

УДК 631.527:004.4: 004.032.26

И.Г. ГРЕБЕННИКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией

Сибирский физико-технический институт аграрных проблем СФНЦА РАН

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibfti.grig@ngs.ru

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ФОРМ ТРИТИКАЛЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

По результатам селекционных исследований яровой тритикале в условиях Западно-Сибирской лесостепи Приобья за период 2009–2013 гг. сформирована компьютерная база данных, содержащая информацию по урожайности, качеству продукции, устойчивости к болезням, вредителям и другим признакам. Исходным материалом послужили межсортовые гибриды гексаплоидных яровых тритикале, полученные в результате диаллельных скрещиваний четырех сортов яровых тритикале из коллекции ВИР (Сокол Харьковский, Укро, Габо, К-3881), а также этих сортов с озимым сортом селекции СибНИИРС – Сирс 57. Разработана экспериментальная модель программно-алгоритмического комплекса по селекции тритикале. Результат работы комплекса позволил произвести оценку коллекционных образцов и подбор родительских форм яровой тритикале для гибридизации при создании селекционного материала с требуемым сочетанием хозяйственно ценных признаков. Использование программно-алгоритмического комплекса позволило выделить следующие исходные формы яровой тритикале: линию К-3881, которая имеет максимальное значение общей комбинационной способности по признаку «число зерен главного колоса»; интенсивный сорт К-3881; пластичный сорт экстенсивного типа Укро, дающий в различных условиях стабильно высокий урожай, и селекционно-ценную комбинацию Сирс 57 × Укро.

Ключевые слова: селекция, яровая тритикале, продуктивность, диаллельный анализ, экологическая пластичность, селекционная ценность.

Актуальность создания и внедрения в агропроизводство яровой тритикале как страховой культуры подтверждается тем, что ее озимые сорта не всегда могут дать гарантированный урожай по причине действия неблагоприятных факторов. Внедрение данной культуры в производство возможно только при создании сортов, соответствующих почвенно-климатическим условиям региона. Применение информационных технологий позволяет повысить надежность правильного подбора родительских форм для гибридизации, обладающих требуемым сочетанием хозяйственно ценных признаков.

Цель исследования – разработать методику оценки форм яровых тритикале с применением комплекса компьютерных программ. В задачи исследований входило создание межсортовых гибридов яровых тритикале, формирование базы данных, разработка экспериментальной модели программно-алгоритмического комплекса по селекции тритикале.

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2009–2013 гг. в лабораторных и полевых условиях СибНИИРС – филиале ИЦиГ СО РАН и биополигона ФГБНУ СибФТИ (Новосибирская область). Применялись следующие методы создания селекционного материала: межсортовая гибридизация гексаплоидных тритикале и использование озимой тритикале при получении яровых форм.

* Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук П.И. Стёпочкин.

На первоначальном этапе селекционной работы всесторонне проработан исходный материал и произведён подбор родительских форм с целью получения разнокачественных в генетическом отношении гибридов. По результатам исследований, из образцов яровых тритикале коллекции ВИР по комплексу признаков (крупность и выравненность зерна, продуктивность, раннеспелость, устойчивость к полеганию) выбраны следующие сорта: К-3722 Gabo, К-3542 Сокол Харьковский, К-3644 Укро и К-3881 Dahbi 6/3/Ardi 1/Торо 1419. Сорта характеризовались устойчивостью к мучнистой росе и бурой ржавчине.

Для изучения донорских способностей тритикале в 2009 г. проведена гибридизация по полной диаллельной схеме 4×4 яровых сортов: Сокол Харьковский, Укро, Габо, К-3881, а также этих сортов с озимым сортом селекции СибНИИРС – Сирс 57. В расщепляющихся поколениях F_2 – F_4 проводился негативный отбор, т.е. выбраковывали озимые и сверхпозднеспелые растения в комбинациях с озимым сортом Сирс 57, тонкостебельные, мелкоколосые, ломкоколосые растения, полустерильные и стерильные, с проросшим зерном.

В ходе исследования выделилась гибридная комбинация Сирс 57 $\times$ Укро, отличающаяся от других более высокой урожайностью (> 50 ц/га) и коэффициентом селекционной ценности (0,71). По этим показателям она ненамного уступала отцовскому сорту Укро. Но наличие более короткой соломины ($79,5 \pm 4,8$ см) по сравнению с Укро ($103,5 \pm 3,0$ см), а также безостого колоса, что унаследовано от материнской формы Сирс 57, делает эту гибридную популяцию более перспективной. В итоге пятилетних исследований проведенные отборы позволили получить в гибридных популяциях яровых тритикале большое количество форм, значительно превосходящих по своим показателям исходные родительские. Основными достоинствами этих гибридов являются высокая продуктивность, устойчивость к болезням, полеганию и осыпанию, а также высокое качество зерна (табл. 1).

Обработанный и систематизированный селекционный материал лег в основу создания компьютерной базы данных, содержащей информацию по урожайности, качеству продукции, устойчивости к болезням, вредителям и другим неблагоприятным факторам [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разработан программно-алгоритмический комплекс, компонентами которого являются следующие программы [2–4].

1. Диаллельный анализ селекции сельскохозяйственных культур.

Программа выполняет основные функции: оценку комбинационной способности родительских форм; оценку генетических параметров исследуемого признака; выявление эффектов действия генов (аддитивность, доминирование, эпистаз); определение степени наследуемости признаков; определение соотношения частот доминантных и рецессивных генов в определенном локусе; сравнительный анализ родительских сортов и их потомства по отцовской и материнской линии [5].

Анализ показал, что у селекционного материала в схеме наследования признака «длина колоса» преобладают доминантные аллели, доминирование

Таблица 1

Основные количественные признаки гибридов F_5 и родительских форм, 2013 г.

Сорт, гибрид	Среднее значение, $\pm$	Высота растения, см	Число зерен главного колоса	Масса зерен главного колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га	Селекционная ценность
Укро	Среднее	103,5	47,8	2,1	43,2	55,5	0,737
	$\pm$	3,0	1,7	0,1	0,4	2,8	0,011
К-3881	Среднее	75,8	41,5	1,6	38,1	38,3	0,637
	$\pm$	5,3	3,1	0,1	0,9	4,8	0,034
Габо	Среднее	83,0	37,8	1,2	32,7	35,3	0,591
	$\pm$	5,6	3,5	0,1	0,4	9,0	0,015
Сирс 57 $\times$ Укро	Среднее	79,5**	54,8***	2,1**	38,3***	51,3	0,708**
	$\pm$	4,8	5,9	0,2	1,1	3,0	0,027
Укро $\times$ К-3881	Среднее	92,5***	45,3*	1,8***	40,2*	48,7***	0,668**
	$\pm$	1,7	4,2	0,1	1,9	2,7	0,006
Сирс 57 $\times$ К-3881	Среднее	82,8	44,5**	1,6**	36,7**	35,6**	0,617**
	$\pm$	3,3	1,9	0,1	0,5	3,2	0,023
Габо $\times$ Укро	Среднее	86,3*	41,0***	1,5***	35,8***	37,7*	0,606*
	$\pm$	4,3	3,1	0,1	1,0	3,4	0,013

Достоверное отличие:

*От отцовской формы при $p < 0,05$.

**От материнской формы при $p < 0,05$.

***От обеих родительских форм при $p < 0,05$.

направлено в сторону увеличения данного признака. Сорт Укро, характеризующийся высокой общей комбинационной способностью, целесообразно использовать в линейной селекции для увеличения значения признака. Гибридную комбинацию с высокой специфической комбинационной способностью К-3881 $\times$ Сокол возможно применять в селекции на гетерозис (рис. 1).

Название сорта	Константы СКС (S_{ij})				Эффекты ОКС (g_i)	Вклад в дисперсию ОКС	Вклад в дисперсию СКС
	К-3881	Сокол	Габо	Укро			
К-3881					-0,0109	-0,0006	0,3971
Сокол	0,5982 *				-0,5672 *	0,321	0,3172
Габо	0,1395	0,0137			0,0953	0,0084	0,0514
Укро	0,4535 *	0,3397 *	0,0011		0,4828 *	0,2324	0,2648

Рис. 1. Результаты анализа общей и специфической комбинационной способности четырех сортов яровой тритикале

2. Анализ экологической пластичности сельскохозяйственных культур.

Программа позволяет проводить оценку сортов и линий тритикале по степени отзывчивости на благоприятный агрофон через показатель интенсивности и оценку сортов и линий тритикале по степени устойчивости индекса стабильности при испытании их как минимум на двух агрофонах [6].

В результате тестирования программы выполнено дифференцирование сортов и линий яровой тритикале по их реакции на условия возделывания.

вания, а также установлен критерий ценности изучаемых образцов при селекции на продуктивность при различном сочетании высокой урожайности со свойствами стабильности и интенсивности (рис. 2).

Сорт	Интенсивность, %	Классификация сортов по интенсивности	Устойчивость, %	Классификация сортов по устойчивости
Сокол	23,875	Полуинтенсивный	23,181	Стабильный
Укро	3,356	Экстенсивный	71,276	Стабильный
Габо	14,484	Полуинтенсивный	52,843	Стабильный
K-3881	42,304	Интенсивный	79,852	Стабильный

Рис. 2. Результаты оценки экологической пластичности четырех сортов яровой тритикале

3. Интегральная селекционная оценка сельскохозяйственных культур.

Данная программа позволяет вычислять коэффициент интегральной оценки коллекционных и селекционных образцов в зависимости от доле-вых вкладов ряда ценных признаков [7]. Анализ интегральной оценки ис-следуемых форм позволил выявить селекционно-ценные образцы (рис. 3).

Номер	Название образц	Высота раст	Масса зёрен г/кол	Масса 1000 зёр	Натура зерн	Ценность образца
167	Укро * К крупн	5	5	5	5	0,845
225	Укро * Сокол	4	3	5	5	0,786
163	Укро * К	4	4	4	5	0,780
166	Укро * К	4	3	4	5	0,755
151	Габо * Укро	4	4	3	5	0,747
111	Сокол * Габо	2	3	4	5	0,726
56	Габо * К	5	3	3	5	0,714
168	Укро * К	4	3	4	5	0,703
264	Сирс * Укро	5	5	5	0	0,701
5	Сирс * Габо	1	0	0	0	0,234

Рис. 3. Интегральная оценка форм яровой тритикале

Полученные межсортные гибриды яровой тритикале используются в селекции на продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды, а также для увеличения биоразнообразия сибирского генофонда. При изучении гибридных популяций F_2-F_5 выявлено большое разно-образие форм по количественным и качественным признакам.

ВЫВОДЫ

Применение комплекса компьютерных программ и методики оценки форм тритикале позволило сделать следующие выводы.

1. Выявлено, что яровой сорт Укро является источником по отдельным хозяйственно ценным признакам: числу зерен с главного колоса 46–67 шт.; массе зерна с главного колоса 2–4 г; массе 1000 зерен 42–60 г.

2. Определено, что в гибридизации с яровыми формами озимый сорт Сирс 57 является донором короткостебельности и безостости колоса.

3. Использование программно-алгоритмического комплекса позво-лило выделить следующие исходные формы яровой тритикале для воз-

делывания в Западно-Сибирском регионе: линию К-3881, которая имеет максимальное значение общей комбинационной способности ($g_i = 2,94$) по признаку «число зерен главного колоса»; интенсивный сорт К-3881 и пластичный сорт экстенсивного типа Укро, дающий в различных условиях стабильно высокий урожай (7,5-8,1 т/га); комбинацию Сирс 57 × Укро, характеризующуюся высокой селекционной ценностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Компьютерная программа обеспечения селекционного процесса зерновых культур (на примере тритикале) // Ползуновский вестник. – 2011. – № 2/2. – С. 12–133.
2. Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г. Диаллельный анализ селекции сельскохозяйственных культур: свидетельство об офиц. регистрации программы для ЭВМ Российская Федерация № 2011613440; опубл. 29.04.2011.
3. Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г., Чешкова А.Ф. Анализ экологической пластичности сельскохозяйственных культур: свидетельство об офиц. регистрации программы для ЭВМ Российская Федерация № 2013611494; опубл. 15.01.2013.
4. Чешкова А.Ф., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И., Гребенникова И.Г. Интегральная селекционная оценка сельскохозяйственных культур: свидетельство об офиц. регистрации программы для ЭВМ Российская Федерация № 2013661141; опубл. 29.11.2013.
5. Гребенникова, И.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Диаллельный анализ длины колоса у яровой тритикале // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 12. – С. 103–109.
6. Чешкова А.Ф., Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Компьютерная программа «Анализ экологической пластичности сельскохозяйственных культур» // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 74–76.
7. Чешкова, А.Ф., Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Компьютерная программа «Анализ экологической пластичности сельскохозяйственных культур» // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 12. – С. 69–71.

Поступила в редакцию 19.09.2016

I.G. GREBENNIKOVA, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head

Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: sibfti.grig@ngs.ru

METHODS TO ASSESS TRITICALE FORMS USING A COMPLEX OF COMPUTER PROGRAMS

Resulting from spring triticales breeding research under conditions of West Siberian forest-steppe areas near the Ob for the period of 2009–2013, a computer database containing information on productivity, product quality, resistance to diseases and pests, and other traits was formed. The initial material for breeding were intervarietal hybrids of hexaploid-based spring triticales derived from diallel crossings among the four spring triticales varieties from the collection of the N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry (Sokol Kharkovskiy, Ukro, Gabo, K-3881) as well as these varieties with Sirs 57 cultivar of winter triticales bred at the Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding. A model of software algorithmic complex on triticales breeding was experimentally developed. Complex operation results allowed us to evaluate collection samples and select parental forms of spring triticales for hybridization when developing breeding material with a required combination of economic characters. The use of the software algorithmic complex made it possible to select the following initial forms of spring triticales: line K-3881 having the maximum value of total combining ability as to the trait of “the number of kernels per main spike”; intensive variety K-3881; plastic variety Ukro of the extensive type, which gives stable high yields under different conditions, and Sirs 57 x Ukro combination of breeding value.

Keywords: breeding, spring triticales, productivity, diallel analysis, ecological plasticity, breeding value.