

УДК 633.174

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-49-52

БИОРАЗНООБРАЗИЕ СОРГО

Н. А. Ковтунова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

В. В. Ковтунов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

На основе народно-хозяйственного использования выделяют три основных вида сорго: зерновое (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), сахарное (*Sorghum sahharatum* (L.) Pers.) и травянистое (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf). В селекционной работе с сорго зерновым, сахарным и травянистым наблюдаются разные направления. Однако основной задачей селекции любой культуры является создание высокопродуктивных сортов и гибридов с высоким качеством продукции. Это предполагает вовлечение в селекционный процесс нового исходного материала, обладающего необходимыми качествами. Для решения данной задачи необходим богатый генетический материал, который будет использоваться в гибридизации. Цель работы – выделить основные направления и результаты селекции сорговых культур, изучить биологическое разнообразие внутри видов по отдельным показателям и выявить источники ценных признаков. О биологическом разнообразии и богатом генетическом материале свидетельствует большое количество выделенных источников хозяйственно ценных признаков, которые ежегодно вовлекаются в скрещивания с урожайными сортами. В результате проделанной работы создан ряд сортов, отвечающих требованиям сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: раннеспелость, крупнозерность, источник, образец, признак, селекция, сорт.



BIODIVERSITY OF SORGHUM

N. A. Kovtunova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of forage sorghum breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

V. V. Kovtunov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of forage sorghum breeding and seed-growing, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

On the basis of economic use there are three main types of sorghum: grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), sweet sorghum (*Sorghum sahharatum* (L.) Pers.) and grass (Sudan) sorghum (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf). There are various directions in the breeding work with grain, sweet and grass sorghum. However, the main breeding task of any grain crop is to create highly productive varieties and hybrids with high quality of products. This implies the involvement of new initial material with the necessary qualities in the breeding process. To solve this problem, a rich genetic material is of great need, which will be used in hybridization. The purpose of the work is to identify the main directions and results of sorghum breeding, to study biological diversity within the varieties according to individual indicators and to identify the sources of valuable traits. A large number of the identified sources of economically valuable traits, which are annually involved in hybridization with productive varieties gives evidence of the biological diversity and rich genetic material. The fulfilled work resulted in a number of developed varieties that meet the requirements of agricultural production.

Keywords: early ripeness, large kernels, source, sample, trait, breeding, variety.

Введение. Сорго – теплолюбивая, солевыносливая, устойчивая к жаре, засухе и суховеям кормовая культура семейства Злаковые (*Poaceae*). На основе народно-хозяйственного использования выделяют три основных вида сорго: зерновое (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), сахарное (*Sorghum sahharatum* (L.) Pers.) и травянистое (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf). Зерно сорго зернового используют для приготовления комбикормов и концентрированного корма. Сорго сахарное в основном используется для приготовления одновидового или комбинированного силоса. К травянистому сорго относят суданскую траву и сорго-суданковые гибриды, зеленую массу которых используют для получения зеленого корма, сена, сенажа. Фенотипически эти виды сорго значительно различаются. Так, низкорослостью, крупнозерностью, хорошей вымолачиваемостью зерна отличается сорго зерновое. Сахарное сорго имеет мощные высокорослые растения с крупными листьями, пленчатым зерном, толстым (20–30 мм) сочностебельным стеблем, в соке которого высокое содержание сахаров. Растения сорго травянистого высокорослые, тонкостебельные, кустистые, с длинной хорошо продуваемой метелкой, пленчатым мелким зерном, могут быть как сочностебельными, так и сухостебельными (используются исключительно для получения сена), харак-

теризуются хорошей отрастаемостью, что позволяет получать 2–3 укоса зеленой массы.

В связи с различными направлениями использования и биологическими отличиями направления селекционной работы с разными видами сорго имеют свои особенности. Однако основной задачей селекции любой культуры является создание высокопродуктивных сортов и гибридов с высоким качеством продукции. Это предполагает вовлечение в селекционный процесс нового исходного материала, обладающего необходимыми качествами. Для решения данной задачи необходим богатый генетический материал, который будет использоваться в гибридизации. Цель работы – выделить основные направления и результаты селекции сорговых культур, изучить биологическое разнообразие внутри видов по отдельным показателям и выявить источники ценных признаков.

Материалы и методы исследований. В статье приведены данные по изучению коллекционных образцов сорго зернового (150 шт.), сорго сахарного (130 шт.), суданской травы (130 шт.) за 2013–2017 гг. Исследования проводили в Зерноградском районе Ростовской области (ФГБНУ «АНЦ «Донской»). Посев проводили широкорядным способом посева в I–II декадах мая с нормой высева: сорго зернового – 260–280 тыс. зерен/га; сорго сахарного – 180–200 тыс. шт./га;

суданской травы – 340 тыс. шт./га. Образцы высевали без повторений однорядковыми деланками площадью 7 м². Фенологические наблюдения, оценки выполнены по рекомендациям, изложенным в «Широком унифицированном классификаторе СЭВ и Международном классификаторе СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench*». Содержание основных питательных веществ определено в лаборатории биохимической оценки растений ФГБНУ «АНЦ «Донской» по общепринятым методикам: сырой протеин – методом Кельдаля.

Результаты и их обсуждение. Селекционная работа с сорго зерновым, сахарным и травянистым имеет совершенно разные направления. Общим является только селекция на раннеспелость и низкорос-

лость со специфическими особенностями для каждой культуры. Так, при селекции на раннеспелость для сорго зернового предпочтение отдают сортам и линиям с вегетационным периодом менее 90 дней, для сорго сахарного – до 100 дней, для суданской травы – с продолжительностью периода «всходы – выметывание» менее 40–45 дней. Высота растений для сорго зернового рекомендуется до 120 см (пригодная для механизированной уборки зерна); для сахарного и травянистого сорго – до 200 см, так как они выращиваются для кормовых целей, а также проводится уборка зеленой массы. Уменьшение высоты сопровождается снижением урожайности зеленой массы, а увеличение – трудностями при семеноводстве (табл. 1).

1. Основные признаки в селекционной работе с культурой сорго 1. The main features of sorghum breeding

Показатель	Сорго зерновое	Сорго сахарное	Сорго травянистое
Раннеспелость	+	+	+
	(период «всходы – полная спелость» – до 90 дней)	(период «всходы – полная спелость» – до 100 дней)	(период «всходы – выметывание» – до 40 дней)
Низкорослость	+	+	+
	(до 120 см)	(до 200 см)	(до 200 см)
Крупнозерность	+	–	–
Озерненность	+	–	–
Высокая облиственность	–	±	+
Сочностебельность	–	+	+
Кустистость	–	–	+
Высокое содержание сахаров в соке стеблей	–	+	–
Высокое содержание белка/протеина	+	+	+
	(в зерне)	(в зеленой массе)	(в зеленой массе)
Высококрахмалистость	+	–	–

В селекции на раннеспелость достигнуты заметные результаты в селекции сорго. Создан ряд раннеспелых сортов сорго зернового, в том числе Орловское, Зерноградское 88, Великан и Атаман, которые допущены к использованию. Эти сорта, помимо высокой урожайности зерна (4,8–5,9 т/га) и вегетационного периода 85–93 дня, не требуют досушки зерна после уборки, что свидетельствует о высокой экономической эффективности возделывания данных сортов. Коллекция сорго зернового варьирует по данному показателю в пределах 80–125 дней с преобладанием среднеспелых форм (101–120 дней). В ходе многолетнего изучения выделен ряд источников скороспелости с вегетационным периодом 80–90 дней. Среди них сорта и образцы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Арлекин, Орловское, ЗСК-116, Арго и др.), селекции других научно-исследовательских учреждений РФ (Старт, Премьера, Рось, Пищевое 614, Волжское 4, Волжское 615, Белочка и др.) и иностранные образцы (К-10836, К-9266, К-9050, 06-2177 и др.).

В коллекции сорго сахарного образцы варьируют в пределах 90–140 дней, при этом образцов раннеспелых (90–100 дней) и среднеспелых (101–120 дней) примерно равное количество (в отдельные годы 43–48%). Встречаются позднеспелые формы (более 120 дней), которые, имея высокую урожайность зеленой массы, не всегда успевают сформировать полноценное зерно. В качестве источников раннеспелости выделен ряд образцов (К-1798, К-388, К-454, К-310 и др.), в том числе формы, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Амазанит 576/1207, Редколистное 1366, КА-388) с продолжительностью вегетационного периода менее 95 дней.

У суданской травы для кормовых целей особый интерес вызывает период от всходов до 1-го укоса («всходы – выметывание»). Коллекция суданской травы варьирует по данному показателю в пределах 38–70 дней. Скороспелые формы (35–40 дней) в отдельные годы позволяют получать до трех укосов зеленой массы, формы с продолжительностью данного периода более 60 дней дают только один укос зеленой массы за вегетационный период. С продолжительностью периода «всходы – выметывание» менее 40 дней в качестве источников скороспелости выделен ряд российских (Голубовская 25, Чижминская ранняя, Бродская 2, Приаральская 5, Якташ, Многогор и др.) и иностранных образцов (К-465, К-471, К-384, К-482, К-392 и др.).

Сами по себе скороспелые формы в основном обладают низкой урожайностью и низким кормовым потенциалом. Выделенные источники ежегодно вовлекаются в скрещивания с урожайными сортами. Таким образом, созданы сорта сорго сахарного Сахарное 105/3, ОС-44, Сахарное 334, имеющие продолжительность вегетационного периода 105–110 дней и урожайность зеленой массы на силос 47–49 т/га. Они, имея вегетационный период на уровне стандарта Зерноградский янтарь (110 дней, 38 т/га), характеризуются урожайностью зеленой массы на уровне более позднеспелого сорта Лиственит (116 дней, 47 т/га).

Высота растений – признак, значительно влияющий на урожайность зеленой массы. В коллекции сорго зернового высота растений колеблется от 60 до 180 см, большая часть коллекции представлена формами со значениями 100–150 см. В настоящее время необходимо создание короткостебельных со-

ртов и гибридов с высотой растений 90–120 см. Сорты, отвечающие этим требованиям, отличаются технологичностью, у них благоприятно сочетаются основные хозяйственные признаки: невысокий стебель, на построение которого расходуется меньше влаги и питательных веществ; устойчивость к полеганию; оптимальное соотношение зерна и вегетативной массы. Этим требованиям отвечают практически все сорта селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», внесенные в Госреестр селекционных достижений (Атаман, Зерноградское 88, Лучистое, Орловское, Зерноградское 53, Хазине 28). В качестве источников низкорослости выделены следующие сорта и образцы: Огонек, Топаз, Старт, CS-175, Наст 1938/10, Зерноградское 215, Зерноградское 89 и др.

В коллекции сорго сахарного высота растений у образцов варьировала в пределах 150–250 см с преобладанием среднерослых форм (150–200 см); суданской травы – 130–280 см, большая часть коллекции имеет высоту 180–200 см. Наследование данного показателя носит доминантный характер, поэтому для гибридизации необходимо отбирать низкорослые формы (Ковтунова, 2014). Но низкорослые формы являются низкоурожайными, а высота растений – сильно варьирующим и нестабильным признаком, поэтому при подборе родительских форм данный показатель используется крайне редко. Однако в селекционных питомниках проводится выбраковка очень высокорослых форм с высотой более 250 см.

Селекция на крупнозерность и озерненность – важные направления в селекции сорго зернового, так как эти показатели являются составляющими признаками «масса зерна с метелки» и в большей степени определяют урожайность зерна (Алабушев и др., 2017). Масса 1000 зерен характеризует выполненность и крупность зерна. Крупнозерные образцы обеспечивают лучшую всхожесть семян, очистку семенного материала от примесей и повышенные технологические качества крупы из сорго. При массе 1000 зерен более 31 г образцы относят к крупнозерным. Коллекция сорго зернового по этому признаку варьирует в пределах 13–45 г, большая часть коллекции имеет среднюю массу 1000 зерен (21–30 г). Выделен ряд образцов с массой 1000 зерен более 40 г: КС-233, К-255, К-8467, К-3025, Персис 55, ЗСК-233 и др.

Количество зерен в метелке является ориентировочным признаком при отборе растений с высокопродуктивными метелками. Коллекция сорго зернового представлена образцами, имеющими данный показатель в пределах 140–3600 шт. В качестве источников высокой озерненности (более 3000 зерен в метелке) выделены образцы, поступившие из Китая (03-3003, 05-021, Китайское 9, Китайское 8), селекции АНЦ «Донской» (Зерноградское 215, ЗСК-204, ЗСК-138, Популяция 32) и др.

У сорго сахарного и травянистого эти показатели не учитываются, так как селекция ведется на урожайность зеленой массы, которая главным образом зависит от облиственности и размеров листовой поверхности (Шишова и др., 2017; Алабушев и др., 2017). Образцы коллекции сорго сахарного и травянистого имеют количество листьев от 4 (слабо облиственные, доля листьев в урожае зеленой массы – 1/3) до 18 шт. (у сорго сахарного) и 12 шт. (суданской травы) (хорошо облиственные, доля листьев в урожае – 3/5 от общей массы). Следует учитывать, что при использовании сорго сахарного на силос растения должны быть высоко облиственные, при использовании сорго на спирт, патоку – слабо облиственные. В коллекции суданской травы в качестве источников высокой облиственности выделены образцы ОСАР, Сочностебельная 2/576, Приобская. Эти образцы являются

ценными в кормовом отношении, так как листья являются наиболее питательной частью растений (Каменева и др., 2013).

Для суданской травы особую ценность представляют образцы с высокой кустистостью и тонкостебельностью, так как у них быстрее происходит высыхание зеленой массы, а сено получается более нежным и лучше переваривается животными. Кустистость – основной показатель пластичности сорта, так как наибольшие значения отмечены в благоприятных условиях, в стрессовых условиях – низкая кустистость. Данный показатель у образцов коллекции колеблется от 1 до 10 стеблей на растении. К источникам высокой (более 6 стеблей на растении) кустистости следует отнести К-69, Приаральская 5, Спартанка, Саратовская 1183, К-154 и др. Для сорго сахарного и травянистого это положительный признак, способствующий увеличению урожайности зеленой массы; для сорго зернового – отрицательный, так как наблюдается неравномерное созревание зерна на подгонах и основном стебле.

Качественные показатели зерна и зеленой массы позволяют дать оценку питательности различных видов кормов (Шишова, 2017). По сорго зерновому в АНЦ «Донской» ведется селекция на высокое содержание белка и крахмала.

Белковое питание животных является актуальной проблемой в животноводстве. При недостатке 25% белка в рационе животных увеличивается расход кормов и себестоимость продукции животноводства. Поэтому сырой белок является основным показателем, характеризующим качество зерна сорго для использования в кормлении животных. У образцов коллекции данный показатель имел значения 6–16%, больше половины всех форм имело среднее содержание белка в зерне (10,6–13,0%). По результатам многолетних исследований выделены образцы с высоким содержанием белка (более 13,1%): Красноплодное 79, ЗСК-116, К-8467, ЛБК-28, К-9030, К-10773 и т. д.

Сорго зерновое может служить сырьем для получения крахмала и спирта (Гольдштейн и др., 2017). В результате селекции на данный показатель созданы сорта с содержанием крахмала в зерне 76–80% (Атаман, Зерноградское 88, Великан), что выше, чем у гибридов кукурузы. Содержание крахмала в зерне коллекционных образцов варьировало в пределах 62–80%, при этом большая часть характеризуется высоким содержанием крахмала (71–75%). В качестве источников выделены сорта и линии селекции АНЦ «Донской» (Арго, Антей, Зерноградское 88, Наст 76, Лучистое) и других учреждений (К-9228, К-2736, К-7681, К-2436, К-10257 и др.).

Сорго сахарное является не только силосной культурой, но и потенциальным источником получения спирта, сиропов. При использовании на кормовые цели содержание сахаров в соке стеблей не должно превышать 8–10%, чтобы не нарушалось сахаро-протеиновое соотношение; для получения спирта и патоки – более 15,1%. Образцы коллекции сорго сахарного имеют значения 5–25%, большая часть имеет среднее содержание сахаров (11,1–15,0%). Выделены образцы с содержанием сахаров в соке стеблей более 19%: К-158, К-450, К-1798, К-323, К-4575 и др.

Содержание протеина в сухом веществе зеленой массы у образцов коллекции сорго травянистого варьирует в пределах 4–16%, преобладают формы со значениями 8–10%. Более высокое содержание протеина в зеленой массе у образцов с коротким вегетационным периодом, у позднеспелых форм урожайность зеленой массы выше, а содержание протеина ниже (Куколева и др., 2015). Среди образцов сорго сахарного выделены источники высокого содержания

протеина – К-1798, К-6418, Зерноградское 1 со значениями 13–15%; среди образцов суданской травы – К-74, К-202, К-187, имеющие значение 14–16%.

Выводы. В селекционной работе с сорго зерновым, сахарным и травянистым наблюдаются разные направления. Общими являются селекция на раннеспелость и низкорослость со специфическими особенностями для каждой культуры. У сорго зернового это еще селекция на крупнозерность, озерность, высокое содержание белка и крахмала в зерне; у сорго сахарного – селекция на высокую облиственность, содержание сахаров в соке стеблей, содержание протеина в зеленой массе, убранный на силос; у сорго травянистого – селекция на кустистость, сочность-

бельность, высокую облиственность, высокое содержание протеина в зеленой массе. В результате работы создан ряд сортов, отвечающих требованиям сельскохозяйственного производства (технологичность, выполненность зерна, раннеспелость, устойчивость к неблагоприятным условиям, высокое содержание белка в зерне, экономичность – отсутствие досушки после уборки), пригодных для получения не только высококачественных кормов, но и крахмала, спирта, крупы, патоки. О биологическом разнообразии и богатом генетическом материале свидетельствует большое количество выделенных источников хозяйственно ценных признаков, которые ежегодно вовлекаются в скрещивания с урожайными сортами.

Библиографический список

1. Алабушев А. В., Ковтунова Н. А., Романюкин А. Е., Горпиниченко С. И., Ермолина Г. М. Основные факторы повышения урожайности и качества зеленой массы сорго // Успехи современного естествознания. 2017. № 6. С. 50–55.
2. Алабушев А. В., Сухенко Н. Н., Лушпина О. А., Ковтунов В. В. Корреляционные связи количественных признаков сорго зернового // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. С. 932–941. DOI: 10.21515/1990-4665-128-062.
3. Гольдштейн В. Г., Носовская Л. П., Адикаева Л. В., Некрасова О. А., Ковтунов В. В. Изучение сортов и гибридов зернового сорго селекции ВНИИЗК имени И. Г. Калиненко как сырья для производства крахмала // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 9. С. 29–31.
4. Каменева О. Б., Буенков А. Ю. Урожайность зеленой массы и пластичность коллекционных сортообразцов сахарного сорго в засушливых условиях Саратовской области // Агро XXI. 2013. № 4-6. С. 15–17.
5. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Наследование высоты растений у гибридов второго поколения разных групп сорго // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 9–12.
6. КукOLEVA С. С., Семин Д. С., Костина Г. И., Лящева С. В. и др. Селекция суданской травы на продуктивность и качество кормовой массы в условиях Саратовской области // Экологическая стабилизация аграрного производства. Научные аспекты решения проблем: сборник докладов. Саратов, 2015. С. 13–18.
7. Шишова Е. А., Горпиниченко С. И., Романюкин А. Е., Ермолина Г. М. Основные направления и результаты селекции сорго травянистого // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 51–55.
8. Шишова Е. А. Качество зеленой массы коллекции суданской травы // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и профессиональное образование. 2017. № 2(46). С. 145–151.

References

1. Alabushev A. V., Kovtunova N. A., Romanyukin A. E., Gorpichenko S. I., Ermolina G. M. Osnovnye faktory povysheniya urozhajnosti i kachestva zelenoy massy sorgo [The main factors of the improvement of the yield and quality of sorghum green mass] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2017. № 6. S. 50–55.
2. Alabushev A. V., Suhenko N. N., Lushpina O. A., Kovtunov V. V. Korrelyacionnye svyazi kolichestvennykh priznakov sorgo zernovogo [Correlations of quantitative traits of grain sorghum] // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 128. S. 932–941. DOI: 10.21515/1990-4665-128-062.
3. Gol'dshtejn V. G., Nosovskaya L. P., Adikaeva L. V., Nekrasova O. A., Kovtunov V. V. Izuchenie sortov i gibrinov zernovogo sorgo selekcii VNIIZK imeni I. G. Kalinenko kak syr'ya dlya proizvodstva krahmala [The study of grain sorghum varieties and hybrids developed by the ARRIGC named after I. G. Kalinenko as raw material for starch production] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya. 2017. № 9. S. 29–31.
4. Kameneva O. B., Buenkov A. Yu. Urozhajnost' zelenoj massy i plastichnost' kolekcionnykh sortoobrazcov sahnogo sorgo v zasushlivykh usloviyah Saratovskoj oblasti [Green mass productivity and adaptability of collection varieties of sweet sorghum in arid conditions of the Saratov region] // Agro XXI. 2013. № 4-6. S. 15–17.
5. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Nasledovanie vysoty rastenij u gibrinov vtorgo pokoleniya raznykh grupp sorgo [Inheritance of plant height in the second generation hybrids of different sorghum groups] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 9–12.
6. Kukoleva S. S., Semin D. S., Kostina G. I., Lyashcheva S. V. i dr. Selekcija sudanskoj travy na produktivnost' i kachestvo kormovoj massy v usloviyah Saratovskoj oblasti [Sudan grass breeding for productivity and quality of fodder in the Saratov region] // Ehkologicheskaya stabilizaciya agrarnogo proizvodstva. Nauchnye aspekty resheniya problem: sbornik dokladov. Saratov, 2015. S. 13–18.
7. Shishova E. A., Gorpichenko S. I., Romanyukin A. E., Ermolina G. M. Osnovnye napravleniya i rezul'taty selekcii sorgo travyanistogo [Main directions and results of selection of grass sorghum] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5. S. 51–55.
8. Shishova E. A. Kachestvo zelenoj massy kolekcii sudanskoj travy [Quality of the green mass of Sudan grass] // Izvestiya nizhevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i professional'noe obrazovanie. 2017. № 2(46). S. 145–151.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.