DOI: 10.31279/2222-9345-2018-7-30-143-146
УДК 633.174:631.527.52

М. П. Жукова, Н. А. Багринцева, А. Б. Володин, И. А. Донец

Zhukova M. P., Bagrintseva N. A., Volodin A. B., Donets I. A.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ГЕТЕРОЗИСНОЙ СЕЛЕКЦИИ СОРГО ЗЕРНОВОГО

BASIC PRINCIPLES OF THE HETEROSIS SELECTION OF GRAIN SORGHUM

Важное значение в укреплении кормовой базы приобретает культура сорго. Представлены многолетние исследования по селекции сорго на гетерозис на основе цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС). При правильном подборе сортов и гибридов и технологии возделывания оно дает высокие и устойчивые урожаи зерна, а также зеленой массы на силос, сено и зеленый корм. Цитоплазматическая мужская стерильность у сорго проявляется в форме недоразвитых пыльников с небольшим количеством стерильной пыльцы, а иногда и без пыльцы. Развитие и функционирование гинецея у растений с ЦМС происходит нормально, за исключением нежизнеспособности пыльцы материнских форм. Основным способом получения гетерозисных гибридов сорго – это использование форм, обладающих мужской стерильностью, при которой исключается самоопыление и обеспечивается перекрестное опыление. С помощью комбинационной способности удается выделить лучшие родительские формы, с учетом закономерности наследуемости селекционно значимых признаков и свойств, а также способности закреплять стерильность и восстанавливать фертильность пыльцы в гибриде. Приведены результаты изучения родительских форм сорго зернового на комбинационную способность. Определена комбинационная способность (ОКС и КС) родительских форм для гетерозисной селекции. Выделены доноры стабильно высокой урожайности, низкорослости, скороспелости и качества зерна. Получены гибридные комбинации для сортоиспытания и передачи на государственное сортоиспытание.

Ключевые слова: селекция, гетерозис, комбинационная способность, цитоплазматическая мужская стерильность, гибридные комбинации.

Sorghum culture is becoming important in strengthening the food supply. We present long-term researches on sorghum breeding on heterosis on the basis of cytoplasmic male sterility (CMS). With proper selection of varieties and hybrids and cultivation technology, it gives high and stable grain yields, as well as green mass for silage, hay and green feed. Cytoplasmic male sterility in sorghum is manifested in the form of underdeveloped anthers with a small amount of sterile pollen, and sometimes without pollen. The development and functioning of guineas in plants with CMS occurs normally, except for the non-viability of pollen of maternal forms. The main method of producing heterosis hybrids of sorghum is the use of forms that have male sterility, in which self-pollination is excluded and provided cross-pollination. With the help of combining ability it is possible to allocate the best parent forms, taking into account the regularity of the inheritance of selection-significant features and properties, as well as the ability to fix sterility and restore the fertility of pollen in the hybrid. The article presents the results of studying the parent forms of sorghum grain on the combinational ability. We determined the combinational ability (ACS and SCS) of parent forms for heterosis breeding. We identified donors of consistently high yield, low growth, early maturity and grain quality. It is obtained the hybrid combinations for variety testing and transfer to state variety testing.

Key words: selection, heterosis, combination ability, cytoplasmic male sterility, hybrid combinations.

Жукова Мая Петровна –

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия, растениеводства и селекции им. профессора Ф. И. Бобрышева ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8(8652)71-67-99
E-mail: sniish.mail.ru

Багринцева Наталья Александровна –

кандидат сельскохозяйственных наук, патентовед ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»
г. Михайловск
Тел.: 8-909-755-77-33

Володин Александр Борисович –

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства сорго ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»
г. Михайловск
E-mail: sniish.mail.ru

Донец Инна Анатольевна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия, растениеводства

Zhukova Maya Petrovna –

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of General Agriculture, Plant Production and Breeding named after Professor F. I. Bobryshev FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8(8652)71-67-99
E-mail: sniish.mail.ru

Bagrintseva Natalya Aleksandrovna –

Ph.D of Agricultural Sciences, Patent Expert FSBSI «North Caucasian Federal Agricultural Research Centre»
Mikhaylovsk
Tel.: 8-909-755-77-33

Volodin Aleksander Borisovich –

Ph.D of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Selection and Primary Seed of Sorghum, FSBSI «North Caucasian Federal Agricultural Research Centre»
Mikhaylovsk
E-mail: sniish.mail.ru

Donets Inna Anatolievna –

Ph.D of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General Agriculture, Plant Production

и селекции им. проф. Ф. И. Бобрышева
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8(8652)71-67-99
E-mail: donets.inna.stav@mail.ru

and Breeding named after Professor F. I. Bobryshev
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8(8652)71-67-99
E-mail: donets.inna.stav@mail.ru

Интенсификация сельскохозяйственного производства, широкое применение прогрессивных приемов позволяют не только увеличивать выход продукции, но и всемерно повышать его качество [1].

В южных и юго-восточных районах страны, где периодически наблюдаются засухи, важное значение в укреплении кормовой базы приобретает культура сорго. При правильном подборе сортов и гибридов и технологии возделывания оно дает высокие и устойчивые урожаи зерна, а также зеленой массы на силос, сено и зеленый корм [2].

Однако сорго является малораспространенной культурой в нашей стране. Это объясняется, прежде всего, неудовлетворительным состоянием семеноводства, слабой разработкой комплексной технологии возделывания, уборки, хранения и использования зерна и зеленой массы [3]. Основной задачей успешного внедрения этой культуры в сельскохозяйственное производство является создание высокоурожайных, скороспелых и высококачественных сортов и гибридов, приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Использование цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) у сорго открыло новый этап в селекции этой культуры, который заключается в выведении высокоурожайных гетерозисных гибридов на стерильной основе.

В связи с этим важным средством повышения продуктивности растениеводства является практическое использование эффекта гетерозиса (т. е. повышение мощности и продуктивности гибридов по сравнению с родительскими формам).

У многих культур, таких как сорго, лук, морковь, сахарная свекла и др., массовая кастрация цветков практически трудноосуществима, поэтому производство гибридных семян возможно только при использовании стерильных форм.

ЦМС у сорго проявляется в форме недоразвитых пыльников с небольшим количеством стерильной пыльцы, а иногда и без пыльцы. Развитие и функционирование гинецея у растений с ЦМС происходит нормально, за исключением нежизнеспособности пыльцы материнских форм [4].

Сорго обладает двуполыми цветками и способно оплодотворяться как от самоопыления, так и от перекрестного. Проблема получения гибридных семян от перекрестного опыления в семеноводстве сорго является весьма важной. Основной способ получения гетерозисных гибридов сорго – это использование форм, обладающих мужской стерильностью, при которой

исключается самоопыление и обеспечивается перекрестное опыление.

Использование ЦМС в селекции и семеноводстве сорго связано с созданием источников стерильности, изучением реакции сортообразцов на стерильность, выведением стерильных аналогов и подбором восстановителей фертильности пыльцы. Величина гетерозиса зависит от конкретных комбинаций скрещиваний, в результате которых получены гибриды.

Они существенно превосходят родительские формы по таким хозяйственно ценным признакам, как высота растений, кустистость, размер метелки и листа, толщина стебля, урожай зерна, зеленой массы и абсолютный вес семян [5].

В то же время скороспелость в гибридных комбинациях может занимать промежуточное положение или отставать в своем развитии. Доминирование короткого вегетационного периода одной из родительских форм свидетельствует о наличии гетерозиса скороспелости. В то же время обнаружены достоверные случаи удлинения вегетационного периода, даже при скрещивании со скороспелыми образцами. Следовательно, заранее определить гетерозисный эффект не возможно без дополнительных оценок исследуемого материала по признакам, не контролируемым по фенотипу.

Основная цель комбинационной способности выделить лучшие родительские формы с учетом закономерности наследуемости селекционно-значимых признаков и свойств и способности закреплять стерильность и восстанавливать фертильность пыльцы в гибриде.

Наши исследования комбинационной способности проводились с восьмью стерильными линиями с тремя тестерами в различных комбинациях по качественным и количественным признакам. При этом родительские формы проявляли более высокий коэффициент наследуемости общей комбинационной способности (ОКС), чем специфической (СКС) и малой подверженности паратипической изменчивости, в зависимости от комплекса внешних генотипических особенностей родительских форм. Анализ вариантов продуктивности гибридов первого поколения свидетельствует об очень больших различиях значений вариантов ОКС сортов-опылителей и ОКС стерильных линий.

Отдельные стерильные линии устойчиво передают ОКС по наследству и являются донорами. К ним относятся: А 3622 – по увеличению урожайности и высоте растений, Зерста 38А, А3615, А3622 – по скороспелости, по комплексу признаков и свойств (урожайность, качество зерна, низкорослость и скороспелость) – Княжна, Зерста 38А, А3615, А803, Зерста 90с.

Таблица – Коэффициенты наследуемости продуктивности у гибридов зернового сорго

Материнская или отцовская форма	h^2	h^2	h^2_{p1}	h^2_{p2}	$h^2_{p1 p2}$
♀	0,8780	0,5165	0,3693	0,1475	0,3614
♂	0,8160	0,5188	0,1304	0,3883	0,2972

Высокой общей комбинационной способностью по продуктивности зерна характеризовалась стерильная линия Княжна, независимо от влияния паратипического фактора за годы испытания. Линии с высокой специфической комбинационной способностью (СКС) – Зерста 38А, А3622, А320 проявили гетерозисный эффект по зерновой продуктивности.

Значительный уровень варьирования ОКС у стерильных линий предопределялся высокой степенью взаимодействия их генотипов не только с генотипами отцовских форм, но и с паратипическими факторами.

Линии с высокими и средними оценками ОКС в большинстве случаев обеспечивают получение высокогетерозисных гибридов. Большое варьирование ОКС в топкроссных скрещиваниях происходит за счет неодинакового влияния паратипического фактора на генотипы стерильных линий и сортов-опылителей сорго, что зависит от генетической сложности скрещиваемых родительских форм.

В топкроссных скрещиваниях с использованием ЦМС фенотипическая изменчивость является результатом взаимодействия генотипической и паратипической изменчивости, вызываемой наследственными особенностями и условиями внешней среды.

Разложение генотипической изменчивости (h^2) на составные элементы и определение степени наследуемости обусловлены генотипами материнских (h^2_{p1}) и отцовских (h^2_{p2}) форм, а также их взаимодействием ($h^2_{p1 p2}$) (табл.).

Исходный материал, проанализированный по продуктивности гибридов первого поколения зернового сорго, показал, что коэффициент наследуемости продуктивности гибридов зернового сорго, обусловленный генотипами изучаемых форм, относительно стабилен и имеет высокие показатели независимо от влияния паратипического фактора.

Результаты наших исследований по изучению генетических особенностей исходного материала позволили выделить ряд гетерозисных гибридов.

По комплексу хозяйственно ценных признаков особо выделился гетерозисный гибрид сорго зернового Эква1, с эффектом гетерозиса 16,3 % по отношению к материнской и 31,1 % по отношению к отцовской форме. Гетерозисный гибрид сорго зернового Эква1 внесен в Государственный реестр селекционных достижений и рекомендован для использования в производстве. Эффект гетерозиса по сбору перевариваемого протеина и обменной энергии с 1 гектара посева гибрида Эква1 составил 87,5 и 77,7 % соответственно.

В селекционных программах по созданию гетерозисных гибридов требуется полная информация об исходном материале. Подбор родительских пар осуществляется не только по фенотипическим признакам, но и по генетическим особенностям. Определение генетической природы каждого обладающего высокой степенью выраженности возможно осуществить при оценке эффектов общей и специфической комбинационной способности (ОКС и СКС).

Литература

1. Володин А. Б., Капустин С. И., Саварцов М. А. Пути интенсификации полевого кормопроизводства в Ставропольском крае // Кормопроизводство. 2015. № 8. С. 3–6.
2. Даниленко Ю. П., Володин А. Б., Болотин А. Г. Кормовая продуктивность сахарного сорго и сорго-суданковых гибридов на орошаемых землях Нижнего Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2012. № 2. С. 50–54.
3. Перспектива использования однолетних яровых культур в кормопроизводстве / М. П. Жукова, А. Б. Володин, С. И. Капустин, И. А. Донец, А. С. Голубь // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 3. С. 149–153.
4. Жукова М. П., Вахопский Э. К., Володин А. Б. Актуальные проблемы и результаты селекции сорго // Проблемы науч-

References

1. Volodin A. B., Kapustin S. I., Savartsov M. A. Ways of intensification of field fodder production in Stavropol Territory // Feed production. 2015. № 8. P. 3–6.
2. Danilenko Yu. P., Volodin A. B., Bolotin A. G. Feeding efficiency of sugar sorghum and sorghum-Sudanese hybrids on irrigated lands of the Lower Volga region // Grain Economy of Russia. 2012. № 2. P. 50–54.
3. Perspective of the use of annual spring crops in forage production / M. P. Zhukova, A. B. Volodin, S. I. Kapustin, I. A. Donetsk, A. S. Golub // Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2015. № 3. P. 149–153.
4. Zhukova M. P., Vakhopsky E. K., Volodin A. B. Actual problems and results of sorghum breeding // Problems of scientific provision of the agro-industrial complex of Stavropol Territory : materials of V scientific confer-

- ного обеспечения агропромышленного комплекса Ставропольского края : материалы V науч.конф. СНИИСХ. Ставрополь, 1990. С. 27–30.
5. Вахопский Э. К., Володин А. Б., Жукова М. П. Сорго Силосное 88 // Селекция и семеноводство. 1993. № 1. С. 43.
- ence of the Stavropol Research Institute of Agriculture. Stavropol, 1990. P. 27-30.
5. Vakhopsky E. K., Volodin A. B., Zhukova M. P. Sorgo Silos 88 // Selection and seed-growing. 1993. № 1. P. 43.