

*b – 41,3...68,9%; Car – 17,4...41,6%; and leaf area: flag leaf – by 48,6...83,2%; second leaf – 48,4...78,5%, other stem leaves – 50,4...82,9%. Perspective varieties were selected having resistance to edaphic stress factors: oats 2h09 and I-4584. High degree of resistance to stress was indicated for standard variety Agramak.*

**Keywords:** photosynthetic pigments, leaf area, depression.

УДК: 633.1.112.9:613.527(476).573.6

## О НАПРАВЛЕНИЯХ И МЕТОДАХ ПОВЫШЕНИЯ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И СЕЛЕКЦИОННОЙ ЦЕННОСТИ ТРИТИКАЛЕ

**А.М. МЕДВЕДЕВ**, член-корреспондент РАН

**Н.Г. ПОМА**, кандидат биологических наук

**В.В. ОСИПОВ, С.Д. ЖИХАРЕВ**, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «МОСКОВСКИЙ НИИСХ «НЕМЧИНОВКА»

E-mail: priemnaya@nemchinowka.ru

*Обсуждаются результаты научных исследований по разработке получения на основе гибридизации пшеницы с рожью гексаплоидных тритикале с цитоплазмой пшеницы, а также других типов амфидиплоидов, включая секалотритикум с цитоплазмой ржи. Рассматриваются результаты экспериментов по созданию тритикале с применением разных видов мутагенеза, биотехнологических изысканий, способствующих формированию генотипов с повышенной продуктивностью растений и их экологической стабильности.*

**Ключевые слова:** тритикале, морфогенетическое разнообразие, мутагенез, секалотритикум, селекция, продуктивность.

### 1. Обзор результатов экспериментов по созданию амфидиплоидов тритикале

В настоящее время степень морфогенетического разнообразия тритикале в сравнении с результатами работ 50-70-х годов XX века значительно возросла. Селекционные программы отечественных и зарубежных научно-исследовательских организаций в своей основе опираются на широкое обилие первичных типов амфидиплоидов, несущих в себе наследственные начала стародавних и современных сортов озимых и яровых пшениц и ржи (Б.А. Ригин, И.Н. Орлова, 1977; А.И. Грабовец, А.В. Крохмаль, 2014).

Обязательным условием улучшения тритикале ученые признают непрерывное создание новых линий амфидиплоидов с участием первичных скрещиваний сортов пшеницы и ржи интенсивного типа, с повышенной устойчивостью к полеганию, обладающих продуктивным колосом, зерном высоких кормовых и хлебопекарных достоинств [1, 2]. Значительный вклад в расширение биоразнообразия тритикале внесли ряд отечественных и зарубежных ученых, в том числе: Г.К. Мейстер (1924), А.И. Державин (1964), В.Е. Писарев (1964), М.А. Махалин (1992), В.Ф. Дорофеев (1987), А.Ф. Шулындин (1970), Е.Н. Лартер (1978), Nakajima, (1968), А.И. Грабовец (2012), В.Б. Тимофеев (2000).

Повышение генетического разнообразия тритикале в большой мере зависит от разработки новых методов их получения. Возникновение новых типов полиплоидных форм зерновых культур стало возможным благодаря использованию двух групп методов: в основу первой заложено экспериментальное удвоение числа хромосом в соматических клетках, а при второй – применяются процессы рекомбинации в скрещиваниях [3, 4].

Кроме того, разработаны новые подходы, способы, приемы получения и улучшения амфидиплоидов с участием пшеницы и ржи (в качестве материнской формы – пшеница), а также создания секалотритикум, в качестве материнской формы которой используется рожь [5]. Большой интерес представляет получение амфидиплоидов с разным набором хромосом в соматических клетках, в первую очередь это октоплоидные ( $2n=56$ ) и гексаплоидные ( $2n=42$ ) тритикале [3]. Как известно из истории возникновения тритикале, первые амфидиплоиды

относились, в основном, именно к октоплоидным формам (В.Е. Писарев, 1964). При этом предполагалось, что число хромосом  $2n=56$  у октоплоидов слишком велико для того, чтобы конъюгация хромосом в мейозе протекала нормально. Однако японский ученый Дж. Накаджима (Nakajima G., 1965) при скрещивании тетраплоидной пшеницы ( $2n=28$ ) с диплоидной рожью ( $2n=14$ ) получил результаты, которые опровергли указанное предположение. В его эксперименте гексаплоидные тритикале показали аномальную мейотическую конъюгацию и низкую фертильность.

И все же, в исследованиях с использованием других исходных форм пшеницы и ржи американским ученым Т. Цухия (1978) было доказано, что октоплоиды менее стабильны, чем гексаплоидные тритикале.

Частота анеуплоидов (растений тритикале с ненормальным числом хромосом) среди октоплоидных тритикале в отмеченных опытах оказалась намного выше, чем у гексаплоидных: 62,7% в общей популяции и 40,1% в потомстве эуплоидов в октоплоидных линиях, тогда как у гексаплоидных форм получено соответственно 15,2 и 10,3%. Отмеченные обстоятельства впоследствии сыграли немаловажную роль в том, что октоплоидные тритикале, в конце концов, уступили гексаплоидным по цитологической стабильности, фертильности, продуктивности колоса, выполненности и полновесности зерновки [6].

В то же время, разные линии гексаплоидной и октоплоидной тритикале значительно различаются по фертильности и продуктивности, что ставит их в положительный ряд как исходный материал для улучшения гексаплоидных тритикале, создания новых высокопродуктивных сортов [4, 7]. Весьма трудоемкую, но крайне необходимую работу по изучению возможностей расширения биоразнообразия тритикале, созданию амфидиплоидов с принципиально новыми признаками и свойствами провел в Японии Г. Накаджима (1965), профессор Университета Гунма. В его исследованиях было использовано большое количество различных комбинаций скрещивания многих видов пшеницы и ржи. Наиболее удачной оказалась комбинация тетраплоидная пшеница ( $2n=28$ ) × рожь (*Secale L.*), в экспериментах использовано 8 видов пшеницы двузернянки и *T. timoreevii*, которые скрещивались с 7 видами ржи. В потомстве гибридов отбирались перспективные фертильные линии, скрещивались мягкая пшеница с рожью (*T. aestivum L.*) × *Secale L.* с 7 видами *Secale*. В опытах получено значительное количество «тройных пшенично-ржаных гибридов» *Triticum* × *Secale* × *Naunaldia*. Трехродовые гибриды созданы с использованием различных видов отмеченных трех родов; растения *Aegilops* скрещивались с *Triticum* и *Secale* (Койчиро Цуневаки, 1978).

Наряду с созданием исходных линий тритикале путем многократного отбора лучших форм, отвечающих требованиям факторов внешней среды, в селекции широко практикуется метод скрещивания тритикале различного происхождения и разных уровней пloidности друг с другом, а также беккросирование амфиплоидов с высокопродуктивными, адаптированными к местным условиям сортами пшеницы и ржи. Селекционные программы такого направления используются во многих странах, в том числе и в России в таких НИИСХ как Краснодарский, Донской, Ставропольский и Московский «Немчиновка».

Внутривидовые, межвидовые, межродовые и другие улучшающие скрещивания являются основным средством расширения биоразнообразия тритикале, создания новых, более совершенных сортов.

В научно-исследовательских учреждениях РАН селекционные программы по тритикале включают ряд методов, предусматривающих следующие скрещивания: гибридизацию октоплоидных форм с гексаплоидными; скрещивание между собой октоплоидных линий; скрещивание между собой гексаплоидных линий; скрещивание гексаплоидных тритикале с гексаплоидной пшеницей; гибридизация гексаплоидных и октоплоидных тритикале с рожью. При этом гибридизация и отбор лучших форм с включением в геном гексаплоидных тритикале зародышевой плазмы мягкой пшеницы повышают их генетическую стабильность [4,8].

Еще в семидесятых годах XX века В.Е. Писарев (1973) в качестве эффективного метода борьбы с анеуплоидией (нарушением хромосомной структуры соматических клеток)

применял перевод октоплоидных форм тритикале на гексаплоидный уровень путем скрещивания разнохромосомных линий. Указанная работа была успешно продолжена его учениками и последователями [6, 9].

В Московском НИИСХ «Немчиновка» сформирован оригинальный генофонд тритикале, значительная часть которого передана в мировую коллекцию ВИР. В разных экспериментах немчиновские образцы показывают хорошие результаты, прежде всего, по признакам повышенной продуктивности посева, адаптивности растений к лимитирующим факторам внешней среды, устойчивости к опасным патогенам, по качеству зерна. Районированные сорта широко используются в нашей стране и за рубежом при создании новых перспективных генотипов тритикале [1].

Важный вклад в повышение морфогенетического разнообразия тритикале вносят ученые Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. В литературе не раз отмечалось об использовании в этом институте гена сферококкоидности при создании зернового тритикале [10]. Указанный ген был перенесен в тритикале от шарозерной пшеницы Шарада (T. sphaerococcum Pers.), отличающейся высоким качеством зерна (сверхсильная пшеница), имеющей содержание белка до 19% и клейковины до 38%, с повышенным выходом муки. Эффект гена, вызывающий повышение шарозерности, сопровождается укорочением всех вегетативных и генеративных органов, эректоидностью листовой пластинки и лучшим развитием механических тканей стебля. Скрещивание сорта гексаплоидной тритикале Валентин 90 с озимой шарозерной пшеницей Шарада обеспечило авторам получение ряда ценных линий (s.t.-8, s.t.-12, s.t.-15) с урожайностью свыше 94 ц/га при сборе зерна тритикале Валентин 90 – 89,9 ц/га и пшеницы Шарада – 56,6 ц/га.

Велик вклад в расширение биоразнообразия тритикале ученых Донского ЗНИИСХ. На полях института (Северо-Донецкая СХОС) ежегодно в разных питомниках высеваются и изучаются многочисленные образцы озимой и яровой тритикале разного уровня плоидности. Значительное количество перспективных сортов и линий состоит в мировой коллекции тритикале Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова [11].

В селекцию озимой и яровой тритикале, расширение морфогенетического разнообразия культуры вносят существенный вклад ученые Ставропольского НИИСХ, НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, НИИСХ Юго-Востока, Тамбовского НИИСХ, Самарского НИИСХ им. Н.М. Тулайкова, Поволжского НИИСС им. П.П. Константинова, СибНИИРС, СибНИИСХ и других селекционных центров.

Улучшением, пополнением генофонда тритикале успешно занимаются научные учреждения и фирмы ближнего и дальнего зарубежья, в первую очередь в Республике Беларусь, Украине, Казахстане, Польше, Германии, Швеции, Канаде, США.

В Институте генетики и цитологии НАН Беларуси (Н.Б. Белько, И.С. Щетько, О.М. Люсиков, И.А. Гордей, 2010) получены ценные генотипы при формировании морфогенетического разнообразия и селекционного преимущества нового типа гексаплоидных тритикале – ржано-пшеничных амфидиплоидов с цитоплазмой ржи (сорта Радзима, Калинка, Сяброувка, Верасень и др.), а также гексаплоидных тритикале (Самсун, Уго, Дубрава, Кастусь, Идея, Гренадо, Модуль и др.) Учеными создано свыше 120 гибридных форм секалотритикум  $F_1 - F_3$  (RR AA BB,  $6x=42$ ), 37 из них отличаются цитологической стабильностью и фенотипической однородностью [12].

Большим достижением селекционеров Р. Беларусь является создание и внесение в Госреестр республики сорта гексаплоидного секалотритикум Амулет, отличающегося высокой продуктивностью растений и устойчивостью к лимитирующим факторам среды. Сорт конкурентноспособен в сравнении с гексаплоидными тритикале, полученными на основе цитоплазмы мягкой озимой пшеницы.

Исследования по созданию озимых секалотритикум проводят ученые Донского ЗНИИСХ (Л.П. Титаренко и др. 2014). Авторами проведено скрещивание образца доминантно короткостебельной озимой ржи (мейотический тетраплоид ИТ,  $2n=28$ ), используемого в качестве матери, с озимой тритикале Привада ( $2n=42$ ) воронежской

селекции в качестве отцовской формы. Последующая селекционная работа с короткостебельными, расщепляющимися по высоте растений семьями, с двукратными отборами в поздних поколениях гибридов (F<sub>15</sub>) обеспечила авторам получение высокоурожайных линий секалотритикум Столичный с плотным продуктивным стеблестоем, устойчивых к бурой ржавчине, отличающихся повышенными биохимическими показателями качества зерна (у 71% линий содержание белка в зерне составляло 15% и выше).

## **2. Использование в создании тритикале методов биотехнологии**

Перспективными в плане расширения генофонда, биоразнообразия тритикале являются исследования по созданию перспективных линий с помощью методов биотехнологии. Так, в НИИСХ Юго-Востока (Т.И. Дьячук, О.В. Хомякова и др., 2010) с использованием эмбриокультуры получены пшенично-ржаные гибриды при вовлечении в гибридизацию ряда сортов озимой мягкой пшеницы (Губерния и др.). Авторы отмечают, что средняя завязываемость гибридных зерновок в скрещиваниях мягкая пшеница × рожь составляла 15,3% с варьированием в комбинациях от 4,1 до 35,0%, выход зародышей – 80,5% от числа сформированных зерновок. Фертильность отмеченных гибридов ученые в Саратове восстанавливают путем опыления пылью колосьев гибридов первого поколения или сортов гексаплоидных тритикале. Метод эмбриокультуры используют не только для получения первичных тритикале, но и в интерплоидных скрещиваниях, а также при гибридизации тритикале с мягкой пшеницей. Указанный метод, как считают исследователи, обеспечивает максимальное сохранение генотипов. Кроме того, яровизация растений с озимым типом развития может осуществляться в условиях *in vitro*. Для ускоренного получения гомозигот в различных типах скрещиваний в институте успешно применяют культуру пыльников. Выход эмбриогенных пыльников у первичных гексаплоидных тритикале в опытах составлял 7,4-22,4%, новообразований – 9,1-42,0%, регенерантов – 6,6-45,8%.

Расширение биоразнообразия тритикале с помощью клеточной технологии и других методов успешно практикуется также в Ставропольском НИИСХ, Краснодарском НИИСХ, Ставропольском госагроуниверситете, Институте генетики и цитологии НПИ Беларуси и других научных или учебных организациях.

## **3. Применение для получения тритикале физического и химического мутагенеза**

Нельзя не отметить и роль мутагенеза в создании генофонда тритикале. Ранее этот метод широко использовался в получении гексаплоидных и октоплоидных амфиплоидов (Сулима, 1976; Ригин, Орлова, 1977; Махалин, 1992). И сегодня ученые применяют методы мутагенеза для создания и улучшения тритикале (Степочкин, 2010; Степочкин, Артемова, 2006; Грабовец, Крохмаль, 2000, 2014).

Еще в 1939 г. американский ученый Дорси (Dorsey, 1949) получил октоплоидную тритикале методом физического мутагенеза – температурного шока при воздействии высокой температуры на цветущие колосья с неудоенным набором хромосом пшенично-ржаных гибридов F<sub>1</sub> (цит. по Сулима Ю.Г., 1976).

А.Ф Шульдин (1970) в УНИИРСИГ (г. Харьков) в 1960 году создал 42-хромосомные тритикале при скрещивании озимой твердой пшеницы (Гордеиформе 931 × Гордеиформе 11) с рожью Харьковская 55. Среди гибридных растений F<sub>1</sub> после перезимовки под воздействием низких зимних температур выявлены растения, сформировавшие нередуцированные гаметы. Они оказались плодовитыми и дали полноценное потомство. В этом случае также наблюдался эффект физического мутагенеза.

## **4. Получение тритикале методом экологического мутагенеза**

Некоторые исследователи при создании тритикале успешно используют экологический мутагенез: воздействие комплекса аномальных природных факторов на растения в целях селекции. Например, в Сибирском НИИ растениеводства и селекции на основе доминантного гена низкостебельности ржи получены высокопродуктивные, зимостойкие сорта озимой тритикале Цекад 90 и Сирс 57 с высокой устойчивостью растений к полеганию и неблагоприятным зимним условиям. При весеннем посеве в течение ряда лет из популяций озимых форм отобраны спонтанно возникшие мутантные растения, способные переходить к

генеративному развитию при весеннем посеве минуя стадию яровизации (П.И.Степочкин, 2008, 2009, 2010). Автором созданы две яровые гексаплоидные формы тритикале, одна из которых несет ген *Vrn1*, а другая – *Vrn2*. Кроме них, путем сложного скрещивания (сорт озимой мягкой пшеницы Филатовка × озимая тритикале Сирс 57), получена форма яровой гексаплоидной тритикале, которая переходит к генеративному развитию благодаря активности мутантного гена ржи (яровые мутанты ржи выделены из популяции озимой диплоидной ржи Короткостебельная 69). Указанные формы тритикале исследователями были взяты в качестве тестеров при скрещивании их со спонтанными яровыми мутантами, выделенными из популяций сортов Цекад 90 и Сирс 57.

Воздействие экологического мутагенеза на растения в целях создания перспективных озимых тритикале использует в своей работе А.И. Грабовец, применяя усовершенствованную методику В.Н. Ремесло, проводя посев яровых тритикале осенью, под зиму, давая возможность сложным природным факторам осенне-зимне-весеннего периода формировать новые генотипы злаков. Характерно то, что А.И. Грабовец (2000) в условиях Северо-Запада Ростовской области (Северо-Донецкая СХОС) в первый год высевает яровые тритикале под зиму с тем, чтобы всходы появились весной. Затем, на следующий год, семена от подзимнего посева ученый вносит рядовой сеялкой в почву уже в оптимальный для культуры срок. Среди сохранившихся после второй перезимовки растений 2-3% форм в отмеченных опытах оказывались двуручками, остальные морфотипы расщеплялись и образовывали сложные популяции. Таким способом им создан скороспелый высокопродуктивный, районированный в ряде регионов России сорт озимой тритикале ТИ-17. Основой для его получения служила мексиканская яровая тритикале с номером каталога ВИР И-347015, отличающаяся высокой степенью гомозиготности. Средняя урожайность зернового тритикале Ти17 составляет 63,5 ц/га, а максимальная, при посеве по черному пару – 87,3 ц/га. Важно то, что сорт оказался иммунным к мучнистой росе, головневым заболеваниям, листовым пятнистостям, поражению растений бурой ржавчиной. При эпифитотиях и искусственном заражении растений поражение в опытах автора не превышало 2-3%, отмечена высокая полевая устойчивость Ти17 к снежной плесени и септориозу. Для создания новых, более совершенных сортов А.И. Грабовец (2014), успешно использует в скрещиваниях образцы озимой тритикале, полученные в результате применения метода экологического мутагенеза. Получен ряд сортов интенсивного типа: Каприз (сбор зерна 90-95 ц/га), Водолей (до 80 ц/га в засушливые 1999 и 2000 гг.) и др.

#### **5. Использование метода экологического мутагенеза в Московской области**

В наших экспериментах в МОВИР и в Московском НИИСХ «Немчиновка» с целью получения исходного материала, наряду с различными видами скрещиваний также применялся метод экологического мутагенеза. Совместно с доктором наук В.Г. Кызласовым в 2003-2010 гг. нам удалось получить, придерживаясь, в основном, методики А.И. Грабовца (2000), ряд линий от осеннего посева образцов яровых тритикале из Польши, Аргентины и Канады. Предположения В.Г. Кызласова по данному вопросу состояли в том, что в условиях перезимовки, близких для яровых растений к критическим (летальным), под воздействием физиологических, биохимических и, возможно, иных процессов происходит неравный кроссинговер как адекватная защитная реакция генотипов на жесткие факторы среды. В этом случае формируются новые комплексы взаимодействия генов, обеспечивающие возникновение новых морфотипов в сравнении с исходными яровыми растениями. Однако впоследствии В.Г. Кызласов все же пришел к выводу, что под воздействием сложных погодных факторов зимы у посеянных с осени форм яровых тритикале происходят и мутационные изменения. При этом, по его мнению, выжившие к весне растения становятся полуозимыми (двуручками), а в редчайших случаях – озимыми. Так появился термин «экологический мутагенез» [13].

В конкурсном сортоиспытании в 2011-2013 гг.) хорошие результаты в сравнении со стандартом Гермес (сбор зерна в среднем за 3 года 56,0 -63,0 ц/га) показали Линия 1 и Линия 2, полученные при использовании экологического мутагенеза с многократными отборами из

перезимовавших растений яровой тритикале к-2042, к-2033 из Польши. Повышенный урожай получен также по Линии 5 (отбор из яровой тритикале к-3515 Аргентина) и др. (табл.). Одна из линий, полученных при использовании метода экологического мутагенеза, с посевом осенью образца яровой тритикале (к-3869 Польша) дала начало новому сорту озимой тритикале Капелла, успешно проходящему с 2015 года Государственное сортоиспытание. Следовательно, в целом есть все основания считать метод экологического мутагенеза одной из многих возможностей расширения биоразнообразия тритикале.

Неоценимый вклад в создание, изучение, расширение генофонда тритикале внесли ученые Дагестанской опытной станции ВИР У.К. Куркиев (1992, 2000); У.К. Куркиев, К.У. Куркиев, А.К. Абдуллаева (2010) и др. Сортообразцы озимой тритикале Дагестанской селекции Праг 3 (к-3743), Праг 2-46/3, Праг 48/4, Праг 45/1 и ряд других использованы при создании новых сортов озимой и яровой тритикале в Донском ЗНИИСХ, Краснодарском НИИСХ, Московском НИИСХ. В более ранних работах дагестанские исследователи рассматривали разные варианты решения проблемы создания исходного материала для сортов короткостебельных гексаплоидных тритикале с комплексом ценных признаков. В поисках доноров повышенной продуктивности у низкорослых форм авторы осуществили ценную, объемную работу по гибридизации сортообразца гексаплоидного тритикале Праг 531, обладающего короткой соломиной (75-85 см), с лучшими образцами тритикале, выделившимися в многолетних исследованиях ДОС ВИР по комплексу селекционно ценных признаков: Праг 204, Праг 471, Праг 483, Праг 494, Праг 510, Праг 516. Короткостебельные линии третьего поколения сравнивались с исходным образцом озимой тритикале Праг 531 и высокопродуктивным высокорослым сортом Праг 3.

Исследователи, проанализировав данные по 23 комбинациям скрещивания, определили, что лучшие показатели продуктивности оказались у гибридов F<sub>3</sub>, полученных с использованием сортов Союз и Праг 483. Донорами ценных признаков, в том числе урожайности и оптимальной короткостебельности, признаны сортообразцы Праг 471, Праг 483, Праг 494, Праг 204 и Союз. Дагестанская опытная станция, как и ВИР им. Н.И. Вавилова всегда были и остаются во главе работ по сбору, сохранению, изучению и использованию генофонда культурных растений и их диких сородичей. По данным А.Ф. Мережко (2000), в 1997 г. коллекция тритикале в ВИРе насчитывала 3497 сортообразцов, в том числе озимых 45,1%, полуозимых 2,2%, яроозимых 44,8%, поздних яровых 4,6%, популяций – 3,3%. На 01.01.2016 г. объем мировой коллекции тритикале ВИР, по оперативным данным Н.П. Лоскутовой (2016), составил 3783 образца. Для сравнения: коллекция озимой мягкой пшеницы насчитывает 15500 образцов, яровой мягкой – 16120, яровой твердой – 6450, редких видов 4500, эгилопсов – 5400 образцов. Как и в 1997 г. наибольшую долю, свыше 40% в коллекции ныне занимают образцы тритикале отечественного происхождения; достаточно полно представлены Мексика (более 1 тыс. образцов), Украина (302), Р. Беларусь (около 200), США (120). Мировая коллекция тритикале ВИР и сегодня является основным источником генов высокой продуктивности, устойчивости к стрессам, скороспелости, качества зерна и других ценных признаков (А.М. Медведев и др., 2015). В последние годы ускоренными темпами развиваются селекционные работы по яровой тритикале. В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию, состоит 11 сортов яровой тритикале, в том числе Укро, Ярик, Лотос, Ульяна, Гребешок, Амиго, Память Мережко, Ровня. Генофонд этой культуры активно пополняется Краснодарским НИИСХ, Донским ЗНИИСХ, НИИСХ ЦЧП, Владимирским НИИСХ, Дагестанской ОС ВИР. Сортообразцы, получаемые из этих научных учреждений, высоко востребованы для решения наиболее трудных проблем в селекции яровой тритикале – повышения устойчивости растений к полеганию, опасным болезням, прорастанию зерна на корню, скороспелости. Во Владимирском НИИСХ (С.Е. Скатова, А.М. Тысленко, 2014) из большого набора образцов коллекции ВНИИР удалось выделить номера с повышенной устойчивостью к прорастанию зерна в колосе, в том числе формы из Мексики (СИММУТ), Р.Беларусь, России (Узор, Русло, Ровня, Память Мережко и др.)

**Результаты конкурсного испытания озимой тритикале в Московской области, б. МОВИР, Михнево. 2011-2013 гг.**

Сорт и происхождение	Урожай зерна, ц/га				Веgetационный период, дней	Перезимовка, балл	Устойчивость к полеганию, балл	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г	Масса зерна с колоса, г	Поражение бурой ржавчиной, балл
	2011	2012	2013	среднее							
Гермес (St1) Московский НИИСХ	65,7	80,6	55,3	67,2	317	7	7	53	49,5	2,8	5
Московская 39 (St2) МосНИИСХ	49,8	63,8	34,7	49,5	316	7	9	39	45,4	1,9	5
Линия 1 отбор из яр. тр. К-2042	63,3	66,8	38,0	56,0	313	7	9	51	45,8	2,2	1
Линия 2 отбор из яр. тр. К-2044	48,8	69,2	34,9	51,0	316	7	9	55	48,6	2,7	1
Линия 3 отбор из Двуручки 6	52,9	67,5	48,7	56,4	315	9	9	58	54,8	3,0	3
Линия 4 отбор из F3 (Гермес × Авангард)	46,4	81,2	32,0	53,2	314	9	9	58	50,6	2,4	1
Линия 5 отбор из яр. тр. К-3515 (Аргентина)	42,7	82,0	60,7	62,0	313	9	9	56	54,5	2,9	1
Линия 6 отбор из яр. тр. Д-84 (2006)	59,5	77,2	53,0	63,0	314	7	7	54	54,9	2,8	3
Линия 7 отбор из Двуручки 4,35 сорт Ефремовская	78,4	85,8	64,5	76,2	313	9	9	65	63,5	3,6	1
Линия 7 отбор из Двуручки 4,35 сорт Ефремовская	78,0	86,6	65,0	76,5	313	9	9	65	63,9	3,7	1
Линия 8 отбор из образца оз. тр. КП-130	79,0	82,4	52,4	72,0	314	7	9	58	55,7	2,8	1
Линия 9 отбор из образца яр. тр. КП-125	63,2	78,8	62,3	68,0	315	7	9	52	52,4	2,7	1
Линия 10 отбор из образца яр. тр. КП-116	62,0	68,4	46,3	59,0	314	7	9	54	47,6	2,8	3
Линия 11 отбор из образца Д-17 (2006)	52,8	78,0	49,0	60,0	316	9	9	51	52,8	2,6	3
НСР 0,05	0,36	2,4	3,2								

Важен вывод исследователей о том, что полиморфизм по признаку прорастания зерна на корню имеет место не только в пределах популяций, но и среди сортов. Это означает, что признак детерминирован и достаточно легко передается потомству при скрещивании. Владимирские сорта яровой тритикале Память Мережко, Гребешок и Ровня выделяются повышенной продуктивностью и устойчивостью к прорастанию зерна в колосе, что ставит их в число генотипов, ценных для использования в селекционных программах.

#### Заключение

Проблема расширения морфогенетического разнообразия тритикале в России решается успешно, однако, количество находящихся в мировой коллекции сортообразцов было бы значительно больше, а их качество выше при более активном участии научных организаций в проведении фундаментальных исследований по улучшению новой синтетической культуры, обмену генетическим материалом с другими учреждениями и учеными.

Основные направления улучшения тритикале общеизвестны. Наибольшую трудность создают многочисленные болезни и вредители, постоянно совершенствующиеся и нередко берущие верх в соревновании с селекционерами, технологами, защитниками урожая. К этому добавляются абиотические стрессы в виде засух, суховеев, неблагоприятные факторы зимы, переувлажнение почвы и пр. Получение устойчивых к стрессам высокопродуктивных сортов озимой и яровой тритикале, способных обеспечивать урожайность на уровне 5-7 т/га зерна и 60-70 т/га зеленой массы, значительно ускорится и упростится при наличии у селекционеров оптимального многообразия ценных исходных форм, совершенно разных по структуре хромосом, геномному составу, наличию генов устойчивости к особо опасным заболеваниям растений и природным стрессам.

#### Литература

1. Медведев А.М., Пома Н.Г., Осипов В.В. Селекция озимой тритикале в Центральном Нечерноземье и перспективы использования. - В сб. Инновационные аспекты научного обеспечения АПК Центрального Федерального округа РФ. – М.: 2015. – С. 90-96.
2. Бирюков К.Н., Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Влияние поздних азотно-фосфорных и азотных подкормок на увеличение содержания белка в зерне тритикале. – В сб. Проблемы и перспективы производства с.-х. культур в Южном регионе Российской Федерации. – Новочеркасск, ЛИК, 2014. – С. 71-74.
3. Сулима Ю.Г. Тритикале. Достижения, проблемы, перспективы. – Кишинев, 1976. – 200 с.
4. Ковтуненко В.Я., Панченко В.В., Тимофеев В.Б. и др. Достижения в селекции озимой тритикале в ГНУ КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко. - В сб. Тритикале (вып.6). – Ростов на Дону, 2014. – С. 69-74.
5. Гриб С.И., Буштевич В.Н. Селекция тритикале в Беларуси: Результаты, проблемы, их решения. В сб. Тритикале (вып. 4). – Ростов-на-Дону, 2010. – С. 74-78.
6. Федорова Т.Н. Особенности цитогенетических исследований по тритикале. – Генетика. – 1973. – т. 9. – № 9. – С. 151-167.
7. Куркиев К.У., Куркиев У.К. Новый исходный материал для селекции короткостебельных гексаплоидных тритикале. - В сб. Тритикале (вып. 4). – Ростов-на-Дону, 2010. – С. 118-121.
8. Комаров Н.М., Соколенко Н.И., Зобнина Н.Л. Роль коллекции в селекции тритикале СНИИСХ.- В сб. Тритикале (вып.6). – Ростов-на-Дону, 2014. – С. 108-114.
9. Пома Н.Г., Сергеев А.В. Проблемы селекции тритикале в Центральном регионе России. - В сб. Проблемы селекции и технологии возделывания зерновых культур. - Немчиновка: 2008. – С. 58-62.
10. Беспалова Л.А., Боровик А.Н. и др. Использование гена сферококкоидности в создании зернового тритикале. – В сб. Тритикале (вып. 5). – Ростов-на-Дону, 2012. – С. 21-25.
11. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Итоги и перспективы селекции озимой тритикале. – В сб. Тритикале (вып. 6). – Ростов-на-Дону, 2014. – С. 29-36.
12. Белько Н.Б., Щетько И.С., Люсиков О.М., Гордей И.А. Морфогенетическое разнообразие и селекционная ценность секалотритикум. – В сб. Тритикале (вып. 4). – Ростов-на-Дону, 2010. – С. 6-10.
13. Медведев А.М., Осипов В.В., Жихарев С.Д. и др. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации (монография). – Москва. Немчиновка, 2017. – 284 с.

### ON THE DIRECTIONS AND METHODS OF INCREASE OF MORPHOGENETIC DIVERSITY AND BREEDING VALUE OF TRITICALE

A.M. Medvedev, N.G. Poma, V.V. Osipov, S.D. Zhiharev

FGBNU «THE MOSCOW RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE «NEMCHINOVKA»

**Abstract:** The results of research of scientists from scientific institutions of the Russian Federation, CIS and foreign countries for the development of hexaploid triticale with wheat cytoplasm, as well as other types of amphidiploids including secalotriticum with rye cytoplasm, based on the hybridization of wheat with rye. The results of experiments on the creation of triticale with different types of mutagenesis, biotechnological research, contributing to the formation of genotypes with high productivity of plants and their environmental sustainability.

**Keywords:** triticale, morphogenetic diversity, mutagenesis, environmental mutagenesis secalotriticum, selection, productivity.

УДК 651.583:631.559:633.1(470.44/47)

## ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПШЕНИЦЫ В ПОВОЛЖЬЕ

А.И. ПРЯНИШНИКОВ, член-корреспондент РАН

Н.Г. ЛЕВИЦКАЯ, И.И. ДЕМАКИНА

ФГБНУ «НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА»

E-mail: raiser\_saratov@mail.ru

В статье дана оценка воздействия современного изменения климата на агроклиматические ресурсы региона и продуктивность основных зерновых культур. Показаны тенденции изменения показателей теплообеспеченности и влагообеспеченности вегетационного периода и реакции на них урожайности озимой и яровой пшеницы.

**Ключевые слова:** температура, осадки, запасы влаги, урожайность, тренд, коэффициент вариации.

Поволжский регион отличается резко континентальным, засушливым климатом с контрастными по годам погодными условиями, что в значительной степени определяет колебания урожайности сельскохозяйственных культур. Сравнительный анализ урожайности яровой и озимой пшеницы не только подтверждает высокую изменчивость, но и свидетельствует о лучшей реализации последней своих продуктивных свойств (рис. 1). За полувековой период средняя урожайность озимой пшеницы в Саратовской области составила 17,5 ц/га, в то время как у яровой пшеницы она отмечалась на уровне 8,8 ц/га, что и объясняет значительное увеличение посевных площадей под озимой пшеницей.

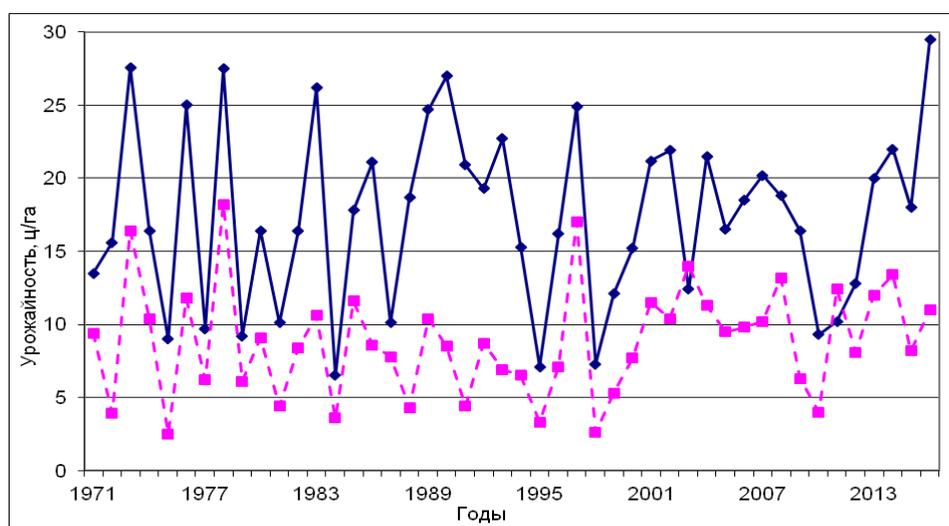


Рис. 1. Динамика урожайности озимой (1) и яровой (2) пшеницы в Саратовской области за 1971-2016 гг.