівнювали зі стандартом (сортом тритикале озимого Наварра).

Досліджувані сортозразки та сорт-стандарт висівали на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва вручну з розрахунку 10 шт. зерен в рядок. Довжина рядка 100 см. Облікова площа кожної ділянки — 10 м². Дослідні ділянки розміщували систематичним методом у чотириразовій повторності (рис. 12).

* Аналіз зразків, створених за гібридизації *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L. *

1 _I *	2 _I	3 _I	4 _I	5 _I	6 _I	7 _I	1 _{II}	2 _{II}	3 _{II}	4 _{II}	5 _{II}	6 _{II}	7 _{II}
1 _{III}	2 _{III}	3 _{III}	4 _{III}	5 _{III}	6 _{III}	7 _{III}	1 _{IV} *	2 _{IV}	3 _{IV}	4 _{IV}	5 _{IV}	6 _{IV}	7 _{IV}

Рис. 12. Розміщення дослідних ділянок апробації створених зразків тритикале

*Примітка: 1_I–7_{IV} — номер варіанту і повторність:

- | | |
|------------------------|----------------|
| 1. Наварра (стандарт); | 5. Зразок 475; |
| 2. Зразок 455; | 6. Зразок 478; |
| 3. Зразок 465; | 7. Зразок 491. |
| 4. Зразок 467; | |

У результаті проведених досліджень встановлено, що врожайність сорту Наварра в середньому за період досліджень була на рівні 5,98 т/га (табл. 13).

Таблиця 13

Врожайність (т/га) середньостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту	b _i **
	2014	2015	2016	2017	2018			
Наварра (<i>St</i>)	5,41	6,99	6,49	5,91	5,11	5,98	—	1,05
455	4,55	5,15	5,47	4,84	4,35	4,87	-1,11	1,28
465	5,69*	7,31*	6,87*	6,32*	5,24	6,29	+0,30	1,15
467	5,68*	7,21*	6,85*	6,22*	5,18	6,23	+0,25	1,18
475	4,38	5,57	5,98	4,98	4,18	5,02	-0,96	1,63
478	5,05	5,59	5,90	5,14	4,65	5,27	-0,72	0,63
491	5,53	6,92	6,75	5,52	5,15	5,97	-0,01	0,58
<i>HP</i> _{0,95}	0,16	0,21	0,18	0,17	0,14	—		

Примітка: * — істотне збільшення врожайності відносно стандарту;
** b_i — коефіцієнт регресії (екологічна пластичність).

У створених сортозразків вона коливалася в межах 4,87–

6,29 т/га. Істотне перевищення за врожайністю відносно стандарту в кожен з років досліджень зафіксовано у зразків 465 (6,29 т/га) та 467 (6,23 т/га). Інші середньостеблові зразки істотно поступалися сорту Наварра за врожайністю впродовж п'яти років. Невисоку врожайність середньостеблових форм порівняно з низько- та короткостебловими можна пов'язати із високим значенням показника «висота рослин». Середньостеблові зразки мають схильність до вилягання, що негативно впливає на продуктивність. Особливо гостро це спостерігається в роки з надмірним зволоженням.

Контрастність погодних умов років досліджень дає змогу розрахувати екологічну пластичність (коефіцієнт регресії). Цей показник вказує на здатність генотипу реагувати на зміну умов вирощування. Екологічно пластичним вважається зразок, що швидко підвищує врожайність за поліпшення умов вирощування, і так само швидко знижує її за погіршення умов (Щипак та ін., 2014; Грабовец та Фоменко, 2013).

Коефіцієнт регресії (b_i) розраховували за методикою S. A. Eberhart та W. A. Russel (1966). У екологічно пластичних форм він більший одиниці. Якщо $b_i < 1$ — то генотип низькопластичний, $b_i = 1$ — середньопластичний. Низькопластичні генотипи слід розглядати як малоперспективні, оскільки вони не реагують на поліпшення умов вирощування.

За результатами досліджень високою пластичністю характеризуються зразки 455 ($b_i = 1,28$), 465 ($b_i = 1,15$), 467 ($b_i = 1,18$), 475 ($b_i = 1,63$) та сорт-стандарт ($b_i = 1,05$). Їх доцільно вирощувати за інтенсивною технологією, де вони будуть максимально реалізовувати свій потенціал продуктивності.

Гібридні популяції 478 та 491 мали коефіцієнт регресії менше 1, що вказує на їх низьку екологічну пластичність. Зразок 491 впродовж п'яти років досліджень за врожайністю істотно не поступався стандарту, що поєднувалось з низькою нормою реакції на зміну умов вирощування ($b_i = 0,58$). Це вказує на високу стабільність врожайності цього номера за роками. Його можна вирощувати на

екстенсивному фоні, де за несприятливих умов вирощування і мінімальних затрат він забезпечить високу продуктивність. Сортозразок 478 мав низьку екологічну пластичність ($b_i = 0,63$) та за врожайністю істотно поступався стандарту (5,27 т/га). Він малоперспективний для селекційної практики.

Важливою ознакою для тритикале є висота рослин. Доведено, що оптимальною висотою стеблестою тритикале є 80–100 см, оскільки вищі рослини мають схильність до вилягання, а нижчі не використовують повною мірою поживні речовини з ґрунту в результаті чого знижується врожайність культури (Куркиєв, 2009; Щипак та ін., 2000).

Для визначення висоти стеблестою рослини вимірювали від поверхні ґрунту до верхівки колоса (без остюків) з точністю до 1 см. У середньому за роки досліджень висота рослин у середньостеблових зразків коливалася в межах 95–125 см (табл. 14).

Таблиця 14

Висота рослин (см) середньостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту
	2014	2015	2016	2017	2018		
Наварра (<i>St</i>)	102	108	110	105	97	104	—
455	118*	124*	121*	115*	*107	117	+13
465	95	95	98	93	88	94	-11
467	102	107	112	108	101	106	+2
475	120*	130*	125*	118*	111*	121	+16
478	123*	130*	128*	118*	110*	122	+17
491	101	105	108	103	95	102	-2
<i>НІР</i> _{0,95}	4	4	4	4	4	—	

Примітка: * — істотне збільшення висоти рослин відносно стандарту.

Високе значення цього показника зафіксовано у 2014 та 2015 рр., оскільки в ці роки в період онтогенезу випала значна кількість опадів, зокрема, у 2014 р. зафіксовано найбільшу за період досліджень кількість опадів (607,5 мм) (додаток 5). Впродовж 2015 р. опадів було менше відносно середньобагаторічної норми, проте надмірне зволоження у червні (114,1 мм) сприяло формуванню потужної вегетативної маси та виляганню посівів.

Впродовж п'яти років досліджень найнижчу висоту стеблестою формували рослини зразка 465 (94 см), що істотно поступалося стандарту. Варто відзначити, що форми з висотою рослин <100 см, як у зразка 465, відносяться до низькостеблової групи. Проте в перший рік досліджень висота рослин цього номера становила 104 см, що дозволило віднести його до середньостеблової групи.

Істотне збільшення висоти рослин відносно стандарту зафіксовано у сортозразків 455 (117 см), 475 (111 см) та 478 (110 см). На рівні стандарту висота стеблестою була у зразків 467 (106 см) та 491 (102 см).

Вилягання рослин тритикале залежить у першу чергу від генотипу, погодних умов та технології вирощування. Середньостеблові зразки — схильні до вилягання особливо у роки з надмірним зволоженням. У процесі досліджень встановлено, що вилягання рослин у сорту-стандарту та створених середньостеблових матеріалів коливалося від помірного (7 балів) до сильного (1 бал) (табл. 15). На ділянках окремих зразків фіксували 71,1—88,9 % полеглих рослин від загальної їх кількості. Найвищу частку полеглих рослин спостерігали у 2014 та 2016 рр. Зразки 465 та 491 вирізнялися незначним виляганням (в межах 5–10 %), що відповідає семи балам стійкості. У 2017 р. Зразок 465 характеризувався відсутністю вилягання, що дозволило йому сформувати найвищу врожайність з-поміж середньостеблових форм.

Таблиця 15

Стійкість проти вилягання середньостеблових зразків тритикале виділених гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік									
	2014		2015		2016		2017		2018	
	%	Бал*	%	Бал	%	Бал	%	Бал	%	Бал
Наварра (<i>St</i>)	78,0	3	72,0	3	82,1	1	71,1	3	61,2	3
455	87,7	1	74,6	3	88,9	1	72,1	3	62,2	3
465	7,2	7	5,6	7	9,2	7	0,0	9	0,0	9
467	8,8	7	7,5	7	11,7	6	6,0	7	4,5	7
475	88,4	1	78,2	1	88,4	1	75,2	1	58,1	3
478	82,6	1	75,1	1	83,5	1	74,2	3	62,1	3
491	9,2	7	6,1	7	9,8	7	6,2	7	3,5	7

Примітка: * — бал стійкості проти вилягання.

Важливим господарсько-цінним показником зернових культур є маса 1000 насінин. Її визначали відповідно до ДСТУ 2949–94. Для цього з фракції чистого насіння відбирали підряд дві проби кількістю по п'ятсот насінин. Відібрані проби зважували з точністю до 0,1 г. Похибка розбіжності маси двох проб не перевищувала 3 %. Масу першої та другої проб сумували.

У результаті проведених досліджень встановлено, що у створених середньостеблових форм маси 1000 зерен коливалася в межах 46,6–49,4 г (табл. 16). Найвищою масою 1000 зерен характеризувався зразок 465, який за цим показником істотно перевищував стандарт у 2014 та 2018 рр. В окремі роки за цим показником вирізнявся зразок 467, маса 1000 зерен якого в середньому становила 49,0 г.

Таблиця 16

Маса 1000 зерен (\bar{x}) середньостеблових зразків тритикале виділених гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту
	2014	2015	2016	2017	2018		
Наварра (<i>St</i>)	46,5	50,2	49,3	47,8	45,6	47,9	—
455	45,8	49,7	49,0	47,2	46,1	47,6	-0,3
465	48,5*	51,8	50,5	48,8	47,4*	49,4	+1,5
467	48,4*	51,5	50,0	48,5	46,7	49,0	+1,1
475	43,2	49,2	48,5	46,6	45,3	46,6	-1,3
478	46,2	50,3	49,7	47,5	45,6	47,9	0,0
491	46,4	50,4	49,2	47,6	45,5	47,8	-0,1
<i>НІР</i> _{0,95}	1,7	1,9	1,8	1,8	1,7	—	—

Примітка: * — істотне збільшення маси 1000 зерен відносно стандарту

Зразки 455, 478 та 491 мали масу 1000 зерен в середньому 47,6–47,9 г, що було на рівні стандарту. Найменшу масу 1000 зерен формував зразок 475 (46,6 г). Він поступався стандарту залежно від року досліджень на 0,3–2,3 г.

Натура зерна — одна з найпоширеніших ознак оцінки зерна всіх систем класифікації. Між натурою зерна та його іншими ознаками існує пряма кореляційна залежність. За сортового помелу зерна тритикале з натурою меншою 650 г/л знижується вихід борошна і підвищується частка висівок.

За результатами проведених досліджень, виділено два сортозразки 465 (700 г/л) та 467 (691 г/л), що характеризувалися вищою, ніж у стандарту натурною масою зерна (табл. 17).

Таблиця 17

Натура зерна (г/л) середньостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту
	2014	2015	2016	2017	2018		
Наварра (<i>St</i>)	685	695	690	685	680	687	—
455	680	690	685	680	670	681	-6
465	700	710	700	703	685	700	+13
467	695	700	695	690	675	691	+4
475	660	667	667	658	646	660	-27
478	680	690	687	680	667	681	-6
491	683	695	692	687	682	688	+1
<i>HIP</i> _{0,95}	25	26	26	25	25	—	

На рівні стандарту цей показник фіксували у зразків 491 (688 г/л), 455 (681 г/л), 475 (660 г/л) та 478 (681 г/л). Результати статистичного аналізу свідчать, що номер 475 істотно поступався стандарту за натурою зерна впродовж п'яти років досліджень. Між натурною масою зерна інших сортозразків та аналогічним показником сорту-стандарту істотної різниці не виявлено.

Натура зерна тритикале озимого регламентується Державним стандартом ДСТУ 4762:2007, згідно з яким показник натурної маси для зерна першого класу повинен становити не менше 680 г/л, а для другого — 650–680 г/л. Всі створені середньостеблові зразки за натурою зерна відносяться до першого класу, за винятком зразка 475, який відноситься до другого класу.

Основною метою гібридизації тривидових тритикале із пшеницею спельта було створення нових форм тритикале із поліпшеними показниками якості зерна, зокрема, з підвищеним

*** СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА ***

вмістом білка та клейковини. За даними вчених вміст клейковини та білка в зерні тритикале є низьким і коливається в межах 18–22 % та 9–10 %, відповідно (Сухомуд та Любич, 2013; Господаренко, 2010; Білітюк, 2004). Тому, борошно тритикале в хлібопекарській промисловості використовується тільки доповнювачем до пшеничного (Карчевська, 2004).

У наших дослідженнях вміст клейковини в зерні визначали відповідно до ДСТУ 3768:2010. У результаті роботи встановлено, що в зерні сорту Наварра вміст клейковини в середньому за п'ять років становив 21,7 %, а у створених середньостеблових зразків — 17,8–25,3 % (табл. 18).

Таблиця 18

Вміст клейковини (%) в зерні середньостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту	b _i **
	2014	2015	2016	2017	2018			
Наварра (<i>St</i>)	20,8	21,5	20,5	22,2	23,7	21,7	—	1,19
455	24,4*	25,4*	23,8*	25,9*	26,8*	25,3	+3,5	1,22
465	17,1	17,8	17,0	18,2	18,8	17,8	-4,0	0,71
467	18,2	18,8	17,5	19,4	20,1	18,8	-2,9	0,98
475	22,2*	21,8	20,7	23,1*	23,8	22,3	+0,6	1,15
478	17,8	18,5	17,2	19,0	19,7	18,4	-3,3	0,85
491	21,1	21,3	20,2	21,9	23,1	21,5	-0,2	1,08
<i>НІР</i> _{0,99}	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	—		

Примітка: * — істотне збільшення вмісту клейковини відносно стандарту; ** b_i — коефіцієнт регресії (екологічна пластичність).

Серед досліджуваних форм за вмістом клейковини вирізнявся зразок 455. У нього цей показник в середньому становив 25,3 %, що істотно перевищувало стандарт та інші середньостеблові зразки.

Варто відзначити, що зразок 455 характеризувався найвищими показниками вмісту клейковини серед усіх створених нами сортозразків впродовж всього періоду досліджень.

Зразок 475 в середньому мав вміст клейковини 22,3 %. Він істотно перевищував стандарт за цим показником у 2014 та 2017 рр. Зразки 478 та 465 істотно поступалися стандарту за вмістом клейковини в зерні.

Розрахунок коефіцієнта регресії дозволив встановити, що за вмістом клейковини екологічно пластичними в зерні були зразки 455 ($b_i = 1,22$), 475 ($b_i = 1,15$), 491 ($b_i = 1,08$) та сорт-стандарт ($b_i = 1,19$). Зразок 467 є середньопластичним ($b_i = 0,98$), а зразки 465 ($b_i = 0,71$) та 478 ($b_i = 0,85$) — низькопластичними.

Для хлібопекарської промисловості якість клейковини має більше значення, ніж її кількість. Саме фізичні властивості клейковини визначають якість тіста і вказують на можливість використання борошна з зерна конкретного генотипу в хлібопекарській промисловості. До показників, що характеризують якість клейковини тритикале належать індекс деформації, колір, розтяжність та еластичність. За сукупністю цих показників роблять висновок про якість клейковини та визначають групу якості конкретного зразка (Рибалка та Кисельов, 2009; Рябчун та ін, 1999).

У процесі досліджень індекс деформації визначали на приладі ВДК–1. Розтяжність вимірювали за допомогою лінійки шляхом розтягування клейковини до розриву впродовж 10 секунд. Еластичність та колір ідентифікували візуально.

До I групи якості відносили зразки з еластичною, світло-сірою або сірою клейковиною, ІДК в межах 60–85 одиниць приладу, розтяжністю 10–20 см. Зразки, в яких клейковина мала темне забарвлення, ІДК більше 85 або менше 60 одиниць приладу, та розтяжність <10 або >20 см, відносили до II групи якості.

У результаті проведених досліджень встановлено, що I групу якості клейковини має зерно сорту-стандарту та зразки 455, 478 і 491.

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

Їх клейковина світло-сірого кольору, еластична з індексом деформації в межах 67–75 одиниць приладу (табл. 19).

Таблиця 19

**Якість клейковини середньостеблових зразків тритикале
виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum
spelta* L.**

Селекційний матеріал	Показник				
	ІДК	Колір	Розтяжність, см	Еластичність	Група якості
Наварра (<i>St</i>)	67	Світло-сірий	17	Еластична	I
455	73	Світло-сірий	13	Еластична	I
465	60	Темно-сірий	10	Малоеластична	II
467	50	Сірий	12	Еластична	II
475	75	Світло-сірий	15	Еластична	I
478	58	Темно-сірий	8	Малоеластична	II
491	70	Світло-сірий	14	Еластична	I

Зразки 478, 465 та 467 за сукупністю показників якості віднесено до II групи. Вони мали малоеластичну клейковину темно-сірого кольору, з ІДК 50–60 одиниць приладу. У зерні зразка 455 зафіксовано вміст клейковини в зерні 25,3 %, що характеризувалася сукупністю показників якості на рівні I групи та високу екологічну пластичність за цим показником ($b_i = 1,22$).

Отже, з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L. відібрано середньостеблові високопродуктивні (6,23 – 6,29 т/га) екологічно пластичні ($b_i = 1,15–1,18$) зразки тритикале 465 та 467, які за врожайністю істотно перевищували стандарт та зразок 455, що характеризувався підвищеним вмістом клейковини (25,3 %) I групи якості. Ці зразки рекомендовано до використання в селекційній практиці донорами окремих господарсько-цінних ознак.

Випробування створених низькостеблових форм тритикале

Відповідно до класифікації Г. В. Щипака (2010) низькостебловими вважаються форми тритикале з висотою рослин 80–100 см. З гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L. за основними господарсько-цінними показниками було відібрано 14 кращих низькостеблових зразків, що склали групу окремих матеріалів. Стандартом використовували сорт тритикале озимого Алкід.

Врожайність сорту-стандарту у 2013 р. становила 7,32 т/га, а у створених сортозразків вона коливалася в межах 5,58–7,73 т/га (табл. 20). Істотно перевищували сорт Алкід за врожайністю середньостеблові зразки 480 (7,73 т/га) та 484 (7,56 т/га). Інші сортозразки достовірно поступалися стандарту.

Висота рослин створених зразків цієї групи була в межах 81–97 см. Істотно перевищували стандарт за висотою зразки 466 та 446 (97 см). Висота рослин зразків 448, 460, 482 та 486 коливалася в межах 88–92 см, що не перевищувало стандарт. Висоту низькостеблових зразків 481 та 488 фіксували на рівні 81 см, що позитивно вирізняло їх за відношенням до контрольного варіанту.

Низькостеблові сортозразки характеризувалися високою стійкістю проти вилягання. Стійкість проти вилягання на рівні дев'ять балів зафіксовано у 11 зразків. У трьох — було відмічено незначне (менше 5 %) вилягання, що відповідає семи балам стійкості.

Сорт Алкід характеризується високою продуктивністю, проте має низькі показники якості зерна. Вміст клейковини у його зерні складав 16,2 %, що є досить низьким показником.

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

Таблиця 20

**Господарсько-цінні показники низькостеблових форм тритикале,
2013 р.**

Селекційний матеріал	Врожайність, т/га	± до стандарту	Висота рослин, см	± до стандарту	Вилягання		Вміст клейковини, %	± до стандарту
					%	Бал стійкості		
Низькостеблові (80–100 см)								
Алکید (St)	7,32	—	92	—	0,0	9	16,3	—
446	5,88	-1,44	97*	+5	0,0	9	19,8*	+3,5
447	6,23	-1,09	85	-7	0,0	9	20,1*	+3,8
448	6,47	-0,85	88	-4	0,0	9	21,0*	+4,7
451	6,37	-0,95	87	-5	0,0	9	22,2*	+5,9
460	6,42	-0,90	91	-1	18,1	5	17,4*	+1,1
466	6,29	-1,03	97*	+5	8,7	7	22,6*	+6,3
480	7,73*	+0,41	87	-5	3,5	7	16,8	+0,5
481	6,91	-0,41	81	-11	0,9	9	19,4*	+3,1
482	5,78	-1,54	91	-1	0,0	9	21,4*	+5,1
483	5,57	-0,75	86	-6	0,0	9	19,0*	+2,7
484	7,56*	+0,24	84	-8	0,0	9	21,4*	+5,1
485	6,33	-0,99	90	-2	0,0	9	20,6*	+4,3
486	6,59	-0,73	92	0	0,0	9	19,8*	+3,5
487	6,51	-0,81	86	-6	0,0	9	19,0*	+2,7
488	6,74	-0,58	81	-11	4,1	7	18,6*	+2,3
НІР _{0,95}	0,23	—	3	—	—	—	0,6	—

Примітка: * — істотне збільшення показника відносно стандарту.

У створених низькостеблових форм тритикале кількість клейковини коливався в межах 16,8–22,6 %. За цим показником відібрані матеріали, за винятком номера 480, істотно перевищували контрольний варіант. Позитивно вирізнялися зразки 466, 451, 484, 467, 482 в зерні яких містилося 21,4–22,6 % клейковини.

Аналіз низькостеблових форм тритикале дозволив виділити вісім кращих зразків, які впродовж 2014–2018 рр. порівнювали за основними господарсько-цінними показниками зі стандартом — сортом тритикале озимого Алкід.

Створені сортозразки та сорт-стандарт висівали на дослідних ділянках з обліковою площею кожної ділянки — 10 м². Розміщували ділянки систематичним методом у чотириразовій повторності (рис. 13).

1 _I *	2 _I	3 _I	4 _I	5 _I	6 _I	7 _I	8 _I	9 _I	1 _{II}	2 _{II}	3 _{II}	4 _{II}	5 _{II}	6 _{II}	7 _{II}	8 _{II}	9 _{II}
1 _{III}	2 _{III}	3 _{III}	4 _{III}	5 _{III}	6 _{III}	7 _{III}	8 _{III}	9 _{III}	1 _{IV}	2 _{IV}	3 _{IV}	4 _{IV}	5 _{IV}	6 _{IV}	7 _{IV}	8 _{IV}	9 _{IV} *

**Рис. 13. Розміщення дослідних ділянок для апробації
низькостеблових форм тритикале**

*Примітка: 1_I–9_{IV} — номери варіантів і повторностей:

1. Алкід (стандарт)	4. Зразок 466	7. Зразок 482
2. Зразок 448	5. Зразок 480	8. Зразок 484
3. Зразок 451	6. Зразок 481	9. Зразок 488

Середня врожайність сорту-стандарту за випробування низькостеблових форм становила 7,35 т/га з варіюванням ознаки за роками від 6,63 т/га (2018 р.) до 7,96 т/га (2015 р.) (табл. 21). У створених низькостеблових зразків тритикале вона коливалася в межах 6,29–7,74 т/га. Найвищу врожайність отримано у 2015 та 2016 роках.

Кращим за врожайністю був номер 484, який мав найвищі показники продуктивності (в середньому 7,74 т/га) та істотно перевищував стандарт в кожен з років досліджень. Високою врожайністю характеризувалися сортозразки 480 та 481 — 7,48 та 7,49 т/га, відповідно, що не істотно перевищувало стандарт на 0,13–0,14 т/га.

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

Таблиця 21

**Врожайність ($m/га$) зерна низькостеблових зразків тритикале
виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum
spelta L.*, 2014–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стан- дарту	b_i^{**}
	2014	2015	2016	2017	2018			
Алкід (<i>St</i>)	7,05	7,96	7,75	7,36	6,63	7,35	—	1,10
448	6,75	7,19	7,02	6,87	6,52	6,87	-0,48	1,02
451	6,28	6,87	6,67	6,28	6,12	6,44	-0,91	0,62
466	6,16	6,84	6,54	6,15	5,75	6,29	-1,06	0,85
480	7,17	8,21	7,78	7,38	6,87	7,48	+0,13	1,07
481	7,15	8,05	7,87	7,48	6,89	7,49	+0,14	1,10
482	6,57	7,85	7,37	7,05	6,64	7,10	-0,25	1,27
484	7,34*	8,42*	8,14*	7,75*	7,07*	7,74	+0,39	1,15
488	6,43	7,75	7,57	7,27	6,57	7,12	-0,23	1,16
<i>НІР_{0,95}</i>	0,25	0,29	0,28	0,26	0,24	—		

Примітка: * — істотне збільшення врожайності відносно стандарту;
** b_i — коефіцієнт регресії (екологічна пластичність).

Зразок 482 за врожайністю був на рівні сорту Алкід у 2015 та 2018 р., проте в інші роки випробування — достовірно йому поступався. Інші матеріали не вирізнялися високою продуктивністю.

Аналіз коефіцієнта регресії дозволив виділити високопластичні за врожайністю генотипи. Це зразки 480 ($b_i = 1,07$), 481 ($b_i = 1,10$), 482 ($b_i = 1,27$), 484 ($b_i = 1,15$), 488 ($b_i = 1,16$). Для реалізації генетичного потенціалу продуктивності їх доцільно вирощувати на інтенсивному фоні.

Зразок 448 відноситься до середньо пластичних форм ($b_i = 1,02$), а сортозразки 451 та 466 ($b_i = 0,62-0,85$) — до низькопластичних. Враховуючи стабільно високу врожайність цих матеріалів (6,29–6,87 т/га) за роками, їх можна рекомендувати до вирощування на екстенсивному фоні, де за мінімальних затрат реалізовуватиметься

висока продуктивність культури.

Висота рослин сорту Алкід в середньому за період апробації становила 91 см (табл. 22).

Таблиця 22

Висота рослин (см) низькостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту
	2014	2015	2016	2017	2018		
Алкід (<i>St</i>)	94	92	95	89	84	91	—
448	91	88	92	85	80	87	-4
451	89	84	90	80	74	83	-7
466	88	85	89	81	86	86	-5
480	85	82	88	79	75	82	-9
481	84	80	87	75	72	80	-11
482	80	77	85	71	68	76	-15
484	100*	97*	99*	93*	97*	97	+6
488	98*	94	97	92	86	93	+2
<i>НІР</i> _{0,95}	3	3	3	3	3	—	

Примітка: * — істотне збільшення висоти рослин відносно стандарту.

Створені низькостеблові зразки мали висоту рослин в межах 80–93 см. Найнижчу висоту рослин фіксували у номерів 481 (80 см), 480 (82 см), 451 (83 см), що позитивно вирізняло їх за відношенням до контрольного варіанту. Найвищий стеблестій формували рослини зразків 484 (97 см) та 488 (93 см).

Статистичний аналіз отриманих результатів показав, що зразок 484 за висотою рослин істотно перевищував сорт-стандарт в кожен з років досліджень. Зразок 488 достовірно перевищував контрольний варіант у 2014 р. Інші низькостеблові сортозразки вирізнялися істотно нижчою висотою рослин відносно стандарту впродовж всього

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

періоду апробації.

Як і очікувалось, за зниження висоти стеблестою спостерігалось зменшення частки рослин, що вилягли. У низькостеблових зразків відмічено підвищену стійкість проти вилягання порівняно з середньостебловими формами. Зокрема, сорт-стандарт та сортозразок 484 характеризувалися незначним виляганням (менше 1,0 %) впродовж п'яти років апробації (табл. 23).

Таблиця 23

**Стійкість проти вилягання низькостеблових зразків тритикале
виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum
spelta* L., 2014–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Вилягання рослин, см									
	2014 р.		2015 р.		2016 р.		2017 р.		2018 р.	
	%	бал стійкості	%	бал стійкості	%	бал стійкості	%	бал стійкості	%	бал стійкості
Алгід (<i>St</i>)	0,5	9	0,0	9	0,9	9	0,0	9	0,0	9
448	2,3	7	1,5	7	4,5	7	1,1	7	0,5	9
451	0,3	9	0,2	9	3,5	7	1,2	7	1,8	7
466	6,1	7	5,1	7	9,9	7	2,1	7	1,2	7
480	0,7	9	0,0	9	3,8	7	2,1	7	0,0	9
481	0,2	9	0,0	9	4,7	7	1,5	7	0,0	9
482	1,8	7	1,5	7	2,3	7	1,0	7	0,7	9
484	0,8	9	0,2	9	0,5	9	0,0	9	0,0	9
488	0,8	9	0,1	9	2,1	7	1,5	7	1,2	7

У зразків 480 та 481 незначне вилягання рослин (1,0–4,7 %) зафіксовано лише у 2016 та 2017 рр., а зразки 448 та 466 мали стійкість проти вилягання на рівні семи балів.

Маса 1000 зерен виділених низькостеблових сортозразків тритикале у середньому коливалася в межах 44,1–50,3 г (табл. 24).

Таблиця 24

Маса 1000 зерен (г) низькостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту
	2014	2015	2016	2017	2018		
Алгід (<i>St</i>)	47,2	49,1	48,7	48,1	47,0	48,0	—
448	45,4	46,8	46,4	46,0	45,2	46,0	-2,1
451	43,2	45,5	44,8	44,2	43,0	44,1	-3,9
466	43,0	45,1	44,5	43,8	42,6	43,8	-4,2
480	47,5	49,6	49,2	48,6	47,3	48,4	+0,4
481	47,3	49,5	49,0	48,3	46,8	48,2	+0,2
482	43,8	45,8	45,0	44,6	42,9	44,4	-3,6
484	49,6	51,2*	50,7*	50,5*	49,5*	50,3	+2,3
488	43,5	45,5	44,6	44,2	42,6	44,1	-3,9
<i>НІР</i> _{0,95}	1,7	1,8	1,7	1,7	1,7	—	

Примітка: * — істотне збільшення маси 1000 зерен відносно стандарту.

У сорту-стандарту вона становила 48,0 г. Найвищою масою 1000 зерен характеризувався зразок 484, який істотно перевищував сорт Алгід за цим показником впродовж 2015–2018 рр. На рівні стандарту масу 1000 насінин формували зразки 480 (48,4 г) та 481 (48,2 г). Істотно поступалися контрольному варіанту за цим показником номери 451 (44,1 г), 466 (43,8 г), 482 (44,4 г), 488 (44,1 г) та 448 (46,0 г).

Натура зерна у низькостеблових гібридних популяцій коливалася в межах 645–701 г/л (табл. 25).

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

Таблиця 25

**Натура зерна (г/л) низькостеблових зразків тритикале виділених з
гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L.,
2014–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Натура зерна, г/л					Середнє	± до стан- дарту
	2014	2015	2016	2017	2018		
Алгід (<i>St</i>)	690	698	693	685	680	689	—
448	680	685	680	680	670	680	-11
451	650	660	667	655	646	656	-34
466	647	655	650	645	640	647	-42
480	693	700	695	690	685	693	+3
481	690	700	693	687	680	690	+1
482	655	662	660	652	645	655	-34
484	700	710	704	700	690	701	+11
488	645	655	650	640	635	645	-44
<i>НІР</i> _{0,95}	24	26	25	24	24	—	

Найвищою вона була у зразків 484 (701 г/л) та 480 (693 г/л), що перевищувало стандарт на 3–12 г/л. На рівні стандарту натуру зерна фіксували у номерів 481 (690 г/л) та 448 (680 г/л). Зразки 451, 466, 482 та 488 за цим показником істотно поступалися контрольному варіанту.

Відповідно до ДСТУ 4762:2007 показник натурної маси зерна на рівні першого класу мали зразки 448, 480, 481, 484 та сорт-стандарт, оскільки у них він перевищує 680 г/л. Інші досліджувані низькостеблові сортозразки віднесено до другого класу (натура зерна менше 680 г/л).

Низькостеблові форми вважаються найперспективнішими з точки зору сільськогосподарського виробництва. Вони мають високу врожайність та стійкість проти вилягання (Гірко, 2010, Щипак, 2010; Куркиєв, 2009). Однак, деякі вчені вказують на негативну

кореляційну залежність між врожайністю та якістю продукції (Грабовец та Фоменко, 2013; Рибалка, 2011; Господаренко, 2010; Гірко, 2004).

Результати проведених нами досліджень також вказують на те, що саме низькостеблова група зразків тритикале є найпродуктивнішою. Підвищення вмісту клейковини в зерні дасть змогу використовувати ці зразки не тільки для фуражних цілей, а і в харчовій та хлібопекарській промисловості.

Встановлено, що в середньому вміст клейковини в зерні створених низькостеблових форм тритикале коливався в межах 17,9–20,9 % (табл. 26), що поступалося аналогічним показникам середньостеблової групи рослин на 3,4–6,4 %.

Найвищим вмістом клейковини в цій групі рослин вирізнявся сортозразок 484, який мав і найвищу врожайність впродовж всього періоду апробації. Дещо поступалися йому зразки 466 та 451 з вмістом клейковини, відповідно, 20,7 та 20,5 %.

Статистичний аналіз отриманих результатів дав змогу встановити, що всі створені низькостеблові матеріали тритикале достовірно перевищували сорт-стандарт за вмістом клейковини в зерні впродовж п'яти років досліджень. Сорт Алкід має високу продуктивність, проте характеризується не високими показниками якості зерна.

Аналіз низькостеблових форм за коефіцієнтом регресії показав, що всі досліджувані сортозразки є високопластичними за вмістом клейковини. Виняток становили лише номер 480 ($b_i = 1,04$), який є середньопластичним і номер 482 ($b_i = 0,82$), який є низькопластичним. Також низькопластичним за цим показником є сорт-стандарт ($b_i = 0,54$).

Аналіз показників якості клейковини дав можливість виявити, що клейковина сорту Алкід темно-сірого кольору, з індексом деформації 48 та розтяжністю 15 см.

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

Таблиця 26

**Вміст клейковини (%) в зерні низькостеблових зразків тритикале
виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum
spelta* L., 2014–2018 pp.**

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стан- дарту	b _i **
	2014	2015	2016	2017	2018			
Алкід (<i>St</i>)	16,4	16,4	16,0	16,5	16,9	16,4	—	0,54
448	17,8*	17,5*	17,0*	18,2*	18,9*	17,9	+1,4	1,32
451	20,5*	20,2*	19,5*	20,9*	21,6*	20,5	+4,1	1,33
466	20,4*	20,5*	19,7*	21,1*	21,8*	20,7	+4,3	1,36
480	19,5*	19,7*	19,0*	19,9*	20,7*	19,8	+3,3	1,04
481	20,1*	20,3*	19,5*	20,8*	21,4*	20,4	+4,0	1,29
482	17,8*	17,9*	17,1*	18,1*	18,5*	17,9	+1,4	0,87
484	20,6*	20,7*	20,0*	21,3*	21,9*	20,9	+4,5	1,24
488	18,7*	18,8*	18,1*	19,4*	19,9*	19,0	+2,5	1,19
<i>НІР</i> _{0,99}	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	—		

Примітка: * — істотне збільшення вмісту клейковини відносно стандарту;
** b_i — коефіцієнт регресії (екологічна пластичність).

Така сукупність показників якості відповідає II групі (табл. 27). Серед низькостеблових матеріалів кращими за сукупністю показників якості клейковини були зразки 451 та 481. Їх клейковина сірого кольору, з розтяжністю 14–15 см, має високу еластичність та індекс деформації клейковини 70 одиниць. Ці зразки віднесено до I групи якості. Інші досліджувані сортозразки цієї групи рослин віднесено до II групи якості. Їх клейковина була темно-сірого або сірого забарвлення з розтяжністю в межах 8–17 см та індексом деформації в межах 45–59 одиниць.

Таблиця 27

Якість клейковини низькостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Показник				
	ІДК	Колір	Розтяжність, см	Еластичність	Група якості
Алкід (<i>St</i>)	48	Темно-сірий	15	Еластична	II
448	50	Сірий	10	Малоеластична	II
451	70	Сірий	14	Еластична	I
466	59	Сірий	17	Еластична	II
480	45	Сірий	10	Еластична	II
481	70	Сірий	15	Еластична	I
482	50	Сірий	8	Еластична	II
484	63	Темно-сірий	15	Еластична	II
488	52	Сірий	15	Еластична	II

У результаті проведених впродовж п'яти років досліджень виділено високопластичний зразок 484 з врожайністю 7,74 т/га та вмістом клейковини в зерні 20,9 %.

Випробування створених короткостеблових форм тритикале

До короткостеблової групи відносяться форми тритикале з висотою рослин 60–80 см (Щипак, 2010). Карликовими вважаються форми з висотою стебла менше 60 см. З гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L. за комплексом господарсько-цінних ознак було відібрано вісім кращих

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

короткостеблових зразків та два карликових. Стандартом для цієї групи рослин слугував сорт тритикале озимого Алкід. Цей сорт за висотою рослин відноситься до низькостеблової групи (висота рослин 92 см). Його використання стандартом для короткостеблових та карликових зразків обумовлено відсутністю районowanego високопродуктивного короткостеблового сорту тритикале.

Основні господарсько-цінні ознаки цих зразків за 2013 р. наведено в таблиці 28.

Таблиця 28

**Господарсько-цінні показники короткостеблових і карликових
форм тритикале, 2013 р.**

Селекційн ий матеріал	Урожайн ість, т/га	± до стандар ту	Висота рослин, см	± до стандар ту	Вилягання		Вміст клейков ини,%	± до стандар ту
					%	бал стійкості		
Короткостеблові (60–80 см)								
Алкід (<i>St</i>)	7,02	—	92	—	0	9	16,0	—
449	6,91	-0,11	69	-23	0	9	18,8*	+2,8
450	6,48	-0,54	75	-17	0	9	17,6*	+1,6
468	7,17	+0,15	68	-14	0	9	18,0*	+2,0
469	7,16	+0,14	76	-16	0	9	15,6	-0,4
470	7,42	+0,40	56	-37	0	9	19,2*	+3,2
471	6,98	-0,04	65	-27	0	9	24,8*	+8,8
472	7,10	+0,08	68	-14	0	9	21,2*	+5,2
473	7,24*	+0,22	65	-27	0	9	22,8*	+6,8
474	8,01*	+0,99	56	-37	0	9	18,4*	+2,4
485	7,00	-0,02	75	-17	0	9	20,8*	+4,8
490	8,02*	+1,00	77	-15	0	9	16,8	+0,8
<i>НІР</i> _{0,95}	0,21	—	3	—	—	—	0,9	—

Примітка: * — істотне збільшення показника відносно стандарту.

Сорт Алкід сформував урожайність на рівні 7,02 т/га, а короткостеблові зразки — 6,48–8,02 т/га. Вищою врожайністю вирізнялись короткостебловий зразок 490 (8,02 т/га) та карликові 474 (8,01 т/га) і 473 (7,24 т/га), що за цим показником істотно перевищували стандарт. Урожайність номерів 449, 468, 469, 471, 472, 485 фіксували на рівні контрольного варіанту (6,91–7,17 т/га), а номер 450 (6,48 т/га) суттєво поступався стандарту.

Висота рослин сорту Алкід становила 92 см. Короткостеблові зразки мали висоту рослин від 65 до 77 см, карликові — 56 см. Всі створені короткостеблові та карликові форми мали істотно нижчу висоту стеблестою порівняно з сортом-стандартом. Вилягання рослин у зразків цієї групи не спостерігалось.

Вміст клейковини у зерні короткостеблових та карликових форм тритикале, виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L. коливався у межах 15,6–24,8 %. П'ять короткостеблових та два карликових зразка характеризувались істотно вищим, порівняно з контрольним варіантом вмістом клейковини в зерні. Найвищим він був у короткостеблових зразків 471, 472, 473, відповідно 24,8, 21,2 та 22,8 %, що істотно перевищувало стандарт, а зразки 469 та 490 за цим показником істотно не поступалися сорту-стандарту.

Після аналізу короткостеблових та карликових форм у 2013 р. було виділено шість кращих за низкою господарсько-цінних ознак зразків, які впродовж 2013–2018 рр. порівнювали за основними господарсько-цінними показниками зі стандартом — сортом тритикале озимого Алкід.

Досліджувані сортозразки та сорт-стандарт висівали на дослідних ділянках з обліковою площею кожної ділянки 10 м². Ділянки розміщували систематичним методом у чотириразовій повторності (рис. 14).

*** СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА ***

1 _{I*}	2 _I	3 _I	4 _I	5 _I	6 _I	7 _I	1 _{II}	2 _{II}	3 _{II}	4 _{II}	5 _{II}	6 _{II}	7 _{II}
1 _{III}	2 _{III}	3 _{III}	4 _{III}	5 _{III}	6 _{III}	7 _{III}	1 _{IV}	2 _{IV}	3 _{IV}	4 _{IV}	5 _{IV}	6 _{IV}	7 _{IV}

Рис. 14. Розміщення дослідних ділянок апробації короткостеблових та крликкових форм тритикале

Примітка: *1_I — 9_{IV} — номери варіантів і повторностей:

- | | |
|---------------------|---------------|
| 1. Алкід (стандарт) | 5. Зразок 473 |
| 2. Зразок 468 | 6. Зразок 474 |
| 3. Зразок 469 | 7. Зразок 490 |
| 4. Зразок 471 | |

В середньому за п'ять років досліджень сорт Алкід показав врожайність зерна 7,35 т/га з варіюванням її за роками від 7,05 до 7,96 т/га (табл. 29). Серед досліджуваних форм кращою врожайністю вирізнявся короткостебловий зразок 469 (7,56 т/га).

Таблиця 29

Врожайність (т/га) зерна короткостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту	b _i *
	2014	2015	2016	2017	2018			
Алкід (<i>St</i>)	7,05	7,96	7,75	7,36	6,63	7,35	—	1,15
468	6,45	7,35	6,78	6,57	6,12	6,65	-0,70	0,95
469	7,30	8,18	7,86	7,58	6,87	7,56	+0,20	1,08
471	7,06	7,62	7,49	7,10	6,78	7,21	-0,14	0,73
473	6,68	7,59	7,35	6,85	6,47	6,99	-0,36	1,00
474	7,01	7,99	7,82	7,48	6,85	7,43	+0,08	1,05
490	7,14	8,03	7,82	7,49	6,84	7,46	+0,11	1,04
<i>HP</i> _{0,95}	0,26	0,29	0,28	0,27	0,25	—		

Примітка: * b_i — коефіцієнт регресії (екологічна пластичність).

Високою продуктивністю характеризувалися зразки 474 та 490, відповідно 7,43 та 7,46 т/га. Номер 471 формував врожайність на рівні стандарту (7,21 т/га), а зразки 468 та 473 істотно поступалися контрольному варіанту в кожен з років досліджень.

За висотою рослин, як і очікувалось, всі короткостеблові зразки тритикале істотно поступалися сорту Алкід, адже він відноситься до низькостеблової групи (висота рослин 91 см) (табл. 30).

Таблиця 30

Висота рослин (см) короткостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту
	2014	2015	2016	2017	2018		
Алкід (<i>St</i>)	94	92	95	89	84	91	—
468	66	65	70	62	60	65	-26
469	72	70	77	70	64	71	-20
471	75	71	88	68	63	73	-18
473	68	65	73	65	62	67	-24
474	59	55	63	60	55	58	-32
490	78	75	80	72	68	75	-16
<i>НІР</i> _{0,95}	3	3	3	3	3	—	

Найбільше відхилення від сорту-стандарту за висотою рослин (у межах 26–32 см) мали зразки 474 та 468. Висота стеблестою інших відібраних матеріалів коливалася в межах 67–75 см, що істотно поступалося стандарту (на 16–24 см).

Вилягання у короткостеблових форм за період досліджень не

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

зафіксовано (табл. 31).

Таблиця 31

**Стійкість проти вилягання короткостеблових зразків тритикале
виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum
spelta* L., 2014–2018 рр.**

Селек- ційний матеріал	2014 р.		2015 р.		2016 р.		2017 р.		2018 р.	
	%	Бал стій- кості	%	Бал стій- кості	%	Бал стій- кості	%	Бал стій- кості	%	Бал стій- кості
Алکید (<i>St</i>)	0,5	9	0,0	9	0,9	9	0,0	9	0,0	9
468	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9
469	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9
471	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9
473	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9
474	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9
490	0	9	0,5	9	0,2	9	0	9	0	9

Це, ймовірно, дозволило їм сформувати вищу порівняно з середньостебловими формами врожайність зерна. Незначне вилягання (менше 1 %) відмічено лише у рослин сорту Алکید та зразка 490. Всі створені короткостеблові форми мали стійкість проти вилягання на рівні дев'яти балів.

Маса 1000 зерен у короткостеблових форм коливалася в межах 46,0–50,5 г (табл. 32). За цим показником зразок 469 (50,5 г) істотно перевищував сорт-стандарт впродовж п'яти років досліджень. На рівні контрольного варіанту масу 1000 зерен мали зразки 474 (48,3 г) та 490 (48,5 г), 471 (47,9 г) та 473 (47,6 г). Достовірне зниження цього показника відносно контролю зафіксовано лише у номера 468 (46,0 г).

Таблиця 32

Маса 1000 зерен (ρ) короткостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту
	2014	2015	2016	2017	2018		
Алکید (<i>St</i>)	47,2	49,1	48,7	48,1	47,0	48,0	—
468	45,2	46,8	46,5	46,1	45,4	46,0	-2,0
469	49,8*	51,5*	51,0*	50,7*	49,6*	50,5	+2,5
471	47,5	49,0	48,4	47,8	46,8	47,9	-0,1
473	46,8	48,6	48,2	47,6	46,8	47,6	-0,4
474	47,5	49,3	48,9	48,4	47,2	48,3	+0,2
490	47,6	49,7	49,2	48,5	47,4	48,5	+0,5
<i>HIP</i> _{0,95}	1,8	1,9	1,8	1,8	1,8	—	—

Примітка: * — істотне збільшення маси 1000 зерен відносно стандарту

Натура зерна у короткостеблових форм коливалася в межах 677–695 г/л (табл. 33). Достовірної різниці між натурою зерна виділених сортозразків у межах короткостеблової групи рослин та аналогічним показником сорту-стандарту, виявлено не було. Відповідно до ДСТУ 4762:2007 всі короткостеблові зразки за показником натурної маси зерна відносяться до першої групи, за винятком зразка 468.

Поряд із високою врожайністю майже всі короткостеблові зразки мали і підвищений вміст клейковини — 19,1–24,0 % (табл. 34). Найвищим вмістом клейковини в зерні характеризувався зразок 468 — в середньому 22,4 %, що на 6,0 % перевищувало стандарт. Істотне підвищення вмісту клейковини в зерні (на 2,6–5,1 %) відносно стандарту зафіксовано також у зразків 473, 474 та 490. Поступався сорту Алکید за цим показником лише зразок 469 (16,3 %).

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

Таблиця 33

**Натура зерна (г/л) короткостеблових зразків тритикале виділених
з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L.,
2014–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту
	2014	2015	2016	2017	2018		
Алкід (<i>St</i>)	690	698	693	685	680	689	—
468	675	685	682	675	666	677	-13
469	695	710	700	690	682	695	+6
471	690	695	690	685	677	687	-2
473	683	690	685	676	670	681	-8
474	690	697	690	688	675	688	-1
490	688	695	690	682	675	686	-3
<i>НІР</i> _{0,95}	26	26	26	25	25	—	

Таблиця 34

**Вміст клейковини (%) у зерні короткостеблових зразків
тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack*
× *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Рік					Середнє	± до стандарту	b _i **
	2014	2015	2016	2017	2018			
Алкід (<i>St</i>)	16,4	16,4	16,0	16,5	16,9	16,4	—	0,56
468	22,2*	22,3*	21,8*	22,6*	23,2*	22,4	+6,0	0,93
469	16,1	16,0	15,8	16,5	17,0	16,3	-0,1	0,84
471	23,8*	23,9*	22,8*	24,4*	24,9*	24,0	+7,5	1,38
473	21,3*	21,2*	20,7*	21,9*	22,5*	21,5	+5,1	1,24
474	19,2*	19,3*	18,6*	19,7*	20,2*	19,4	+3,0	1,07
490	18,9*	18,8*	18,4*	19,4*	19,8*	19,1	+2,6	0,97
<i>НІР</i> _{0,99}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	—		

Примітка: * — істотне збільшення вмісту клейковини відносно стандарту;
** — b_i коефіцієнт регресії (екологічна пластичність).

Статистичний аналіз отриманих результатів дозволив встановити, що зразки тритикале 468, 471, 473, 474 та 490 істотно перевищували стандарт за вмістом клейковини впродовж всього періоду досліджень. За цим показником лише зразок 469 впродовж 2014–2016 рр. істотно поступався сорту Алкід.

Аналіз результатів досліджень за показниками екологічної пластичності виявив, що за вмістом клейковини високопластичними є зразки 471 ($b_i = 1,38$), 473 ($b_i = 1,24$), 474 ($b_i = 1,07$), а середньопластичними — 468 ($b_i = 0,93$) та 490 ($b_i = 0,97$). Зразок 469 та сорт-стандарт віднесено до низькопластичних.

За якістю клейковини до I групи віднесено номери 471 та 473. Їх клейковина мала світло-сіре забарвлення, була еластичною з розтяжністю в межах 20–22 см та індексом деформації 65–70 одиниць (табл. 35).

Таблиця 35

Якість клейковини короткостеблових зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L., 2014–2018 рр.

Селекційний матеріал	Якість клейковини				
	ІДК	Колір	Розтяжність, см	Еластичність	Група якості
Алкід (<i>St</i>)	48	Темно-сірий	15	Еластична	II
468	55	Сірий	18	Еластична	II
469	50	Сірий	9	Малоеластична	II
471	70	Світло-сірий	20	Еластична	I
473	65	Світло-сірий	22	Еластична	I
474	65	Сірий	18	Еластична	I
490	50	Сірий	8	Малоеластична	II

Інші короткостеблові зразки та сорт Алкід за сукупністю показників якості клейковини віднесено до II групи, що пов'язано з темним забарвленням клейковини та низькими показниками індексу деформації (48–55 одиниць). Клейковина була малоеластичною і мала погану розтяжність (8–9 см).

Отже, отримано високопродуктивні короткостеблові зразки тритикале 471, що характеризувався підвищеним вмістом клейковини (24,0 %) та 469, який за врожайністю (7,56 т/га) перевищував стандарт.

Стійкість створених зразків тритикале проти основних грибкових хвороб

У сучасному виробництві для отримання запрогнозованих врожаїв сільськогосподарських культур вагоме значення має оптимізація фітосанітарної ситуації. Це досягається поєднанням сучасної науки і виробництва, дотриманням організаційних та агротехнічних заходів, з яких використання стійких сортів є найефективнішим. 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 (Трибель та ін., 2010; Кривченко, 1984).

У процесі досліджень проаналізовано резистентність зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. до основних грибкових хвороб (бура листкова іржа, борошниста роса, септоріоз).

Оцінку стійкості матеріалів проти ураження патогенами проводили на природному інфекційному фоні. Інтенсивність розвитку бурої листкової іржі визначали у фазу молочної стиглості за

методикою Т. Д. Страхова (1951), борошнистої роси — у фазу колосіння рослин за Э. Э. Гешеле (1970), септоріозу листя — у фазу колосіння за А. Bronnimann (1980).

Резистентність рослин проти грибкових хвороб визначали за дев'ятибальною шкалою:

- 9 — дуже висока стійкість (відсутність ознак хвороби);
- 8 — висока стійкість (інтенсивність ураження органів рослин до 5 %);
- 7 — стійкість (інтенсивність ураження 5–10 %);
- 6 — стійкість (інтенсивність ураження 10–15 %);
- 5 — слабка сприйнятливність (інтенсивність ураження 15–25 %);
- 4 — сприйнятливність (інтенсивність ураження 25–40 %);
- 3 — підвищена сприйнятливність (інтенсивність ураження 40–65 %);
- 2 — висока сприйнятливність (інтенсивність ураження 65–90 %);
- 1 — дуже висока сприйнятливність (інтенсивність ураження 90–100 %) (Трибель та ін., 2010).

Бура листкова іржа (збудник *Puccinia recondita*) є однією із найшкодочинніших грибкових хвороб озимих зернових культур, зокрема, тритикале і часто досягає епіфітотій у зоні нестійкого зволоження (Михайлова та ін., 2010). Навіть незначне ураження культури, яке не має серйозного впливу на врожайність, може завдати шкоди якості продукції. Присутній у плодових тілах збудника іржі ергонін знижує якість корму для тварин, а його наявність у харчових продуктах — недопустима.

Рівень ураження рослин тритикале цією хворобою має прямо порційну залежність щодо рівня фертильності амфідиплоїдів і особливо проявляється у пізньостиглих ліній з низькою насінневою продуктивністю. Розвиток збудника іржі у посівах тритикале стимулюється за несприятливих умов розвитку та інших чинників, що знижують озерненість колоса (Трибель, 2010; Михайлова та ін., 2009).

За проведення досліджень спостерігалось істотне ураження тритикале бурою іржею. В окремі роки було відмічено до 50 %

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

уражених матеріалів. Перші ознаки хвороби фіксували навесні у фазу кущення, але найбільше розповсюдження хвороби рослинами відмічено у фази виходу в трубку, колосіння та цвітіння.

Сорт Наварра за період досліджень мав до 5 % уражених рослин, за винятком 2015 р. (5,9 %) (додаток 15). Він високорезистентний до збудника бурої листової іржі з балом стійкості вісім (табл. 36).

Таблиця 36

**Стійкість зразків тритикале відібраних з гібридних популяцій
Triticosecale Wittmack × *Triticum spelta* L. проти основних
грибкових хвороб, 2013–2018 рр.**

Селекційний матеріал	Хвороби					
	Бура листової іржі		Септоріоз		Борошниста роса	
	Ураження рослин, %	Бал стійкості	Ураження рослин, %	Бал стійкості	Ураження рослин, %	Бал стійкості
1	2	3	4	5	6	7
Середньостеблові форми						
Наварра (<i>St</i>)	3,9	8	4,1	8	2,1	8
455	6,5	7	3,5	8	3,5	8
465	7,9	7	6,7	7	4,3	8
467	7,7	7	8,2	7	5,2	7
475	7,1	7	2,5	8	4,2	8
478	11,2	6	2,2	8	3,1	8
491	4,1	8	3,8	8	2,0	8
Низькостеблові форми						
Алکید (<i>St</i>)	8,8	7	8,2	7	2,1	8
446	9,5	7	9,6	7	14,2	6
447	24,1	5	12,1	6	12,7	6
448	10,2	6	8,5	7	10,7	6
451	8,5	7	7,1	7	1,9	8
460	7,7	7	6,2	7	19,8	5
466	11,9	6	6,9	7	2,9	8

* Аналіз зразків, створених за гібридизації *Triticosecale Wittmack* ×
Triticum spelta L. *

Продовження таблиці 36

1	2	3	4	5	6	7
480	4,7	8	1,6	8	8,9	7
481	4,0	8	5,8	7	9,2	7
482	8,2	7	7,1	7	7,5	7
483	8,8	7	8,0	7	10,5	6
484	7,2	7	4,1	8	1,5	8
485	10,1	6	10,9	6	14,1	6
486	35,6	3	10,2	6	11,2	6
487	11,2	6	18,7	5	18,7	5
488	6,8	7	3,7	8	3,5	8
Короткостеблові форми						
Алгід (<i>St</i>)	9,1	7	8,7	7	1,5	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
474	4,1	8	2,3	8	3,8	8
490	8,7	7	9,2	7	2,5	8

У сорту Алгід спостерігали ураження рослин на рівні до 10 %, що вказує на стійкість (7 балів) проти збудника хвороби. Високу резистентність проти бурої листкової іржі демонстрували середньостебловий зразок 491, низькостеблові зразки 480 та 481 і короткостеблові — 473 та 474. Ураження рослин їх популяцій фіксували на рівні до 5 % (8 балів). Решта створених зразків характеризувались стійкістю (6–7 балів) проти бурої листкової іржі.

Ураження рослин сорту Наварра збудником септоріозу фіксували на рівні 5 % (табл. 36). Цей сорт відноситься до високостійких. У сорту Алгід було відмічено ураження популяцій на рівні 8,2–8,7 %

рослин (7 балів). Високою резистентністю проти септоріозу характеризувалися зразки 491, 480, 481, 473 та 474 (8 балів). Інтенсивність ураження рослин їх популяцій становила менше 10 %. У інших створених матеріалів відмічено стійкість на рівні 6–7 балів або слабку сприйнятливність (5 балів) до септоріозу листя. Найвищу інтенсивність ураження рослин тритикале септоріозом фіксували у 2015 р., проте частка ураження не перевищувала 20 % (додаток 16).

Борошниста роса (збудник — *Erisiphe graminis*) — уражує листки, листові піхви, стебла, а в роки епіфітотій – колоскові луски та остюки. Симптомами ураження цією хворобою є формування світлого павутинистого нальоту та подушечок борошнистого нальоту згодом жовтуватого-сірого кольору. Уражені листки деформуються, засихають і опадають, що викликає дефіцит листкової маси. У результаті цього знижується продуктивність рослин. Високий відсоток ураження рослин борошнистою россою може призвести до значного недобору врожаю (Трибель, 2010; Кривченко, 1984).

Перші ознаки цієї хвороби на рослинах створених зразків відмічали восени у фазу кущення, а найбільше її поширення спостерігали у фазу колосіння та цвітіння. Обліки ураження рослин хворобою проводили у фазу колосіння.

Ураження контрольного варіанту борошнистою россою фіксували на рівні 0,5–4,0 % у сорту Наварра та 0,6–4,1 % у сорту Алкід (додаток 17), що вказує на їх високу резистентність проти цієї хвороби (табл. 36). Дванадцять виділених сортозразків характеризувалися високою стійкістю (8 балів) проти борошнистої роси, дев'ять — були стійкими (6–7 балів) та два — слабосприйнятливими (5 балів).

Отже, встановлено, що створені зразки тритикале 491, 480, 481, 473 та 474 мають комплексну високу резистентність проти основних грибкових хвороб. Їх доцільно використовувати в селекції на імунітет донорами стійкості проти бурої листкової іржі, септоріозу та борошнистої роси.

Гіллястоколосковість рослин тритикале

Вченими доведено, що за віддаленої гібридизації зернових культур (пшениця, жито, тритикале) в окремих випадках формуються багатоколоскові форми (Худенко, 2010; Алиева, 2009; Суворова, 2002). Утворення гіллястоколоскових генотипів пшениці м'якої спостерігається за впливу мутагенів на зернівку (Алиева, 2015). Нині встановлено, що гіллястість колоса культурних злаків може бути спадковою ознакою і не спадковою обумовленою впливом чинників навколишнього середовища.

Зерно гіллястоколоскових форм пшениці дрібне, що негативно позначається на масі 1000 зерен. За високої пенетрантності гіллястоколоскових генотипів у популяціях пшениці між кількістю зерен у колосі та масою 1000 насінин виявлено негативний кореляційний зв'язок (Алиева та Аминов, 2013; Мас Кеу, 1966). Тому ці форми без подальшого селекційного вдосконалення не можуть використовуватися у виробництві. Проте негативну кореляцію між цими показниками виявлено лише у пшениці м'якої. Для інших видів пшениць, зокрема спельти, і таких зернових колосових культур, як жито посівне та тритикале, негативного кореляційного зв'язку між ознаками «гіллястий колос» і «маса 1000 зерен», «маса зерна з колоса» не встановлено.

У жита посівного ознака «гіллястий колос» може бути спадковою і неспадковою. Встановлено, що формування гіллястоколоскових форм жита залежить від генотипу, факторів навколишнього середовища і умов вирощування. Відмічено низку спроб використання цієї ознаки для селекційного поліпшення продуктивності культури (Нечас, 1961).

У тритикале також спостерігається утворення форм із гіллястим колосом. У багатоколоскових форм відмічено підвищення рівня озерненості колоса на 27–34 % за збереження показників його

продуктивності, зокрема, маси 1000 зерен, лінійних розмірів зерна, тощо (Алиева та ін., 2015; Ji та ін., 2008).

Використання ознаки «гіллястий колос» дозволяє відбирати потенційно високопродуктивні генотипи зернових культур, що в майбутньому формуватимуть високий врожай завдяки істотному збільшенню кількості зерен у колосі. Серед нащадків відбирають форми, у яких не проявляється негативний кореляційний зв'язок між масою зерна з колоса та кількістю зерен у ньому, що дає змогу відбирати високопродуктивні форми.

Поміж зразків тритикале відібраних з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L. відбирали високопродуктивні форми, що характеризувалися фенотиповим проявом ознаки «гіллястий колос». Нащадки цих зразків аналізували за врожайністю та показниками структури врожаю. Відбирали високопродуктивні форми у яких не проявилась негативна кореляційна залежність між ознаками «гіллястий колос» та «маса 1000 зерен» і «маса зерна з колоса». Шляхом випробування впродовж кількох поколінь поспіль проводили аналіз продуктивності відібраних форм (згідно Методики Державної науково-технічної експертизи сортів рослин, 2015).

За результатами апробації виділено високопродуктивні гіллястоколосі зразки тритикале озимого 490/13, 491/13 та 495/13. Зразок 491/13 передано на Державну науково-технічну експертизу у 2015 р.

Характеристика колекції зразків тритикале виділених з гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack* × *Triticum spelta* L.

За гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта із

отриманого різноманіття селекційного матеріалу сформовано колекцію зразків тритикале. Вони є джерелом цінної генетичної плазми для поліпшення існуючих та створення нових сортів культури.

Нині робоча колекція нараховує понад 500 номерів. До її складу ввійшли селекційні матеріали, що характеризуються проявом морфологічних ознак спельти. Це форми з типовим для спельти довгим нещільним колосом, скверхедні, безості форми, селекційні номери із грубою колосковою лускою тощо. Виділено зразки, що виходять за межі спектру мінливості батьківських форм та мають нетипові ознаки щодо вихідних форм, зокрема, карликовість, ранньостиглість тощо.

Основною метою гібридизації тривидових тритикале із пшеницею спельта є створення нових форм тритикале з підвищеним вмістом білка та клейковини високої якості. Ученими доведено, що у зерні тритикале міститься 18–22 % клейковини (Господаренко та Любич, 2010). Її вміст у створених нами форм варіював від 16,4 % до 25,2 %. Найвищу кількість клейковини фіксували у колекційного зразка 455 (25,2 %). Карликові форми характеризувались вмістом клейковини на рівні 22,8–24,8 %. Підвищення вмісту клейковини у створених зразків вказує на можливість покращення якості зерна культури при схрещуванні за рахунок використання в селекційному процесі пшениці спельта. Вони є цінним вихідним матеріалом для селекційного покращення хлібопекарських властивостей тритикале.

Колекція включає досить різноманітні форми за висотою рослин, що розподілено згідно класифікації Г. В. Щипака (2010) на середньостеблові (100–130 см), низькостеблові (80–100 см), короткостеблові (60–80 см) та карликові (< 60 см).

Нині у виробництві вирощують переважно середньостеблові форми тритикале, оскільки вони забезпечують високі і стабільні врожаї не зважаючи на культуру-попередника (Лещенко та ін., 2007; Kurkiev, 2006; Kronberga, 2001).

За схрещування тритикале та спельти в основному отримано середньостеблові матеріали (додаток 8). Найпродуктивнішим у цій групі рослин був зразок 465 з урожайністю 6,29 т/га. Висота його стеблестою становила 94 см. У колосі формувалося 48 зернин і не спостерігалось череззерниці. Маса зерна з колоса складала 2,8 г. Зразок характеризувався довжиною колоса 11,2 см, кількістю колосків — 24,8 шт., масою 1000 зерен — 49,4 г.

Зразок 467 відносився до групи середньостеблових форм (висота рослин — 106 см.). Середня врожайність зразка — 6,23 т/га, що істотно перевищувало сорт-стандарт. Рослини мали довжину колоса 10,9 см з кількістю колосків та зерен, відповідно, 25,9 та 43 штук. Маса зерна з колоса становила 2,8 г. Зразок формував добре виповнене зерно, череззерниці не спостерігалось. Маса 1000 зерен — 49,3 г.

Потенційно найпродуктивнішими вважаються сорти тритикале з низькою і короткою соломиною. Нині ведеться селекція на зниження висоти рослин культури за поєднання генів карликовості пшениці та жита (Дем'яненко та ін., 2012; Гірко, 2010; Крайнов, 2003).

У результаті проведених досліджень створено короткостеблові зразки, що поєднують у собі підвищену стійкість проти вилягання та високу врожайність. Серед низькостеблових форм виділився зразок 480 (додаток 9) з врожайністю 7,48 т/га та висотою рослин 82 см. Він мав найвищі показники продуктивності колоса. Маса зерна з колоса та його довжина становили, відповідно, 3,5 г та 11,4 см, кількість зерен 52 штук. Маса 1000 насінин — 48,4 г.

У групі короткостеблових форм (додаток 10) одним із найпродуктивніших був зразок 490. Він показав урожайність зерна 7,46 т/га. Висота стеблестою була на рівні 75 см. Кількість зерен у колосі становила 42 штуки, а їх маса сягала 2,1 г. Довжина колоса — 9,3 см, а кількість колосків на ньому — 25,4. Цінні низько- та короткостеблові зразки долучено до селекційної програми вдосконалення тритикале та розширення його сортового різноманіття.

Карликові сорти тритикале у виробництві не вирощуються, що пов'язано з негативною кореляційною залежністю між продуктивністю та висотою рослин (Щипак, 2010). Проте ця залежність спостерігається за несприятливих умов вирощування, зокрема, дефіциту вологи (Писаренко та ін., 2013; Ковтуненко, 2009). Тому, нині ведеться інтенсивна селекційна робота спрямована на створення високопродуктивних карликових сортів тритикале.

Серед створених карликових форм виділено зразки, що за врожайністю зерна не поступалися стандарту. Зокрема, карликовий зразок 474 з висотою рослин 58 см сформував урожайність 7,43 т/га, що істотно перевищувало контрольний варіант. Кількість зерен у колосі складала 46 штук за відсутності череззерниці. Рослини формували колос довжиною 9,9 см з середньою кількістю колосків 22,2 шт. та масою зерна 2,4 г. Маса 1000 зерен — 48,3 г. Високопродуктивні карликові форми тритикале є цінним джерелом генів у селекції на зниження висоти рослин за збереження високого рівня врожайності культури.

У колекційному розсаднику зібрано створені остисті, напівостисті та безості форми (додатки 11–13). До остистих відносяться форми тритикале, що мають остюки довжиною понад 20 мм, що формуються у 90 % колосків колоса. До напівостистих — якщо остюки такої ж довжини утворюються на 30–90 % колосків. Безостими вважаються форми, що мають остюки довжиною меншою двох міліметрів (Nalera та Fohner, 1999).

У процесі досліджень виділено безостий (з остюками коротшими за 2 мм) середньостебловий (105 см) зразок 456. Його врожайність становила 5,91 т/га. Довжина колоса 10,7 см з кількістю колосків 23,7 штук, кількістю зерен — 46, та масою зерна з колоса — 2,8 г. Череззерниці у зразка 456 не фіксували. Рослини формували колос з крупним, добре виповненим зерном. Маса 1000 зерен — 56,9 г. Безості форми, зокрема, селекційний номер 456 може слугувати джерелом цінних ознак для селекційного поліпшення культури.

У рослин тритикале спостерігається значна череззерниця, що призводить до недобору врожаю (Веверице та Латамборг, 2018; Медведев та Медведева, 2008). Це пов'язано зі стерильністю 20–40 % колосків (Шульдин, 1970). Тому, створення форм тритикале з високою озерненістю колоса є першочерговим завданням селекції культури. Ця проблема вирішується за використання донорами фертильності зразків, що формують 250–300 шт. зерен на колос (Рябчун та ін., 2010). Більшість створених зразків формували від 42 до 54 шт. зерен у колосі. Проте було відмічено форми, в яких кількість зерен сягала 70 штук та зразки, що зав'язували менше 25 насінин за високої череззерниці.

Окремі генотипи тритикале формують щупле, зморшкувате, невиповнене зерно (Горяніна, 2015; Щипак, 2010). Доведено, що між величиною насіння та його виповненістю існує обернена кореляційна залежність (дрібне зерно краще виповнене) (Щипак та ін., 2014). Тому, в селекції тритикале значна увага приділяється створенню форм із крупним, виповненим зерном. Серед створених нами зразків щупле, зморшкувате зерно сформували лише форми не стійкі проти вилягання. У стійких матеріалів формувалось виповнене зерно. У процесі селекційної роботи виділено високопродуктивні генотипи, що поєднували низькостебловість рослин та виповненість зерна (зразки 480, 481 та 484).

Створені за гібридизації тривидових тритикале та спельти зразки відрізнялися між собою за ознакою «довжина колоса». Більшість зразків характеризувалася колосом завдовжки 10–12 см. Було виділено і форми з коротким ущільненим колосом довжиною 8 см (додаток 18). Окремі зразки успадкували довгоколосість спельти і формували колос довжиною 16–17 см (додаток 19). В. В. Моргун (1987) стверджує, що форми з довгим нещільним колосом мають низку переваг, зокрема, швидше висихання колосу після дощу, що знижує сприйнятливості до хвороб, формування крупного зерна з покращеними технологічними властивостями, підвищення фертильності пилку та врожайності. Виділені зразки 220/13 та

147a/13, що характеризувалися довгим колосом можуть використовуватись для селекційного поліпшення тритикале за низкою господарсько-цінних ознак.

Окремі колекційні зразки характеризувалися наявністю гіллястого колосу (додаток 14). Кількість зерен у колосі цих форм становила 90–100 штук. За літературними даними озерненість гіллястоколоскових форм може сягати 150 зерен (Алиева, 2015) Ці зразки мають практичну цінність для селекційного поліпшення озерненості колоса тритикале.

Найвищу врожайність та показники продуктивності колоса фіксували у зразків низькостеблової групи рослин. Із 20 номерів, що увійшли до цієї групи сім істотно перевищували стандарт за врожайністю. Найвищими показниками продуктивності та елементами структури врожаю характеризувався номер 484 (7,74 т/га). Високою врожайністю вирізнялися зразки 480 та 481 і карликовий зразок 474, який за висоти рослин 58 см сформував урожайність 7,43 т/га.

До складу колекції входять пшенично-житні хромосомно заміщені форми тритикале отримані за гібридизації тривидових тритикале та пшениці спельта. Хромосомні заміщення забезпечують поліпшення культури за низкою ознак, зокрема, покращення технологічних властивостей, формування виповненого зерна, підвищення стійкості проти проростання зерна у колосі, зниження висоти рослин, скорочення вегетаційного періоду тощо (Щипак, 2010; Куркиєв, 2009; Суворова, 2009).

Високою продуктивністю серед форм з хромосомним заміщенням форм вирізнявся середньостебловий зразок 116. Характерною його особливістю була безостість та крупне, виповнене зерно. Колос формувався довжиною 9,7 см, з кількістю колосків 23,4 штук. Маса зерна з колоса становила 2,3 г, маса 1000 зерен — 56 г. Зразок характеризувався підвищеним вмістом клейковини в зерні — 24,8 %. Урожайність зерна становила 6,39 т/га. Форми

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

тридикале з пшенично-житніми хромосомними заміщеннями доцільно використовувати для цілеспрямованої селекції на поліпшення хлібопекарських властивостей.

У результаті гібридизації тривидових тридикале і пшениці спельта та багаторазових індивідуальних доборів створено сорти Наварра та Стратег, які передано на Державну науково-технічну експертизу у 2015 р. Створені сорти за період апробації у різних ґрунтово-кліматичних зонах України мали наступні характеристики:

- Сорт Наварра отримано за складних схрещувань тривидових тридикале та спельти і наступної гібридизації отриманих форм з сортом тридикале ярого Хлібодар Харківський. Сорт середньостебловий, висота рослин становить 104 см. Вегетаційний період 276–281 діб. Рослини формують остистий колос завдовжки 11,4 см з середньою кількістю зерен 42 штук. Маса 1000 насінин — 52,4 г. Стійкість проти осипання — 7,5–8,5 балів, вилягання — 6,5–7,5 балів, посухостійкість — 8,5–8,8 балів. Сорт характеризується високою резистентністю (8 балів) проти борошнистої роси, корневих гнилей та фузаріозу колоса. Вміст білка в зерні — 13,0 %, клейковини — 28 %. Середня врожайність у зоні Полісся 5,46 т/га, Лісостепу — 5,26 т/га.

- Сорт Стратег відібрано з популяції рослин отриманих за гібридизації тривидових форм тридикале власної селекції та пшениці спельта. Має часткове *IRS.1AL* пшенично-житнє хромосомне заміщення. Характерною особливістю сорту є безостість колосу та крупне, виповнене зерно. Вегетаційний період 275–280 діб. Сорт середньостебловий (висота рослин 109 см). Колос довжиною 9,7 см, з середньою кількістю колосків 23 штуки. Маса 1000 зерен — 56 г. Стійкість проти осипання — 8,0–8,8 балів, вилягання — 7,0–8,0 балів, посухостійкість — 8,5 балів. Сорт характеризується високою резистентністю (9 балів) до борошнистої роси, корневих гнилей та фузаріозу колоса. Вміст білка в зерні — 14,3 %, клейковини — 32 %. Середня врожайність у зоні Полісся 5,03 т/га, Лісостепу — 5,13 т/га.

УЗАГАЛЬНЕННЯ

У монографії наведено теоретичне узагальнення і вирішення наукової проблеми з підвищення ефективності селекційного покращення тритикале озимого за низкою господарсько-цінних ознак за використання пшениці спельта (*Triticum spelta* L.).

1. Розроблено загальну технологічну схему селекційного вдосконалення тритикале за використання пшениці спельта. Створено гібридні популяції *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. шляхом схрещування тривидових тритикале із пшеницею спельта та проведено стабілізацію нащадків.

2. Доведено виникнення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале за гібридизації тривидових тритикале із пшеницею спельта. Розроблено загальну технологію створення, виділення та покращення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале.

3. Встановлено, що стерильність гібридів першого покоління за схрещування тритикале з відомою геномною формулою (AABVRR), 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 наявності фенотипового прояву ознак спельти та відсутності 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 доцільність 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 за використання ознаки «безостість», на основі чого розроблено способи відбору та конверсії пшенично-житніх хромосомних заміщень у форми тритикале.

6. Доведено можливість отримання безостих форм тритикале за гібридизації тритикале із безостими формами пшениці спельта, в результаті чого розроблено «Спосіб створення безостих форм тритикале».

7. Проаналізовано гібридні популяції *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. за комплексом господарсько-цінних ознак. Відібрано зразки 455, 471 з вмістом клейковини в зерні, відповідно, 25,3 % і 24,0 %, та зразок 484 з врожайністю 7,74 т/га, що в середньому за роками досліджень істотно перевищували стандарт.

8. Досліджено стійкість гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack × *Triticum spelta* L. проти основних грибкових хвороб. Виділено зразки 491, 480, 481, 473 та 474, які мають комплексну резистентність до бурої листової іржі, септоріозу та борошнистої роси.

9. Обґрунтовано можливість відбору високопродуктивних форм тритикале за ознакою «гіллястий колос», що дало змогу розробити «Спосіб відбору високопродуктивних форм зернових культур».

10. Сформовано колекцію зразків тритикале, що включає понад 500 зразків та виділено форми-донори господарсько-цінних ознак для селекційного покращення тритикале різних напрямків використання. Створено сорти Наварра і Стратег, які передано на Державну науково-технічну експертизу (заявки № 15022003 та № 15022004).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аллабердин И. Озимая тритикале в рационе телят. *Животноводство России*. 2009. № 12. С. 61.
2. Алли Г. Л. Тритикале как кормовая культура. *Тритикале: Первая зерновая культура, созданная человеком*. М.: Колос, 1978. С. 266–273.
3. Алиева А. Дж., Аминов Н. Х. Влияние генома D пшеницы на проявление признака нового типа ветвистоколосости в гибридных популяциях линии 171ACS. *Генетика*. 2013. № 49 (11). С. 1284–1291.
4. Алиева А. Дж. Источник нового типа ветвистоколосости у твердых пшениц. *Доклады РАСХН*. 2009. № 3. С. 10–11.
5. Алиева А. Дж., Мехтиева С. П., Керимова Р. К. Создание короткостебельных линий с вавилоидным типом колоса и их цитогенетическая характеристика. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2015. № 19 (1). С. 91–96.
6. Анискин В. И., Еркинбаева Р. К., Налеев А. О. Технологические особенности зерна тритикале и пути повышения эффективности его использования. *ВНИИТЭИ*. 1992. № 2. С. 43–46.
7. Ауэрман Л. Я., Яковлева Л. В., Баринова И. А. Исследование хлебопекарных свойств муки из зерна тритикале. *Хлебопекарская и кондитерская промышленность*. 1978. № 5. С. 18–19.
8. Баженов М. С., Дывашук М. Г., Пыльнев В. В., Карлов Г. И., Рубец В. С. Изучение образцов озимой тритикале на наличие хромосомных замещений и их связь с устойчивостью к проростанию на корню. *Известия ТСХА*. № 2. 2011. С. 45–54.
9. Білітюк А. П. Вирощування інтенсивних агроценозів тритикале в західних областях України: монографія. К.: Колобіг, 2006. 208 с.
10. Білітюк А. П. Цінний корм для тваринництва. *Корми і кормовиробництво*. 2005. № 55. С. 114–120.

11. Білітюк А. П., Гірко В. С., Каленська С. М. Тритикале в Україні: монографія. К.: Наукова думка, 2004. 376 с.
12. Бебякина И. В. Получение чужеродно–замещенных линий мягкой пшеницы сорта Аврора и их характеристика как исходного материала: автореф. дисс. канд. биол. наук. Краснодар, 2002. 24 с.
13. Белько Н. Б., Гордей И. А., Хохлова С. А., Щетько И. С., Быченко А. П. Создание секалотритикум – экспериментальный ароморфоз и эффективный путь расширения генофонда пшеницы с рожью. Труды Международной научно-практической конференции «Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия». Жодино, 2004. Т. 2. С. 28–35.
14. Бирюков К. Н., Крохмаль А. В., Глуховец Т. В. Роль тритикале в стабилизации производства кормов на Дону. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2013. № 4. С. 68–71.
15. Болотов Д. Н. Совершенствование технологии солодов из тритикале и применение их в пищевой промышленности: автореф. дис. канд. тех. наук. Воронеж, 2004. 22 с.
16. Болотов Н. А., Болотов Д. Н. Способ производства темного ферментированного солода из тритикале. Материалы XXXIX отчетной научной конференции за 2000 год. Воронеж, 2001. С. 98.
17. Бормотов В. Е., Дубовец Н. И., Дымкова Г. В., Соловей Л. А., Штык Т. И. Реконструкция полигенома гексаплоидных тригикале путем создания замещений хромосом А- и В- геномов хромосомами D-генома. *Генетические основы селекции сельскохозяйственных растений*. 1995. № 3. С. 55–68.
18. Боровик Е. С. Эффективность использования тритикале в кормлении цыплят–бройлеров: автореф. дисс. канд. с.-г. наук. Курск, 2013. 24 с.
19. Бороданенко А. И., Андрияш Н. В., Охотникова Т. В. Результаты изучения коллекции тритикале на Кубани. *Сборник научных*

- трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1987. Т. III. С. 61–66.
20. Боровик Е. С. Эффективность использования тритикале в кормлении цыплят-бройлеров: автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Курск, 2013. 24 с.
 21. Боршно із зерна тритикале. Технічні умови: ДСТУ 4690:2008. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 15 с.
 22. Братишко Н. І., Притуленко О. В. Тритикале в годівництві. *Наше Птахівництво*. 2012. № 1. С. 28–29.
 23. Братишко Н. І., Рябчун В. К., Гриценко Р. Б., Гавілей О. В. Кормова цінність тритикале різних сортів залежно від року вегетації. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2009. № 6. С. 29–35.
 24. Братишко Н. І., Притуленко О. В., Полякова Л. Л., Гриценко Р. Б. Тритикале в кормленні цыплят. *Міжвідомчий науковий тематичний збірник «Птахівництво»*. 2010. № 62. С. 1–6.
 25. Братишко Н. І., Притуленко О. В. Тритикале в годівництві. *Наше Птахівництво*. 2012. № 1. С. 28–29.
 26. Вавилов Н. И. Научные основы селекции пшеницы: монография. М.: Агропромиздат, 1935. 244 с.
 27. Веверице Е. Е., Латамборг С. П. Результаты селекции тритикале в Молдове. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю сортовипробування в Україні «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку». Київ, 2018. С. 19–21.
 28. Виллегас Е., Бауер Р. Содержание белка и лизина у тритикале улучшенных форм тритикале. *Тритикале: Первая зерновая культура, созданная человеком*. М.: Колос, 1978. С. 162–168.
 29. Влох В. Г., Дубковецький С. В., Кияк Г. С., Онищук Д. М. Рослинництво: навчальний посібник. К.: Вища школа, 2005. 356 с.
 30. Гірко В. С. Селекція тритикале. *Спеціальна селекція і насінництво польових культур*. Харків: ІР імені В. Я. Юр'єва

НААН України, 2010. 462 с.

31. Гіска В. С. Озимі проміжні посіви. *The Ukrainian farmer*. 2011. № 8. С. 20–22.
32. Гешеле Э. Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. Одесса: Изд. ВСГИ, 1970. 180 с.
33. Глазер В. М. Конверсия гена. *Соросовский образовательный журнал*. 2010. Т. 6. № 1. С. 23–31.
34. Голуб С. М., Білітюк А. П. Основні біологічні особливості тритикале. *Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки*. 2007. № 5. С. 157–161.
35. Горбань Г. С. Биологический метод получения гексаплоидных тритикале и их цитогенетика. Сравнительное изучение мейоза у 42-хромосомных растений F₂ тритикале. *Генетика*. 1982. Т. 18. № 7. С. 1115–1120.
36. Горбань Г. С., Костромітін В. М. Озиме тритикале. *Озимі зернові культури*. К.: Урожай, 1993. С. 254–286.
37. Гордей И. А. Тритикале: Генетические основы создания: монография. Минск: Навука і тэхніка, 1992. 287 с.
38. Гордей И. А., Люсиков О. М., Белько Н. Б. и др. Тритикале. Генетические основы селекции. *Частная генетика растений*. 2010. Т 2. С. 52–90.
39. Горковенко Л., Чиков А., Сахарова А. Тритикале в комбикормах для свиней. *Животноводство России*. 2010. № 12. С. 41–42.
40. Горянина Т. А. Результаты селекции по тритикале. *Молодой ученый*. 2015. №22. С. 14–18.
41. Господаренко Г. М., Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна тритикале ярого за різних норм і строків внесення азотних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 1. С. 6–9.
42. Грабовец А. И., Крохмаль А. В., Чекунова Н. А. Особенности селекции гексаплоидных тритикале в условиях Среднего Дона и некоторые итоги. *Генетика и селекция растений на Дону*. 2003. № 3. С. 107–126.

43. Грабовец А. И., Фоменко М. А. Создание и внедрение сортов пшеницы и тритикале с широкой экологической адаптацией. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013. № 2 (6). С. 41–47.
44. Гребенюк І. В. Методи збагачення генофонду тритикале. *Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка*. 2010. Т. 2. № 15 (202). С. 100–117.
45. Гриб С. И., Буштевич В. Н. Генофонд, методы и результаты селекции тритикале в Беларуси. *Генетичні ресурси рослин*. 2005. № 8. С. 197.–143.
46. Гриб С. И., Буштевич В. Н., Новикова Л. В. Проблемы производства продукции растениеводства и пути их решения. Материалы международной научно-практической юбилейной конференции, посвященной 160-летию Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Горки, 2000. С. 156–159.
47. Гриб С. И., Пономарев С. Н. Оценка белорусских сортов озимой тритикале по адаптивности и продуктивности. Материалы Международной научно-практической конференции «*Научные приоритеты инновационного развития отрасли растениеводства: результаты и перспективы*». Жодино, 2011. С. 171–175.
48. Гриб С. И. Результаты и актуальные направления селекции тритикале в Беларуси. *Известия национальной академии аграрных наук Беларуси*. 2003. № 1. С. 29–33.
49. Гриценко С. А. Разработка технологии хлеба функционального назначения на основе муки тритикале: автореф. дисс. канд. тех. наук. Краснодар, 2003. 21 с.
50. Гужов Ю. Л., Велланки Р. К., Максимов Н. Г. Перспективы селекции тритикале на гетерозис. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1982. № 9. С. 6–8.
51. Гужов Ю. Л. Тритикале — первая созданная человеком зерновая культура и ее потенциальные возможности: Селекционно-генетические аспекты у тритикале. Тезисы докладов 1 международного симпозиума «*Новые и нетрадиционные*

- растения и перспективы их практического использования*». Пушино, 1995. С. 258–260.
52. Гунькина Н. И., Фараджева Е. Д. Оптимизация переработки тритикале. *Производство спирта и ликероналивочных изделий*. 2002. № 2. С. 16–17.
53. Даниликин Н. М. Генетический анализ признаков продуктивности и устойчивости к проростанию на корню у яровой тритикале: автореф. дисс. канд. биол. наук. Москва, 2009. 18 с.
54. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2018 році. К.:ТОВ «Алефа», 2018. 483 с
55. Дем'яненко Л. М., Лисікова В. Н., Києнко З. П. Стан розвитку вітчизняної селекції тритикале. *Пропозиція*. 2012. № 8. С. 35–37.
56. Дженкинс Б. И. Гексаплоидное тритикале: прошлое, настоящее и будущее. *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. дисс. канд. биол. наук. Москва, 2007. 21 с.
58. Диордиева И. П., Парий Ф. Н. Создание четырехвидовых форм тритикале. *Земледелие и защита растений*. 2015. № 5 (102). С. 35–42.
59. Дымкова Г. В., Дубовец Н. И., Соловей Л. А., Штык Т. И. Сравнительное изучение замещенных форм гексаплоидных тритикале методами электрофореза белков и дифференциального окрашивания хромосом. *Вестник АН РБ*. 1995. N 4. С. 57–62.
60. Дымкова Г. В. Реконструкция кариотипа гексаплоидных тритикале путем межгеномных замещений хромосом: автореф. дисс. канд. биол. наук. Минск, 1996. 22 с.
61. Диордієва І. П., Парій Ф. М. Використання морфологічних ознак жита для виділення пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 25–32.
62. Диордієва І. П., Парій Ф. М. Чотиривидові тритикале. *Генетичні*
-

- ресурси рослин*. 2015. № 15. С. 41–53.
63. Дробот В. І., Федорова Т. О. Хімічний склад і хлібопекарські властивості обойного борошна із зерна тритикале. *Хранение и переработка зерна*. 2001. № 20. С. 42–43.
64. Дубовец Н. И. Тетраплоидные тритикале как модель для формирования гибридных геномов злаков. *Proceedings of 11th EWAS Conference*. Новосибирск, 2000. С. 45.
65. Дубовец Н. И. Тетраплоидные тритикале получение и цитологический анализ: автореф. дисс. канд. биол. наук. Минск, 1988. 19 с.
66. Дубовец Н. И. Хромосомные технологии в селекции тритикале на повышение качества зерна. Материалы Юбилейной международной научно-практической конференции «*Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси*». Жодино–Минск, 2007. С. 67–69.
67. Егоркина Г. И. Цитогенетическое изучение вторичных гексаплоидных тритикале: автореф. дисс. канд. биол. наук. Барнаул, 1983. 22 с.
68. Еркинбаева Р. К. Исследование хлебопекарных свойств муки из зерна тритикале: автореф. дисс. канд. тех. наук. Москва, 1980. 24 с.
69. Еркинбаева Р. К. Технологии хлебобулочных изделий из тритикалевой муки. *Хлебопечение России*. 2004. № 4. С. 14–15.
70. Єгоров Д. К. Гетерозисна селекція жита озимого в Україні – резерв збільшення врожаїв. *Посібник українського хлібороба*. 2010. № 4. С. 242.
71. Жегалов С. И. Скрещивание твердой пшеницы с рожью. *Научно-агрономический журнал*. 1925. № 5. С. 316–318.
72. Зорунько В. І., Крайнов О. О., Агеєва О. В. Анатомічна будова стебла сортів озимого тритикале різних років селекції та різного використання. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 76. С. 46–51.
73. Исмоилов М. И. Эколого-генетические аспекты селекции зерновых колосовых культур в Республике Таджикистан: автореф. дисс. д.б.н.. Москва, 2005. 23 с.
-

74. Иванистов А. Н., Таранова И. Н. Оценка основных элементов продуктивности тритикале и секалотритикум. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання». Суми, 2013. С. 42–44.
75. Їжик М. К. Сільськогосподарське насіннізнавство (ч. 1. Формування, будова та властивості насіння): підручник. Харків: Майдан, 2000. 103 с.
76. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян: монография. К.: Урожай, 1976. 200 с.
77. Кавунець В. П., Маласай В. М., Стрихар А. Є. Сила росту насіння. *Насінництво*. 2005. № 2. С. 5–6.
78. Казаков Е. Д. Хлеб из целого зерна. *Хлебопродукты*. 1998. № 9. С. 20–22.
79. Каленська С. М., Новицька Н. В., Гончар Л. М., Антал Т. В. Теоретичні та практичні засади виробництва, прогнозування та визначення якості насіння відповідно до міжнародних стандартів. Насінництво: теорія і практика прогнозування продуктивності сортів і гібридів за якістю насіння та садивного матеріалу. *Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний університет»*. 2009. Вип. 127. С. 228–233.
80. Каленська С. М., Новицька Н. В., Стихар А. Є., Малеончук О. В. Управління процесами формування високоякісного насіння сільськогосподарських культур. *Науковий вісник НАУ*. 2008. Вип. 123. С. 13–21.
81. Каленська С. М., Янішевський Т. І. Тритикале — нові сорти, нові перспективи. *Агроінком*. 1998. № 3–4. С. 21.
82. Каталог Мировой коллекции ВИР. Ленинград, 1985. С. 4–35.
83. Карпачев В. В., Шевченко В. Е. Биология цветения и инцухт-толерантность тритикале. *Научные основы селекции с.-х. культур в ЦЧЗ*. 1985. № 1. С. 38–51.
84. Карчевська О. Е., Дремучева Г. Ф., Грабовец А. И., Ковтуненко В. Я. Хлеб из тритикале. *Индустрия хлебопечения*. 2011. № 4.

С. 56–57.

85. Ключева Л. В., Грабовец А. И. Селекция яровой тритикале на Дону. Тритикале России: материалы заседания секции тритикале РАСХН. Ростов-на-Дону, 2008. С. 36–41.
86. Крайнов О. О. Аналіз генетичного різноманіття та спадковості господарських ознак сортів різних типів озимого тритикале: автореф. дис. канд. біол. наук. Одеса, 2003. 19 с.
87. Ковтуненко В. Я. Селекция озимой и яровой тритикале различного использования для условий Северного Кавказа: автореф. дис. д. с.-г. наук. Краснодар, 2009. 37 с.
88. Ковтуненко В. Я., Панченко В. В., Калмиш А. П. Селекция тритикале с пшеничным типом зерна. *Зерновое хозяйство России*. 2016. № 1. С. 42–47.
89. Козьмина Н. П., Воронова Е. А., Хачатурян Е. Е. Новая зерновая культура тритикале и её технологические свойства. *Пищепром*. 1976. № 2. С. 153–168.
90. Козлов В. Е., Пономаренко В. И., Размахнин Е. П. Пластичность образа жизни у группе озимых образцов пшеницы и тритикале. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. Т. 22. № 3. С. 310–315.
91. Комаров Н. М. Биология цветения и реакция на инцухт кормового гексаплоидного тритикале: автореф. дисс. канд. биол. наук. Москва, 1984. 24 с.
92. Комаров Н. М., Соколенко Н. И. Некоторые аспекты организации селекции и семеноводства тритикале в связи с его генеративной системой. *Тритикале России*. 2000. № 4. С. 80–84.
93. Комарова Е. А. Особенности анатомического строения стебля и колосового стержня сортов тритикале в связи с продуктивностью колоса и устойчивостью к полеганию: дисс. канд. с.-х. наук. М., 2007. 154 с.
94. Кондратенко Р. Г., Урбанчик Е. Н., Гутько А. Л. Мука тритикалевая кондитерская. *Хранение и переработка зерна*. 2003. № 7. С. 50–51.
95. Корчагіна О. В. Дослідження хімічного складу та

- хлібопекарських властивостей борошна із зерна тритикале озимого. *Вісник Дон НУЕТ*. 2009. № 2. С. 15–20.
96. Корячкина С. Я., Кузнецова Е. А., Черепнина Л. В. Технология хлеба из целого зерна тритикале: монография. Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет УНПК», 2012. 177 с.
97. Коротков Ю. А. и др. Пат. 2062580 Способ производства хлеба. Российская Федерация, МКИ А 21 Д 13/02.
98. Кочурко В. И. Агротехнические основы формирования урожайности озимого тритикале на дерновозолистых легкосуглинистых почвах: автореф. дисс. д. с.-х. наук. Жодино, 2002. 38 с.
99. Крамарьов С. М., Сидоренко Ю. Я., Остапенко С. М. Степ: цінна біологічна здатність. *Насінництво*. 2010. № 8. С. 13–15.
100. Кривченко В. И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней: монография. М.: Агропромиздат, 1984. 303 с.
101. Крысин Л. П. Толковый словарь иноязычных слов. М.: Эксмо, 2008. 944 с.
102. Крохмаль А. В., Грабовец А. И. Наследование содержания крахмала гибридами F₁ озимой тритикале. *Известия Орунбургского государственного аграрного университета*. 2016. № 3. С. 30–32.
103. Крючкова Т. Е. Продуктивность и качественные характеристики зерна сортов озимой тритикале в зависимости от норм высева в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области: дисс. к. с.-х. наук. Волгоград, 2015. 241 с.
104. Крючкова Т. Е. Улучшение технологических показателей хлеба из муки тритикале с помощью пшеничной клейковины. *Научный журнал КубГАУ*. 2012. № 82 (08) [электронный ресурс]. ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/01.pdf.
105. Кузнецова Л. И. Обогащение хлеба витаминами путем кооплексного использования заквасок. *Хлебопечение России*. 2005. № 2. С. 14–15.
-

106. Куркиев У. К., Абдуллаева А. К. Создание тетраплоидных форм тритикале. *Селекция и семеноводство*. 1983. № 5. С. 17–19.
107. Куркиев К. У. Генетические аспекты селекции короткостебельных гексаплоидных тритикале: автореф. дисс. д. б. н. Дербент, 2009. 24 с.
108. Куркиев У. К., Куркиев К. У., Абдуллаева А. К. Создание гексаплоидных тритикале с хромосомами генома D. Материалы международной научно-практической конференции «Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов». Ростов-на-Дону, 2010. С. 34–41.
109. Куркиев К. У., Тырышкин Л. Г., Колесова М. А., Куркиев У. К. Идентификация генов короткостебельности Rht2 и Rht8 у образцов гексаплоидного тритикале с помощью ДНК маркеров. *Вестник ВОГиС*. 2008. Т. 12. № 3. С. 372–377.
110. Куркиев У. К., Филатенко А. А. Классификация рода \times Triticosecale Wittm. Тезисы Докладов II Вавиловской международной конференции «Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. Состояние, проблемы, перспективы». Санкт–Петербург, 2007. С. 28–30.
111. Ламан Н. А. Биолого-экологические особенности формирования высокопродуктивных посевов хлебных злаков: селекционные аспекты. *Вести Академии аграрных наук Беларуси*. 1999. № 3. С. 52–58.
112. Лартер Е. Н. Исторический обзор по селекции тритикале. *Тритикале первая зерновая культура созданная человеком*. М.: Колос. 1978. С. 52–68.
113. Латипов А. З., Алексеева А. И. Особенности анатомического строения стебля тритикале. Селекционно-генетические исследования интенсивных сортов зерновых и бобовых культур. *Сборник научных трудов Белорусской, с.-х. академии*. 1990. № 3. С. 61–71.
114. Лашко А. И. Нетрадиционные корма для кормления индеек. *Птичий двор*. 2005. № 9. С. 9–11.
115. Лещенко Н. И., Шакирзянова А. Х., Колесникова Н. В.

Важнейшие направления селекции озимой пшеницы и озимой тритикале. Достижения науки и техники АПК. 2007. № 2. С. 15–16.

116. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: підручник. Львів: Українські технології, 2010. 108 с.
117. Лукьянчук В. Н. Сравнительная эффективность использования озимой тритикале в рационах крупного рогатого скота и свиней: автореф. дисс. канд. с.-х. наук. П. Персиановский, 2004. 20 с.
118. Мацьковяк В. Достижения польской селекции тритикале по данным национальных и международных результатов. *Сборник научных трудов координационного совещания стран-членов СЭВ*. Радзиков, Польша, 1990. С. 3–17.
119. Медведев А. М., Комаров Н. М., Соколенко Н. И. Основные проблемы селекции тритикале и возможные пути их решения. Тритикале России. *Селекция, агротехника возделывания, переработка и использование сырья из тритикале*. 2000. № 4. С. 41–45.
120. Медведев А. М., Медведева Л. М. О недостатках и преимуществах тритикале в сравнении с другими зерновыми растениями. Материалы заседания секции «Тритикале России». Ростов-на-Дону, 2008. Т. 67. С. 140–146.
121. Мейстер Г. К. Формообразовательный процесс ржано-пшеничных гибридов. *Ржано-пшеничные гибриды в процессе их изучения и использования для селекции*. М.: Сельхозгиз, 1936. С. 15–141.
122. Мейстер Г. К. Ржано-пшеничные гибриды. *Ржано-пшеничные гибриды в процессе их изучения и использования для селекции*. М.: Сельхозгиз, 1936. С. 5–25.
123. Мельник В. С., Рябчун В. К. Особливості біології цвітіння тритикале ярого в умовах східного Лісостепу України. Селекція і насінництво. 2009. Вип. 97. С. 85–93.
124. Мельник В. С., Рябчун В. К. Явище ефекту гетерозису.

- Використання в селекції ярого тритикале. *Насінництво*. 2010. № 8. С. 17–19.
125. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Вінниця: ТОВ «НіланЛТД», 2015. 160 с.
126. Михайлова Л. А., Мережко А. Ф., Фунтикова Е. Ю. Генетический контроль устойчивости тритикале к бурой ржавчине. *Доклады РАСХН*. 2010. № 2. С. 3–6.
127. Михайлова Л. А., Мережко А. Ф., Фунтикова Е. Ю. Разнообразие тритикале по устойчивости к бурой ржавчине. *Доклады РАСХН*. 2009. № 5. С. 27–29.
128. Моргун В. В., Литвиненко В, Ф. Мутационная селекция пшеницы: учебное пособие. М.: Колос. 1987. 456 с.
129. Москалець Т. З., Москалець В. В., Ключевич М. М. Синекологічні аспекти формування високопродуктивних фітоценозів зернових і зернобобових культур: монографія. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 514 с.
130. Москалець В. В., Москалець Т. З., Москалець В. І. Деякі історичні аспекти виведення та етапи селекційної роботи з тритикале. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2012. № 4. С. 136–153.
131. Нінієва А. К. Генетичне різноманіття спельти озимої за господарсько – цінними ознаками в умовах східної частини Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2012. № 102. С. 156–167.
132. Нінієва А. К. Презимівля колекційних зразків та гібридів озимої спельти. Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців «*Біологія: від молекули до біосфери*». Харків, 2010. С. 201–202.
133. Нінієва А. К. Селекційна цінність спельти в умовах східної частини Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2013. Вип 82. С. 159–166.
134. Нечас Й. Наследственность ветвистости колоса ржи

- сопровождается умножением цветков и частей цветков. *Biologia Plantarum*. 1961. № 3. С. 65–74.
135. Олійничук С., Шматкова Г., Маринченко Л. Культура невибаглива, але перспективна. *Харчова і переробна промисловість*. 2004. № 4. С. 10–12.
136. Орлова И. Н. Нестабильность числа хромосом в мейозе гексаплоидных тритикале и исследование ее причин. *Генетика*. 1970. Т. 6. № 2 С. 5–16.
137. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Порівняльна оцінка технологічних властивостей зерна пшениці озимої та ярого тритикале. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2012. № 1. С. 106–111.
138. Парій Ф. М., Парій М. Ф., Діордієва І. П., Заболотна І. Р., Рябовол Я. С., Любич В. В. Пат. №89585 Україна. Спосіб відбору R/D заміщених форм тритикале (Україна); заявл. 29.11.13.; опубл. 25.04.14; бюл. № 8.
139. Парій Ф. М., Діордієва І. П., Парій М. Ф., Заболотна І. Р., Рябовол Я. С., Любич В. В. Пат. №101706 Україна. Спосіб відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале (Україна); заявл. 29.03.15.; опубл. 25.09.15; бюл. №5.
140. Парій Ф. М., Діордієва І. П., Парій М. Ф., Заболотна І. Р., Рябовол Я. С., Любич В. В. Пат. №101705 Україна. Спосіб створення і відбору повністю та/або частково пшенично-житніх хромосомно заміщених форм тритикале (Україна); заявл. 29.03.15.; опубл. 25.09.15; бюл. № 5.
141. Парій Ф. М., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Оцінка господарсько-цінних властивостей нового сорту пшениці спельти озимої Зоря України. *Насінництво*. 2013. № 5. С. 5–6.
142. Пащенко Л. П., Стрычин В. В. Использование тритикале в хлебопечении. *Пищевая технология*. 2001 № 2. С. 20–22.
143. Пащенко Л. П., Никитин И. А., Болотов Д. Н., Любарь Л. В. Применение тритикалевой муки и солода в технологии хлеба.

- Хранение и переработка сельхоз сырья*. 2003. № 9. С. 73–75.
- 144.Перепелиця О. В., Таран Н. Ю., Макаренко В. І., Мусієнко М. М., Каленська С. М. Оцінка стійкості сортів і ліній тритикале різного екологічного походження до дії високих температур. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 3. С. 17–21.
- 145.Писарев В. Е. Изменчивость потомства амфидиплоидов «яровая пшеница × яровая рожь». *Доклады ВАСХНИЛ*. 1947. Вып.12. С. 40–48.
- 146.Писаренко П. В., Москалець В. В., Москалець В. І. Вплив біологізованої агротехнології вирощування тритикале озимого на елементи структури врожайності зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 2. С. 10–14.
- 147.Петрик А. А. и др. Пат. 2257084 Российская Федерация, А21D 8/02, 2/36. Способ приготовления хлебобулочного изделия №2003138110/13; заявл. 30.12.2003; опубл. 27.07.2005, Бюл. № 21. 5 с.
- 148.Петров Н. Ю., Крючков Е. И., Чертоусов В. А., Крючкова Т. Е. Влияние генотипических особенностей сортов на облиственность и площадь листьев растений озимой тритикале. Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы повышения продуктивности аридных территорий». Москва, 2014. С. 276–278.
- 149.Пильнев В. М., Рыжеева О. И., Кривенко А. А. Особенности цветения и опыления разных форм озимого тритикале. *Репродуктивный процесс и урожайность зерновых культур*. 1981. Вып. 20. С. 27–40.
- 150.Плакса В. М., Король П. П., Каленська С. М. Поширення тритикале в світі. *Сучасні аграрні технології*. 2013. № 1. С. 34–38.
- 151.Поздняков Е. П., Долгодворов В. Е. Формирование урожая различных сортов озимой тритикале в зависимости от нормы высева и фонов минерального питания. *Сборник научных трудов ТСХА*. 2004. Вып. 277. С. 199–202.
- 152.Программа селекционных работ Харьковского селекционного центра по зерновым культурам до 1990 года. Харьков, 1976.

С. 70–85.

153. Пугачева Т. И. Особенности системы размножения тритикале и подходы к методам её селекции. *Сельскохозяйственная биология*. 1984. № 1. С. 103–107.
154. Пшениця. Технічні умови: ДСТУ 3768:2010. К.: Держспоживстандарт України, 2010. 17 с.
155. Рабинович С. В. Методы селекции и исходный материал в создании короткостебельных сортов пшениц. М.: Колос, 1975. С. 26–53.
156. Рибалка О. І., Кисельов Ю. В. Генетичне різноманіття клейковинних білків у зразків тритикале світової колекції. *Збірник наукових праць СГІ–НЦНС*. 2009. Вип. 14 (54). С. 37–47.
157. Рибалка О. І. Тритикале и энергетика. Перспективы недооцененной культуры. *Зерно*. 2012. № 9. С. 15–16.
158. Рибалка О. І. Якість пшениці та її поліпшення: монографія. К.: Логос, 2011. 494 с.
159. Рыгин Б. В., Орлова И. Н. Пшенично-ржаные амфидиплоиды: монография. Л.: Колос, 1977. 279 с.
160. Рожков А. О., Гутянський Р. А. Формування фотосинтетичного потенціалу тритикале ярого залежно від способів сівби та підживлення. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства» НААН*. 2015. Вип. 1. С. 34–46.
161. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Бобро М. А., Пузік Л. М. Формування продуктивності тритикале ярого в лівобережному Лісостепу України: монографія. Х.: Майдан, 2015. 354 с.
162. Рожков А. О., Пузік В. К. Масові показники міжвузлів префлоральної зони рослин тритикале ярого залежно від ценотичної напруги у посівах. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 1. С. 141–147.
163. Рожков А. О., Пузік В. К. Польова схожість і виживаність рослин тритикале ярого за різних варіантів ценотичної напруги. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2013. № 3

(25). С. 123–128.

- 164.Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О., Заболотна І. Р., Діордієва І. П. Гібридна пшениця: проблеми, можливості, переваги, перспективи. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2014. Вип. 86. С. 210–215.
- 165.Рябчун Н. І., Єльніков М. І., Звягін А. Ф. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: підручник. Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН України, 2010. 462 с.
- 166.Рябчун В. К., Шатохин В. И., Панченко И. А. Хлебопекарное качество зерна новых линий яровых гексаплоидных тритикале. Тези Міжнародної конференції «*Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва*». Харків, 1999. С. 199–200.
- 167.Савельева Е. А., Лифшиц Д. Б., Ведерникова Е. И. Пат. 731816, СССР, МПК⁷ С 12 С 7/04. Способ получения пивного сусла; 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.
- 168.Сечняк Л. К., Сулима Ю. Г. Тритикале: монографія. М.: Колос, 1984. 317 с.
- 169.Силкова О. Г., Щапова А. И., Шумный В. К. Передача генетического материала ржи в геном пшеницы с помощью межгеномных хромосомных замещений. *Вестник ВОГиС*. 2008. № 4. С. 654–661.
- 170.Симмондс Д. Х. Строение развивающегося и зрелого зерна тритикале. *Тритикале — первая зерновая культура, созданная человеком*. М., «Колос», 1978. С. 120–136.
- 171.Скакунов А. В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий на основе тритикалевой муки с использованием пряно-ароматических добавок: автореф. дисс. канд. техн. наук.

Краснодар, 2006. 21 с.

172. Соловьев А. А. Взаимодействие генов при отдаленной гибридизации и трансгенозе: автореф. дисс. д.б.н. Москва, 2007. 42 с.
173. Соловьев А. А. Вишнякова Х. С. Влияние 2R/2D-замещения на проявление некоторых признаков у гибридов F₁ тритикале. *Доклады ТСХА*. 1997. Вып. 268. С. 3–8.
174. Степочкин П. И., Владимиров Н. С. Из опыта создания пшенично-ржаных гибридов для селекции тритикале в Сибири. *Сибирский вестник с.-х. науки*. 1978. № 4. С. 39–44.
175. Степочкин П. И. Изучение кариотипов некоторых форм трехвидовых тритикале с помощью метода дифференциальной окраски хромосом. *Известия СО АН СССР*. 1979. Вып. 2. С. 79–85.
176. Стёпочкин П. И. Использование сибирского генофонда и коллекций зерновых культур в селекции. *Селекция сельскохозяйственных растений: итоги, перспективы*. 2005. № 5. С. 171–179.
177. Степочкин П. И. Проблемы разновидностной классификации октоплоидных тритикале. Материалы международной научной конференции «Генетические ресурсы растений. Проблемы эволюции и систематики». СПб, 2009. С. 219–221.
178. Стёпочкин П. И. Создание и селекционное использование генофонда пшеницы и тритикале в СИБНИИРС. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012. Т. 16. № 1. С. 33–36.
179. Стёпочкин П. И. Формообразовательные процессы в популяциях тритикале. Новосибирск: ООО ИПФ «Агрос», 2008. 164 с.
180. Страхов Т. Д. Оценка сортов пшеницы по иммунитету и поражаемости бурой листовой ржавчиной. М.: Ин-т генетики АН СССР, 1951. 55 с.
181. Суворова К. Ю. Закономірності формоутворення при гібридизації гексаплоїдних форм тритикале з м'якою пшеницею: автореф. дис. канд. біол. наук. Київ, 2002. 22 с.
182. Сулима Ю. Г. Некоторые и перспективы исследований по

- генетике и селекции тритикале. *Сборник научных трудов ВСГИ*. 1976. № 3. С. 40–53.
183. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Вміст клейковини в зерні тритикале ярого залежно від рівня азотного живлення. *Наукові доповіді НУБіП*. 2013. № 2. С. 21–29.
184. Тертычная Т. Н., Черных О. С., Дерканосова Н. М. Использование тритикале в производстве диетического печенья. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2001. № 2. С. 48–54.
185. Тертычная Т. Н., Кречетова С. В., Дерканосова Н. М. Оптимизация рецептуры хлеба повышенной пищевой ценности на основе тритикале. *Хлебопечение России*. 2003. № 1. С. 16–18.
186. Тертычная Т. Н. Теоретические и практические аспекты использования тритикале в производстве хлебобулочных и кондитерских изделий повышенной пищевой ценности: автореф. дисс. д. техн. н. Москва, 2010. 25 с.
187. Тертычная Т. Н., Гончаров С. В. Технологические аспекты использования муки из зерна тритикале в хлебопечении. Сборник материалов конференции «Тритикале России». Р.-на-Дону, 2000. С. 113–118.
188. Тихенко Н. Д. Генетика пшенично-ржаных гибридов и первичных октоплоидных тритикале: автореф. дис. д.б.н. Санкт-Петербург, 2011. 45 с.
189. Тихенко Н. Д. Система полового размножения у тритикале различного геномного состава: автореф. дисс. канд. биол. наук. Ленинград, 1987. 18 с.
190. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб: підручник. К.: Колообіг, 2010. 392 с.
191. Уколов А. А., Хуцапария Т. И., Рубец В. С., Соловьев А. А. Определитель зерновых, зорнобобовых культур и кормовых трав. М.: ФГОУ РПО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2006. 192 с.
192. Уразалиев Р. А., Айнабекова Б. А., Шортанбаева С. А. Тритикале – ценная кормовая культура. Материалы международной научной

- конференции «*Биологические основы селекции и генофонда растений*». Москва, 2005. С. 260–261.
193. Фазлутдинова А. Н., Лабутина Н. В. Хлеб из целого зерна в патентоохранных документах. *Хлебопечение России*. 2002. № 6. С. 30–31.
194. Фёдоров А. К. Биологические особенности тритикале. Вестник с.-х. науки. 1985. № 10. С. 94–99.
195. Фёдоров А. К. Биология и продуктивность тритикале. Известия АИ СССР. 1988. № 1. С. 5–12.
196. Фёдоров А. К. Тритикале — ценная зернокармливая культура. *Кормопроизводство*. 1997. № 6. С. 41–42.
197. Федорова Т. О., Дробот В. І. Прискорена технологія виробництва хліба з тритикалевого борошна. *Зернові продукти і комбікорми*. 2003. № 4. С. 27–29.
198. Федорова Т. Н., Колесников О. С., Чичкин С. Н. Биологические особенности цветения окто- и гексаплоидных тритикале. *Сельскохозяйственная биология*. 1982. Т. XVII. № 3. С. 352–357.
199. Федорова Т. Н. Особенности мейоза у 6х- и 8х- тритикале и фертильность растений. *Генетика*. 1987. Т. 23. № 4. С. 707–715.
200. Федорова Т. Н. Селекционная работа с тритикале в НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны. *Тритикале: Проблемы и перспективы*. Каменная степь: НИИСХ ЦЧП. 1976. С. 42–48.
201. Хареба В. В. Наукові аспекти виробництва біоетанолу. *Вісник цукровиків України*. 2011. № 13. С. 179–184.
202. Хомякова О. В. Создание исходного материала для селекции тритикале на основе клеточных биотехнологий: автореф. дис. канд. біол. наук. Саратов, 2009. 21 с.
203. Худенко М. А. Итоги изучения ярового тритикале коллекции ВИР в условиях Красноярской Лесостепи. Материалы научных докладов XIII-й Международной научно-практической конф «Аграрная наука сельскохозяйственному производству Монголии, Сибири и Казахстана». Уланбатор, 2010. С. 331–333.

- 204.Цыганова Т. Б. Технология хлебопекарного производства: монография. М.: ПрофОбрИздат, 2001. 430 с.
- 205.Черепнина Л. В. Разработка технологии хлебобулочных изделий из целого зерна тритикале с применением ферментных препаратов на основе целюлаз: автореф. дисс. канд. техн. наук. Орел, 2010. 19 с.
- 206.Черных В. Я., Лабутина Н. В., Фазлутдинова А. Н. Пат. 2216175 Российская Федерация, МПК 7С2 А21D/3/02, 2/00. Способ производства зернового хлеба. №2000125970/13; заявл. 18.10.2000; опубл. 20.11.2003, Бюл. № 32.
- 207.Шевченко В. Е., Павлюк Н. Т., Верзилин В. В. Тритикале: монография. Воронеж: ВГАУ, 1997. 281 с.
- 208.Шишкина А. А. Выявление хромосомных перестроек и их эффектов у яровой тритикале: автореф. дисс. канд. биол. наук. Москва, 2009. 20 с.
- 209.Шкутина Ф. М. Цитогенетическое исследование пшенично-ржаных амфидиплоидов: автореф. дисс. канд. биол. наук. Новосибирск, 1969. 22 с.
- 210.Шпаар Д. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование): учебное пособие. М.: ИД ООО «ДЛВ Агродело», 2008. 656 с.
- 211.Шулындин А. Ф. Использование полиплоидов в селекции пшеницы и ржи. *Полиплоидия и селекция*. М.–Л.: «Наука», 1965. С. 188–193.
- 212.Шулындин А. Ф. Использование полиплоидии в селекции озимых зерновых культур. *Вести с.-х. науки*. 1965. № 7. С. 125.
- 213.Шулындин А. Ф. Классификация геномов и биологический синтез трехвидовых пшенично-ржаных амфидиплоидов. *Цитология и генетика*. 1970. Т.4. № 2. С. 140–146.
- 214.Шулындин А. Ф. Тритикале: О выведении зерновых и кормовых пшенично-ржаных амфидиплоидов различной геномной структуры. *Вест. с.-х. науки*. 1971. № 11. С. 60–71.
- 215.Шулындин А. Ф., Максимов В. И. Влияние инбридинга, на некоторые признаки у различных видов тритикале. *Генетика*.
-

1973, 11. С. 5–13.

216. Шульндин А. Ф., Максимов Н. Г. Скрещиваемость тритикале ($2n = 42$) с мягкой пшеницей и плодовитость гибридов первого поколения. *Селекция и семеноводство*. 1972. № 21. С. 47–56.
217. Шульндин А. Ф., Наумова Л. Н. Амфидиплоиды, полученные от скрещивания озимой твердой пшеницы с рожью. *Селекция и семеноводство*. 1965. № 1. С. 34–55.
218. Шульндин А. Ф., Наумова Л. Н., Константинова Л. К. Изучение содержания белка и качества клейковины в зерне октоплоидных и гексаплоидных пшенично-ржаных амфидиплоидов. *Генетика*. 1967. № 4. С. 99–107.
219. Щипак Г. В. Селекція і насінництво тритикале озимого. *Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навчальний посібник*. Харків: ІР імені В. Я. Юр'єва, 2010. С. 70–107.
220. Щипак Г. В. Селекція сортів озимої твердої пшениці і тритикале з підвищеними адаптивними і урожайними властивостями. *Селекція польових культур: Збірник Наукових праць*. 2008. Вип. 78. С. 42–88.
221. Щипак Г. В., Рябчун В. К., Шатохін В. І. Результати та перспективи селекції тритикале. *Селекція і насінництво*. 2000. № 84. С. 17–25.
222. Щипак Г. В., Святченко С. І., Непочатов М. І. Оцінка сортозразків тритикале озимого за екологічною пластичністю та стабільністю основних ознак продуктивності. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. № 16. С. 247–256.
223. Щипак Г. В., Суворова К. Ю., Костромітін В. М. Озиме тритикале: особливості морфобіології, якості зерна і вирощування нових сортів. *Посібник українського хлібороба*. 2008. Вип. 14. С. 236–239.
224. Щипак Г. В., Суворова Е. Ю., Панченко И. А. та ін. Селекция озимых тритикале на улучшение хлебопекарских качеств. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2009. Т. 4. С. 337–341.
-

- 225.Щипак Г. В., Цупко Ю. В., Петрова А. П., Щипак В. Г. Продуктивность, адаптивность и качество зерна современных украинских сортов озимой тритикале. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2012. Т. 16. № 2. С. 464–470.
- 226.Щипак Г. В., Цупко Ю. В., Щипак В. Г. Хлебопекарные качества сортов озимой гексалоидной тритикале. *Тритикале. Генетика, селекция, семеноводство, агротехника, технология использования зерна и кормов*. 2012. № 5. С. 125–136.
- 227.Щипак Г. В., Щипак В. Г., Матвиец В. Г., Плакса В. Н. Селекция гексаплоидных тритикале на улучшение выполненности зерна. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 16. С. 257–272.
- 228.Югенхеймер Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование: монографія. М.: Колос, 1979. 519 с.
- 229.Ammar K., Mergoum M., Rajaram S. The history and evolution of triticale. *Triticale improvement and production*. Rome: FAO, 2004. p. 1–10.
- 230.Anon E. C. Triticale: A promising addition to the world's cereal grains. Washington: National Academy Press, 1989. 105 p.
- 231.Apolinarska B. Cytogenetical analysis in F3 generation of hybrid hexaploid triticale x substitution lines. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie*. 1994. № 162. P. 3–8.
- 232.Baum B. R. The taxonomic and cytogenetic implication of the problem of naming amphiploids of Triticum and Secale. *Euphytica*. 1971. Vol. 20. № 2. P. 303–306.
- 233.Blakeslee A. F., Avery A. G. Methods of inducing doubling of chromosomes in plants. *Hered.* 1937. № 28. P. 392–411.
- 234.Charmley E. Greenhalgh J. F. Nutritive value of three cultivars of triticale for sheep, pigs, and poultry. *Anim. Feed Sci. Tech.* 1987. № 3. С. 18–19.
- 235.Costa S. T., Sagebin A. Ch., Nascimento A. A., Correa J. F. Fernando M. J. Genetic diversity of Brazilian triticales evaluated with genomic wheat microsatellites. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2005. Vol. 15. P. 352–360.
- 236.Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing

- varieties. *Crop. Sci.* 1966. Vol. 6. № 1. P. 36–40.
237. Fans J. D., Simons K. J., Zhang Z., Gill B. S. The wheat super domestication gene Q. *Frontiers of Wheat Bioscience: Memorial Issue*. 2005. № 100. C. 129–148.
238. Feldman M. F. Origin of cultivated wheat. *A history of wheat breeding*. Paris: Lavoisier Publishing, 2001. P. 1–56.
239. Gill R. S., Bains N. S., Dhindsa G. S. Characterization of D/R chromosome segregant lines from triticale x bread wheat crosses using chromosome specific SSR markers. *Wheat Information Service*. 2010. № 110. P. 19–23.
240. Guedes-Pinto H., Rangel-Figueiredo T., Carnide O. Aneuploidy in high yielding 6x-triticales. *Cereal Resource Communication*. 1984. Vol. 12. № 3/4. P. 229–235.
241. Gupta P. K., Priyadarsha P. M. Analysis of meiosis in triticale (*×Triticosecale* Wittmack) × rye (*Secale cereale* L.) F₁ hybrids at three ploidy levels. *Theoretical and Applied Genetics*. 1987. Vol. 73. P. 893–898.
242. Gustafsson J. P. Triticale in California. *California Agriculture*. 1972. V. 26. №2. P. 3–5.
243. Haesaert G., De Baets A. Triticale breeding: problems and possibilities. *Acta Hortic.* 1994. Vol. 355. P. 121–134.
244. Hesemann C. U., Pfeiffer-Schad B., Martin J. Cytogenetic investigation in wheat, rye and triticale. *Plant Breeding*. 1987. T. 98, № 4. P. 297–305.
245. Jenkins B. History of the development of some presently promising hexaploid triticales. Washington: National Academic Press., 1969. P. 18–20.
246. Ji J., Wang Zh., Sun J., Li J., Zhang X., Wang D., Zhang A. Identification of new T1BL.1RS translocation lines derived from wheat (*Triticum aestivum* L. cultivar «Xiaoyan No. 6») and rye hybridization. *Acta Physiol. Plant.* 2008. № 30. P. 689–695.
247. Jesenko F. Uber Getreidespeziesbastarde. *Z. Indukt. Abstamm Vererbungsl.* 1913. № 10. P. 311–326.
-

248. Jonala R. S., MacRitchie F., Herald T. J. Protein and quality characterization of triticale translocation lines in breadmaking. *Cereal Chemistry*. 2010. Vol. 87 (6). P. 546–552.
249. Kiss A. Origin of the preliminary released Hungarian hexaploid varieties. *Wheat information service*. 1971. № 57. P. 20–22.
250. Kiss A. Neue Richtung in der triticale – Zuchtung. *Pflanzenzuchtg.* 1966. № 55. P. 309–329.
251. Krolow K. D. Aneuploidie und Fertilitat bei amphidiploiden Weizen-Roggen-Bastarden (Triticale). Aneuploidie, Fertilitats – und Halmlagenuntersuchungen an hexaploiden Triticale-Stammen. *Z. Pflanzenzucht*. 1966. Vol. 55. No. 2. P. 105–138.
252. Kronberga A. Tritikāles selekcijas izejmateriāla raksturojums un Latvijas agroekoloāiskajiem apstākļiem piemērota šeirnes modeļa izstrāde: disertācijas kopsavilkums. Jelgava, 2001. P. 48.
253. Kronberga A. Selection criteria in triticale breeding for organic farming. *Agronomijas vēstis (Latvian Journal of Agronomy)*. 2008. № 11. P. 89–94.
254. Kuleung C., Baenziger P. S., Kachman S. D., Dweikat I. Evaluating the genetic diversity of triticale with wheat and rye SSR markers. *Crop Science*. 2006. V.46. P. 1692–1700.
255. Kurkiev K. U. Genetic control of plant height in hexaploid triticale samples. 6 th International Triticale Symposium. Stellen-bosch, South Africa, 2006. P. 44.
256. Lebedeff V. N. Neue Falle der Formierung von Amphidiploiden in Weizen–Roggen–Bastarden. *Pflanzenzuchtg.* 1934. № 4. P. 509–525.
257. Leighty C. E., Boshnakian S. Genetic behaviour of the spelt form in crosses between *Triticum spelta* and *Triticum aestivum*. *Journal of Agricultural Research*. 1921. № 7. P. 335–364.
258. Lelly T. Triticale, still a promise? *Plant breeding*. 1992. № 109. P. 1–17.
259. Lewitsky G. A., Benetzkaja G. K. Cytologische untersuchung der constant – intermediären Weizen – Roggen – Bastarden. *Congresses*

- G.net. «*Phlanz Zusatzen zur Ziste der Votrage und Thesen des UDSSR*». Berlin, 1929. P. 197–198.
- 260.Lindschay M., Oehler E. Untersuchungen am constant intermediaren additive Rimpau'schen Weizen – Roggen – Bastarden. *Zuchter*. 1935. № 7. P. 228–233.
- 261.Lozano A. J., Zamora V. M., Diaz-Solis H. M., Mergoum W. H. Pfeiffer Triticale forage production and nutritional value in the northern region of Mexico. 4th International Triticale Symp. Alberta, Canada, 1998. P. 259.
- 262.Lukaszewski A. J. Cytogenetically engineered rye chromosomes 1R to improve bread-making quality of hexaploid triticale. *Crop Science*. 2006. № 8. P. 2183–2194.
- 263.Lukaszewski A. J., Gustafson J. P. Cytogenetics of triticale. *Plant Breed*. 1987. Vol. 5. P. 41–93.
- 264.Mackowiak W., B. Lapinski On the use of bread wheat and rye variation in Malyszyn triticale breeding. *Genetics and Breeding of Triticale*. 1985. № 2. P. 353–362.
- 265.MacFadden E. S., Sears E. R. The origin of *Triticum spelta* and its free-threshing hexaploid relatives. *Heredity*. 1946. № 37. P. 81–89.
- 266.MacKey J. Neutron and X-ray experiments in wheat and revision of the speltoid problem. *Hereditas*. 1954. № 40. P. 165–180.
- 267.MacKey J. Relationship in the Triticinae. Proceedings of 3-rd International Wheat Genetics Symposium. Canberra, 1968. P. 39–50.
- 268.Mac Key J. Species relationship in *Triticum*. Proceedings of 2-nd International Wheat Genetics Symposium. Hereditas Supplied, 1966. P. 237–275.
- 269.Meister G. K. Natural hybridization of wheat and rye in Russia. *Heredity*. 1921. № 12. P.467–470.
- 270.Mergoum M., Gymez-Macpherson H. Triticale improvement and production. Rome: Food and Agricultural organization of the United States. 2004. 179 p.
- 271.Miller E. C., et al., A Study of the Morphological Nature and Physiological Functions of the Awns of Winter Wheat. *Kansas State*

- College of Agriculture & Applied Science*. 1944. № 44. P. 22–31.
272. Muntzing A. Studies on the properties and the ways of production of rye-wheat amphidiploids. *Heredity*. 1939. № 25. P. 387–430.
273. Muntzing A. *Triticale. Results and problems*. Berlin and Hamburg, 1979. 103 p.
274. Mühleisen J., Piepho H.-P., Maurer H.-P., Horst C. F., Christoph-Reif L. J. Yield stability of hybrids versus lines in wheat, barley, and triticale. *Theoretical and Applied Genetics*. 2014. Vol. 127. Issue 2. P. 309–316.
275. Myer R. O. Triticale grain in young pig diets. Proceedings of 5-th International Triticale Symposium. Radzikow, Poland, 2002. P. 272.
276. Nalepa S., Fohner G. Пат. 5969219 США МПК⁴С. Awn-inhibitor genes of triticale and their use (США); заявл. 3.12.96; опубл. 19.10.99.
277. Oetler G. The fortune of a botanical curiosity: triticale: past, present and future. *Journal of Agricultural Science*. 2005. Vol. 143. P. 329–346.
278. Oettler G., Tams S. H., Utz H. F., Bauer E., Melchinger A. E. Prospects for Hybrid Breeding in Winter Triticale. *Crop Breeding, Genetics & Cytology*. 2006. Vol. 45. No. 4. P. 1476–1482.
279. O'Mara J. Fertility in allopolyploids. Washington: National Academic Press. 1948. P. 17–52.
280. Riabovol L. O., Diordiieva I. P., Riabovol Ya. S., Polyanetska I. O., Lubchenko A. I., Novak Zh. M. Triticale breeding improvement with the use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.). *Journal of food, agriculture and environment*. 2018. Vol 16. P. 45–54.
281. Sanchez-Monge E. Development of triticales in Western Europe. Proceedings of International Symposium El Batan. Mexico, 1974. P. 31–39.
282. Sanchez-Monge E. Hexaploid triticale. Proceedings of International Wheat Genetics Symposium. Winnipeg, Manitoba, Canada, 1959. P. 181–194.
283. Sanchez-Monge E. Studies on 42-chromosome Triticale. I. The production of the amphiploids. *An. Aula Dei*. 1956. № 4.

- P. 191–207.
284. Sears E. R. The aneuploids of common wheat. Proc 1st International Wheat Genetics Symposium. Winnipeg, Canada, 1958. P. 221–229.
285. Tams S. H., Bauer E., Oettler G., Melchinger A. E., Schön C. C. Prospects for hybrid breeding in winter triticale. *Plant Breeding*. 2006. V. 125. P. 331–336.
286. Tarkowski C. Triticale. *Cytogenetyka, Hodowla I. Uprawa*. Warszawa, 1975.
287. Thomas J. B., Kaltsikes P. J. Chromosome pairing in hexaploid Triticale. *Cytology and Genetics*. 1971. № 13. P. 621–624.
288. Van Barneveld R. J. Triticale: a guide to the use of triticale in livestock feeds. Grains Research Development Corporation. Kingston, Australia, 2002. P. 12.
289. Varugese G. Triticale: Status and challenges ahead. *Triticale: Today and Tomorrow*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996. P. 13–19.
290. Watkins A. E. The inheritance of glume shape in *Triticum*. *Journal of Genetics*. 1940. № 39. P. 249–264.
291. Watson S. L, et al., Small Grain Cereals for Forage. Cooperative Extension Service: Kansas State University Publication, 1935. P. 1072–1993.
292. Wang E. M., Jing J. K., Wang X., Wen Y. X. Genetic variation of rye chromosome 1R in wheat background. *Ada Cencioo Sinioo*. 1997. № 24. C. 42.
293. Weissman S., Weissman E. A. Hybrid triticale — prospects for research and breeding. Proceedings of the 5th International triticale symposium. Poland, 2002. P. 187–191.
294. Wolsky I., Szolkowski A., Gryka J., Pojmaj M. Current status of winter triticale breeding in Danko. *Buletyn Instytutu Hodowli I Aklimatyzacji Roslin*. 1998. Issue 205–206. P. 287–289.
295. Wolski T. Winter triticale breeding. Proceedings of 2-nd International Triticale Symposium. Passo Fundo, Brazil, 1991. P. 41–48.

ДОДАТКИ

Додаток 1



**Колос гібриду першого покоління
Triticosecale Wittmack × *T. Spelta* L.**

Додаток 2



1

2

3

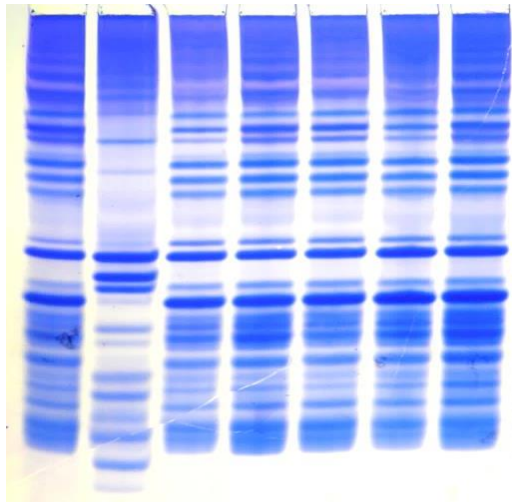
Колос рослин різних морфотипів:

1 — морфотип пшениці спельти;

2 — морфотип тритикале;

3 — проміжний морфотип

Додаток 3



1 2 3 4 5 6 7

**Електрофоретичний аналіз клейковинних білків зерна
тритикале, зразок 116/13 (безостий):**
доріжки 1, 3–7 індивідуальні зерна тритикале;
доріжка 2 – пшениця Українка.

Додаток 4



1

2

3

**Остистість колоса гібридів Наварра × 116/13 та вихідних форм
тритикале:**

1 – форма-реципієнт сорт Наварра;

2 – гібрид F₁ Наварра × 116/13;

3 – форма-донор хромосомного заміщення зразок 116/13

*** СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА ***

Додаток 5

Кількість опадів (2012–2018 рр.), мм

Місяць	Р і к							Середня багаторічна
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Січень	33,1	58,1	48,3	37,5	74	21,8	58,4	47
Лютий	27,8	35,9	5,3	20,2	59,5	38,9	43,7	44
Березень	24,7	60,7	15,7	54,7	26,9	25,8	65,6	39
Квітень	38,4	36,5	100	69,2	31,8	53,3	17,5	48
Травень	45,7	70,9	125,5	40,3	114,4	46,4	18,3	55
Червень	24,2	77,8	73,0	114,1	73,7	41,0	82,4	87
Липень	69,4	23,2	52,9	47,9	15,8	59,2	92,9	87
Серпень	28,9	54,4	15,6	21,3	27,9	29,9		59
Вересень	90,6	89,1	82,6	82,6	6,7	38,5		43
Жовтень	35,0	5,3	35,7	22,9	87,0	53,9		33
Листопад	30,7	36,8	29,7	47,2	49,2	37,9		43
Грудень	135,5	5,8	23,2	7,9	33,2	102,2		48
Середня за рік	584	554,5	607,5	516,8	600,1	548,8		633

Додаток 6

Середньодобова температура повітря (2012–2018 рр.), °С

Місяць	Р і к							Середня багаторічна
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Січень	-4,2	-3,9	-3,9	-1,4	-5,6	-5,2	-3,0	-5,7
Лютий	-10,2	0,3	-1,9	-1,1	2,4	-2,8	-3,6	-4,2
Березень	2,2	0,1	6,6	4,1	4,5	5,9	-1,5	0,4
Квітень	12,1	10,9	9,7	8,7	12,3	9,7	13,5	8,5
Травень	18,0	18,4	16,1	15,6	14,7	14,8	17,9	14,6
Червень	21,3	20,5	17,5	19,3	20,1	20,0	20,2	17,6
Липень	23,4	20,0	21,5	21,3	21,6	20,6	20,7	19,0
Серпень	20,8	19,8	20,8	21,2	20,7	22,1		18,2
Вересень	16,5	12,3	14,8	17,7	15,7	16,5		13,6
Жовтень	10,6	9,0	6,4	6,9	6,5	8,7		7,6
Листопад	4,5	6,5	1,8	4,6	1,7	3,4		2,1
Грудень	-5,3	-0,9	-2,0	1,7	-1,9	2,1		-2,4
Середня за рік	9,1	9,4	9,0	9,9	9,4	9,7		7,4

*** СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА ***

Додаток 7

Відносна вологість повітря (2012–2018 рр.), %

Місяць	Р і к							Середня багаторічна
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Січень	88	87	85	89	85	84	85	86
Лютий	84	84	87	81	82	83	83	85
Березень	74	75	65	72	74	76	81	82
Квітень	71	65	72	63	64	60	58	68
Травень	65	67	73	66	72	63	58	64
Червень	61	72	72	64	73	64	67	66
Липень	62	71	70	68	67	65	75	67
Серпень	66	69	65	60	68	64		68
Вересень	69	84	68	71	65	69		73
Жовтень	81	81	74	70	78	80		80
Листопад	91	87	85	84	85	86		87
Грудень	87	84	89	83	85	89		88
Середня за рік	75	77	75	73	75	74		76

Додаток 8



Середньостебловий зразок тритикале 455

Додаток 9



Низькостебловий зразок тритикале 480

*** СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА ***

Додаток 10



Короткостебловий зразок тритикале 469

Додаток 11



Остистий колос тритикале

Додаток 12



Напівостистий колос тритикале

Додаток 13



Безостий колос тритикале

Додаток 14



Гіллястий колос тритикале

Додаток 15

Ураження (%) гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack/*Triticum spelta* L. бурюю листковою іржею, 2013–2018 рр.

Зразок	Рік					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Наварра (St)	4,8	4,5	5,9	3,0	3,0	2,5
455	8,2	8,8	9,0	5,1	4,7	4,0
465	9,5	9,3	9,8	6,4	5,6	5,4
467	9,4	9,3	9,6	6,4	5,5	5,3
475	9,0	9,0	9,1	6,0	5,1	4,8
478	12,8	13,1	13,5	9,8	9,5	9,2
491	4,9	4,7	5,9	3,0	3,1	2,8
Алکید (St)	9,7	9,9	10,9	7,5	7,3	7,2
446	11,0	11,2	11,4	8,3	7,8	7,6
447	27,2	27,5	27,8	21,0	20,7	20,5
448	12,3	12,5	12,6	8,1	7,8	7,6
451	9,5	9,6	10,7	7,2	7,1	7,0
460	9,5	9,2	9,7	6,3	5,6	5,1
466	13,4	13,9	14,5	10,2	9,9	9,4
480	6,5	6,9	7,2	3,5	2,4	1,7
481	4,8	4,6	5,8	3,0	3,1	2,8
482	9,0	9,4	10,2	7,0	7,0	6,8
483	9,8	10,0	10,9	7,4	7,2	7,0
484	9,2	9,0	9,4	6,0	5,1	4,5
485	11,3	11,5	11,6	9,1	8,8	9,6
486	38,8	39,3	40,4	32,2	31,6	31,2
487	11,8	12,1	12,4	10,7	10,3	10,1
488	8,5	9,0	9,1	5,2	4,7	4,1
468	14,9	15,1	15,9	10,9	10,5	10,1
469	8,4	9,0	9,0	5,1	4,6	4,0
471	7,6	8,2	8,8	5,0	4,3	3,5
473	4,3	4,6	4,7	2,8	2,3	2,0
474	4,8	4,6	5,8	3,1	3,2	2,9
490	9,7	10,0	10,8	7,3	7,1	6,9

* СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ
ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА *

Додаток 16

**Ураження (%) гібридних популяцій *Triticosecale Wittmack/Triticum
spelta* L. сето́ріозом, 2013–2018 рр.**

Зразок	Рік					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Наварра (St)	4,8	4,6	5,8	3,1	3,2	2,9
455	4,3	4,6	5,0	2,8	2,3	2,0
465	8,0	9,0	9,4	5,1	4,6	4,0
467	9,0	9,0	10,2	7,2	7,2	6,8
475	3,2	3,5	4,4	2,1	1,2	1,0
478	2,8	3,2	4,0	1,8	1,0	0,6
491	4,7	4,4	5,8	3,0	2,8	2,4
Алкід (St)	8,8	9,2	10,4	7,4	7,0	6,6
446	10,4	11,5	11,8	8,6	7,8	7,6
447	13,6	14,3	14,9	10,7	9,9	9,5
448	9,5	9,6	10,7	7,2	7,1	7,0
451	9,0	9,0	9,1	6,0	5,1	4,8
460	7,8	8,1	8,9	5,0	4,3	3,3
466	8,2	9,2	9,8	5,4	4,6	4,2
480	2,0	2,5	2,2	1,2	1,0	0,7
481	6,7	7,2	7,7	5,0	4,5	3,8
482	9,0	9,0	9,1	6,0	5,1	4,8
483	9,5	9,7	10,4	6,4	5,6	5,4
484	4,6	4,8	5,9	3,1	3,1	2,9
485	12,2	12,8	13,3	9,2	9,0	9,0
486	11,3	11,5	11,6	9,1	8,8	9,6
487	19,0	19,5	20,0	19,0	18,0	17,0
488	4,2	4,5	5,4	3,0	2,8	2,3
468	9,0	9,2	9,7	6,3	5,6	5,1
469	4,7	4,7	5,8	3,2	3,1	2,9
471	8,0	9,2	9,8	5,4	4,6	4,0
473	4,3	4,6	5,7	2,8	2,3	2,3
474	2,9	3,5	4,0	1,8	1,0	0,8
490	10,0	10,4	11,2	8,0	8,0	7,8

Додаток 17

Ураження (%) гібридних популяцій *Triticosecale* Wittmack/*Triticum spelta* L. борошнистою росю, 2013–2018 рр.

Зразок	Рік					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Наварра (St)	2,6	3,0	4,0	1,6	1,0	0,5
455	4,3	4,6	5,0	2,8	2,3	2,0
465	4,9	5,0	5,9	3,6	3,4	3,0
467	6,0	6,7	7,4	4,5	4,0	3,2
475	4,5	5,0	5,7	3,6	3,4	3,0
478	4,0	4,5	5,0	2,2	1,7	1,5
491	2,4	3,0	3,4	1,3	1,3	0,9
Алکید (St)	2,7	2,9	4,1	1,4	1,0	0,6
446	14,5	15,0	15,7	13,6	13,4	13,0
447	13,7	14,2	15,1	12,1	11,1	10,0
448	12,0	12,6	13,1	9,0	8,8	8,6
451	2,0	3,0	3,3	1,5	1,0	0,6
460	20,5	21,0	21,5	19,5	19,0	18,0
466	3,2	3,5	4,5	2,7	2,0	1,6
480	10,2	10,8	11,3	7,2	7,0	7,0
481	9,8	10,2	11,4	8,4	8,0	7,6
482	9,0	9,2	9,7	6,3	5,6	5,1
483	12,1	12,1	12,9	9,1	8,5	8,2
484	2,0	2,3	2,0	1,1	1,0	0,6
485	14,8	14,6	15,8	13,1	13,2	12,9
486	11,8	12,2	13,4	10,4	10,0	9,6
487	19,3	19,5	20,0	18,7	18,0	17,0
488	4,1	4,8	5,2	2,6	2,2	2,1
468	4,9	4,5	5,8	3,3	3,1	2,9
469	3,2	3,5	4,5	2,7	2,0	1,6
471	3,0	3,4	4,3	2,8	2,0	1,5
473	4,2	4,9	5,3	2,7	2,3	2,2
474	4,0	4,4	5,3	3,8	3,0	2,5
490	3,3	3,6	4,0	1,8	1,3	1,0

*** СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТА ***

Додаток 18



Короткий ущільнений колос тритикале

Додаток 19



Подовжений колос тритикале

Аннотация

В монографии изложено теоретическое обобщение и новое решение научной проблемы по повышению эффективности селекционного улучшения тритикале озимого по ряду хозяйственно-ценных признаков при использовании пшеницы спельта (*Triticum spelta* L). Описана история создания, направления использования, ботанические и биологические особенности культуры. Освещены основные приемы современной традиционной селекции, инновационные разработки отечественных и зарубежных ученых и авротив книги.

Монография рекомендуется для ученых генетиков, селекционеров и насиннезнавцев, научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов и специалистов сельского хозяйства.

Annotation

The monograph presents a theoretical generalization and a new solution of the scientific problem of increasing efficiency of winter triticales breeding improvement for a number of economic-valuable traits with the use of spelt wheat (*Triticum spelta* L). The history of creation, directions of use, botanical and biological peculiarities of culture are described. The main methods of modern traditional breeding, innovative developments of domestic and foreign scientists and authors of the book are elucidated.

The monograph is recommended for researches in genetics, plant breeding and seed production, scientists, lecturers, post-graduate students? Students of masters and bachelor courses and agricultural specialists.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ДІОРДІЄВА Ірина Павлівна,
РЯБОВОЛ Ярослав Сергійович,
РЯБОВОЛ Людмила Олегівна,
ПОЛТОРЕЦЬКИЙ Сергій Петрович,
КОЦЮБА Світлана Петрівна.

СЕЛЕКЦІЙНЕ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРИТИКАЛЕ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ

за редакцією
доктора сільськогосподарських наук
Л. О. Рябовол

Підписано до друку 27.11.2018 р. Формат 60×84¹⁶.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 10,17
Тираж 300 прим. Замовлення № ____

Видавничо-поліграфічний центр «Візаві»
20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2521 від 08.06.2006.
тел. (04744) 4-64-88, 4-67-77, (067) 104-64-88
vizavi-print.jimdo.com
e-mail: vizavi08@mail.ru