

## ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

УДК 633.112.9:631.52(476)

С. И. ГРИБ

### ГЕНОФОНД, МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ТРИТИКАЛЕ В БЕЛАРУСИ

*Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Жодино, Республика Беларусь,  
e-mail: izis@tut.by*

*(Поступила в редакцию 15.05.2014)*

В достижении положительных результатов в растениеводстве Республики Беларусь важная роль принадлежит отечественной селекции. Во многом благодаря прогрессу в селекции в Беларуси за последние 10 лет наблюдается устойчивая динамика роста урожайности зерновых и зернобобовых культур – 1,7 ц/га и валового сбора – более 400 тыс. т зерна в год, при этом средняя урожайность в 2012 г. достигла 37 ц/га, а валовый сбор зерна – 10 млн т.

Создание выдающихся сортов – шедевров селекции прежде всего определяет судьбу сельскохозяйственной культуры. Это положение полностью относится к культуре тритикале, которая за короткое время (с 1990 г.) стала одной из основных зернофуражных культур Республики Беларусь. Посевные площади тритикале в республике достигли и стабилизировались в последние годы на уровне 450–500 тыс. га. По этому показателю Беларусь занимает второе место в мире, уступая Польше, где возделывается более 1 млн га. Обладая высоким потенциалом урожайности в сочетании с хорошей питательной ценностью, повышенной устойчивостью к болезням, меньшей требовательностью к почвенному плодородию, тритикале обеспечивает в республике 18–20 % валового сбора зерна [1]. Зерно тритикале, обладая высокой кормовой ценностью, в основном используется на фураж, а также представляет ценность в качестве технического сырья для крахмального и спиртового производства.

Селекционная работа по тритикале в Белорусском НИИ земледелия была начата в 1975 г. доктором с.-х. наук В. Е. Росенковой. Внедрение культуры тритикале в производство в Беларуси началось с районирования в 1989 г. первого отечественного сорта Дар Белоруссии (авторы – В. Е. Росенкова, М. В. Мастепанова, С. И. Гриб, Л. В. Кучинская, Е. Л. Полякова). Дальнейший селекционный прогресс связан с организацией в 1990 г. под руководством академика С. И. Гриба лаборатории тритикале, которой с 2000 г. заведует кандидат с.-х. наук В. Н. Буштевич.

Несмотря на достигнутые успехи (в Госреестр Республики Беларусь включено 16 сортов озимого и 6 сортов ярового тритикале отечественной селекции), тритикале, как и другие сельскохозяйственные культуры, требует совершенствования. Дальнейший прогресс в селекции тритикале предполагает создание спектра сортов целевого назначения, характеризующихся высоким качеством зерна и устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам. В первую очередь необходимо достичь увеличения и улучшения качества белка, хлебопекарных и кормовых свойств, повышения зимостойкости, устойчивости к полеганию, поражению септориозом, спорыньей, снежной плесенью [2, 3].

**Исходный материал и методы селекции.** На начальном этапе селекции тритикале в Беларуси был собран и изучен генофонд тритикале, имеющийся во Всесоюзном институте растениеводства и селекционных учреждениях России, Украины, Польши, Венгрии и других стран. За период 1976–1980 гг. было собрано и изучено более 3 тыс. образцов озимого и ярового трити-

кале из 20 зарубежных стран и 18 селекционных учреждений. Основными недостатками генофонда этого периода были морщинистость и невыполненность зерновки, недостаточная озерненность колоса, плохая его вымолачиваемость, высокорослость. Лучшим среди сортообразцов коллекции озимого тритикале в то время был АД-206 из Украинского научно-исследовательского института растениеводства им. Юрьева, который, обладая комплексом хозяйственно ценных признаков, служил стандартом и был основным компонентом в гибридизации.

Начиная с 1981 г. на основе международного сотрудничества с Институтом селекции и акклиматизации растений (Польша) в селекционный процесс были широко включены сортообразцы и гибридные популяции селекционной станции Малышин вышеназванного института. Этот генофонд характеризовался высокой продуктивностью колоса, выполненностью зерновки, способностью формировать плотный продуктивный стеблестой, устойчивостью к полеганию. Уязвимым местом нового селекционного материала оставалось недостаточно высокая зимостойкость, источниками повышения которой служили сортообразцы из Украины и России.

Основными компонентами скрещиваний в 1990–2000 гг. были сортообразцы генофонда польского происхождения.

В период 2001–20014 гг. генофонд тритикале существенно обновлен и пополнен новым ассортиментом современной селекции из Симмит (Мексика), селекционных центров и фирм России, Украины, Польши, Германии, Франции, Швеции, Чехии, Канады и др. [4, 5].

Основным методом селекции озимого и ярового тритикале в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию является гибридизация, представляющая собой разнообразные виды внутривидовых и отдаленных системных скрещиваний [6, 7]. Всего за период 1976–2013 гг. было получено 7784 гибридные комбинации озимого и 2060 комбинаций ярового тритикале.

Родительскими формами при отдаленных скрещиваниях были лучшие сортообразцы, выделенные в качестве источников ценных признаков и свойства мягкой и твердой пшеницы, диплоидной и тетраплоидной озимой ржи, а также октоплоидные сортообразцы озимого тритикале, любезно предоставленные Т.Н. Федоровой из Научно-исследовательского института сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны (Немчиновка, Россия).

**Результаты и их обсуждение.** В итоге многолетнего изучения генофонда коллекции озимого и ярового тритикале выделены ценные генетические источники хозяйственно полезных признаков, которые широко используются в системных скрещиваниях, основные из которых представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции тритикале в условиях Беларуси

Показатель	Значение	Источники тритикале	
		озимые	яровые
Урожайность зерна	8–10 т/га	Михась, Импульс, Прометей, Woltario, Witon, Kitano, Hewo, Grenado, Moderato, Корнет, Дон, Трибун, Цекад 90	Мешко, Узор, Амиго, Русло, Садко, WS-104
Зимостойкость	> 7 баллов	Рунь, Идея, Сокол, Кастусь, Виктор, Гермес, Корнет, Доктрина 110, Папсуевське	–
Устойчивость к полеганию	> 7 баллов	Woltario, Bogo, Grenado, Dinaro, Baltiko, Легион, Дон, Трибун, Лог 1, Хонгор, Союз, Биос – 4	Fahad 8–2, Pollmer 2.1.1, TS-86, T- 39, Nogano, Матейко, Т – 476
Скороспелость		Вектор, Полюс, Сокол, Presto, Bogo	Узор, Гребешок, Норманн, Легинь Харьковский, Каровай Харьковский, Armadillo, Milcaro
Масса 1000 зерен	> 45 г	Валентин 90, Руслан, Гренадер, Мудрец, АДМ –12, Сувенир, Мара, Микола	Лотас, Садко, Amigo, Золотой гребешок, Всеволод, Оберіг Харьковский, Dublet
Содержание сырого протеина	> 14 %	Кастусь, Антось, Пятрусь, Лето, Папсуевське	Соловей Харьковский, Укро, Whitman, Н –79 225–4, ОН – 1621, Armadillo, Break Well
Содержание крахмала	> 65 %	Мара, Лето, Идея, Импульс,	Узор, Рубин, Д-8051, Д-8067, Оберіг Харьк.

Схема организации селекционного процесса тритикале в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию представлена на рисунке. Отличительными особенностями схемы организации селекции в представленном виде являются следующие: системные скрещивания; испытание лучших по продуктивности гибридов  $F_2$  на морозостойкость с отбором устойчивых генотипов в морозильных камерах и на провокационных фонах; выявление нормы реакции сортообразцов конкурсного испытания на интенсификацию технологии возделывания; оценка их на инфекционном фоне по устойчивости к болезням, а также по качеству зерна.

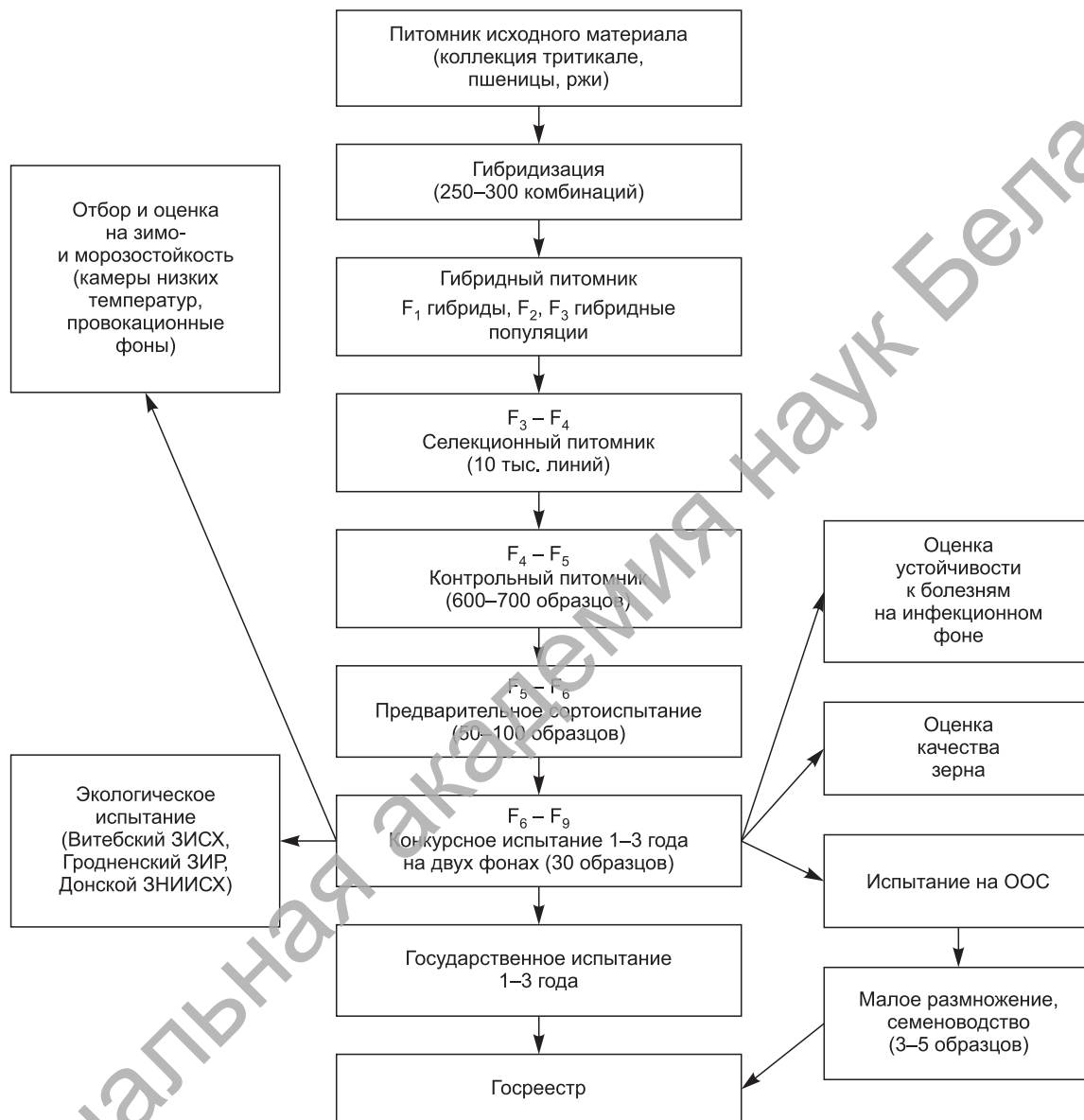


Схема организации селекционного процесса тритикале в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию

Конкурсное сортоиспытание при этом закладывается в 6-кратной повторности: 3 – по обычной технологии и 3 – по интенсивной. Общими для обеих технологий являются следующие основные элементы: норма высева – 4,5 млн всхожих семян на гектар, доза минеральных удобрений –  $P_{80}K_{120}$  кг/га д.в., протравливание семян – препарат максим форте, 2 л/т.

Обработку посевов проводили гербицидом алистер, 0,6 л/га, осенью. Азотные удобрения вносили весной в три приема:  $N_{60}$  – при возобновлении вегетации,  $N_{30}$  – в начале выхода в трубку (ст. 31),  $N_{30}$  – при появлении флагового листа (ст. 37).

По интенсивной технологии дополнительно применяли дозу  $N_{30}$  в фазу колошения (ст. 51), а также микроэлементы Cu и Mn (50 г/га) в виде некорневой подкормки в ст. 31, регулятор роста – в ст. 31 и 37 и фунгицид – в ст. 37 по Цадоксу.

В среднем за последние три года урожайность образцов озимого тритикале по обычной технологии возделывания составила 59,6 ц/га при диапазоне изменчивости от 44,2 до 77,1 ц/га и коэффициенте вариации 9,12 % (табл. 2). Применение интенсивной технологии возделывания способствовало увеличению нормы реакции генотипов и повышению урожайности на 9,1 ц/га, или 15,3 %. Максимальная прибавка отмечалась в 2013 г. – 10,6 ц/га, или 20,8 %. Сравнительный анализ биометрических параметров показал, что основными элементами, обеспечившими прирост урожайности озимого тритикале при интенсивной технологии, являлись показатели «количество продуктивных стеблей» и «масса зерна с растения». По результатам трехлетних наблюдений они оказались наиболее отзывчивыми на изменение технологии возделывания.

Для показателей «высота растений» и «масса 1000 зерен» отмечалось незначительное снижение средних значений. Генотипическая специфика заметно проявилась для показателей «сырая клейковина», «продуктивная кустистость» и «масса зерна с растения», о чем свидетельствовали высокие коэффициенты вариации.

Т а б л и ц а 2. Результаты конкурсного сортоиспытания озимого тритикале на двух уровнях технологии возделывания, среднее за 2011–2013 гг.

Показатель	Технология возделывания						
	обычная			интенсивная			
	X±Sx	Lim	V, %	X±Sx	± к обычной технологии, %	Lim	V, %
Урожайность, ц/га	59,6±1,0	42,7–77,1	9,12	68,7±1,4	+15,3	42,8–93,0	13,99
Высота растения, см	115±2	84–146	8,54	109±1	-5,2	88–151	6,95
Количество продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup>	605±14	380–837	11,62	670±15	+10,7	420–923	11,19
Количество зерен в колосе, шт.	46,1±1,1	29,6–65,9	12,55	49,2±1,4	+6,7	35,7–68,2	14,03
Масса зерна колоса, г	1,99±0,06	1,35–3,09	16,56	2,08±0,06	+4,5	1,33–2,96	14,09
Масса зерна с растения, г	4,37±0,21	2,01–9,68	23,84	4,79±0,20	+9,6	2,65–8,21	21,96
Масса 1000 зерен, г	45,2±0,9	34,0–58,0	10,12	44,7±0,8	-1,1	35,5–57,3	9,76
Сырой протеин, %	11,3±0,1	8,1–15,2	6,68	11,8±0,1	+4,4	9,2–16,1	6,92
Сбор сырого протеина, ц/га	5,79±0,18	3,67–6,56	7,91	6,97±0,23	+20,4	5,04–10,0	10,46
Сырая клейковина, %	12,4±0,4	8,1–16,7	18,43	14,0±0,5	+12,9	9,8–20,1	17,99

В среднем содержание сырого протеина в зерне озимого тритикале при интенсивной технологии увеличилось незначительно – от 11,3 до 11,8 %. С одной стороны, внесение дополнительных доз азотных удобрений и микроэлементов приводит к увеличению содержания протеина и изменению его фракционного состава, с другой стороны – повышение продуктивности сопровождается снижением уровня белка и ростом содержания крахмала. Однако, обратная корреляционная зависимость между урожайностью и протеином в зерне озимого тритикале уже не носит ярко выраженного достоверного характера, отмечаемого ранее. Так, по результатам последних трех лет достоверной зависимости между этими показателями для анализируемой выборки не выявили. Более того, если для традиционной технологии коэффициент корреляции был отрицательным ( $r = -0,161$ ), то для интенсивной технологии он характеризовался положительным значением ( $r = 0,231$ ).

Увеличение содержания сырой клейковины в зерне озимого тритикале при интенсивной технологии было более выраженным – от 12,4 до 14,0 %, при этом степень сопряженности между протеином и клейковиной существенно усиливалась при переходе от обычной ( $r = 0,506$ ) к интенсивной технологии ( $r = 0,774$ ).

Анализ отклика генотипов на интенсивную технологию позволил выделить отзывчивые по показателю урожайности сорта и сортообразцы озимого тритикале: Прометей, Благо, Адашь, Г-5125, Г-5321, Г-6370, для которых прибавка в среднем за три года составила  $\geq 10$  ц/га. Максимальное повышение содержания сырого протеина отмечалось для образцов Михась, Лето, Пятрусь, Жемчуг, Г-5125, Г-5321, Г-6221; сырой клейковины – Динамо, Жемчуг, Г-5125, Г-5321, Г-6254.

Учитывая системный подход к формированию схем скрещиваний на этапе предварительного и конкурсного сортоиспытания, нами проведено определение селекционной ценности родительских компонентов, используемых при гибридизации. Показатель селекционной ценности родительского компонента скрещиваний представляет собой удельный вес участия конкретной родительской формы в составе сортообразцов предварительного и конкурсного испытания от общего числа компонентов, участвующих в гибридизации, выраженный в процентах. Так, например, в составе 104 сортообразцов конкурсного и предварительного сортоиспытания озимого тритикале в 2014 г. задействовано 169 родительских компонентов. Доля участия конкретных из них варьировала от 0,6 до 20,7 % (табл. 3). Высокой селекционной ценностью среди сортообразцов генфонда озимого тритикале характеризуются сорта Гренадо, Модерато, Бальгико, Валентин 90, Михась и др. Среди сортообразцов ярового тритикале из 163 исходных компонентов скрещиваний в составе набора сортообразцов предварительного и конкурсного сортоиспытания выделены следующие: Матейко – 25,2 %, Нагано – 8,6, Модерато – 8,0, Узор – 6,1, Неті 414 – 6,1, Лотас – 5,5 % и др.

Т а б л и ц а 3. Селекционная ценность родительских компонентов скрещиваний тритикале на этапе предварительного и конкурсного сортоиспытания

Озимое тритикале			Яровое тритикале		
Родительская форма	Число сортообразцов, шт.	% от общего числа родительских форм	Родительская форма	Число сортообразцов, шт.	% от общего числа родительских форм
Гренадо	35	20,7	Матейко	41	25,2
Модерато	18	10,7	Нагано	14	8,6
Динаро	8	4,7	Модерато	13	8,0
Валентин 90	7	4,1	Узор	10	6,1
Бальгико	6	3,5	Гренадо	9	5,3
Михась	5	3,0	Лотас	9	5,3
Кастусь	5	3,0	Полесье	8	6,1
Другие формы	85	50,3	Другие формы	59	35,4
Всего	169	100,0	Всего	163	100,0

В составе сортообразцов предварительного и конкурсного сортоиспытания значительный удельный вес занимали также сортообразцы отдаленных скрещиваний, полученные на основе *Triticum turgidum*, – 18,3 %, а также удвоенные гаплоиды – 5,3 %. Остальные родительские формы озимого тритикале по их удельному весу в составе сортообразцов ПСИ и КСИ находились в пределах 0,6–1,8 %.

Проведенный анализ позволяет дифференцировать исходные родительские формы по их селекционной ценности на заключительных этапах селекционного процесса, лучшие из которых следует считать донорами комплекса хозяйственно полезных признаков.

Результатом селекционной работы за период 1976–2013 гг. в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию стало создание 18 сортов озимого тритикале: Дар Белоруссии, Михась, Мара, Идея, Модуль, Дубрава, Рунь, Сокол, Кастусь, Жыць, Антось, Импульс, Прометей, Амулет, Руно, Динамо, и 6 сортов ярового тритикале: Лана, Ульяна, Узор, Лотас, Садко, включенных в Государственный реестр. Ряд сортов озимого тритикале (Дар Белоруссии, Михась, Идея, Кристалл), ярового тритикале (Ульяна, Лотас, Норманн (совместный с Владимирским НИИСХ)) были включены в Госреестр РФ.



**Заключение.** В результате селекционной работы по тритикале выделены источники хозяйственно ценных признаков и свойств, определена эффективность их использования в селекционных программах на основе системных скрещиваний и усовершенствованной схемы организации селекционного процесса, современных генетико-биотехнологических методов селекции в кооперации с НИУ Беларуси и России. За период 1976–2013 гг. в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию создано 18 сортов озимого и 6 сортов ярового тритикале.

### Литература

1. Об итогах уборки урожая зерна в Республике Беларусь в 2013 году / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – 109 с.
2. Гриб, С.И. Селекция тритикале в Беларуси: результаты, проблемы и пути их решения / С.И. Гриб, В.Н. Буштевич // Тритикале: генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов. – Ростов н/Д, 2010. – С. 74–79.
3. Гриб, С.И. Результаты и актуальные направления селекции тритикале в Беларуси / С.И. Гриб // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2003. – № 1. – С. 29–33.
4. Гриб, С.И. Разработка модели сорта для ярового тритикале / С.И. Гриб, С.Н. Куликович // Агрэканоміка. – 2004. – № 1. – С. 30–32.
5. Гриб, С.И. Генофонд, направления и результаты селекции тритикале в Беларуси / С.И. Гриб // Молекулярная и прикладная генетика: науч. тр. – Т. 1. – Минск, 2005. – С. 166.
6. Гриб, С.И. Генофонд, методы и результаты селекции тритикале в Беларуси / С.И. Гриб, В.Н. Буштевич // Генетичні ресурси рослин. – 2008. – № 5. – С. 137–143.
7. Кремневская, Е.М. Создание яровых форм гексаплоидных тритикале с интрогрессией пшеничного локуса *glu-d1* / Е.М. Кремневская, С.И. Гриб, В.Н. Буштевич // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. – Вып. 49. – Минск, 2013. – С. 358–372.

*S. I. GRIB*

### GENE POOL, METHODS AND RESULTS OF TRITICALE BREEDING IN BELARUS

#### Summary

The paper deals with the analysis of the breeding work on triticale for the period from 1976 to 2013. The main sources of agronomic characters and qualities are presented, the efficiency of their use in breeding programmes based on an improved scheme of breeding process organization is determined. As a result of the breeding, 18 winter triticale varieties and 6 spring triticale varieties have been developed.