

УДК 633.174.1

Е.А. Киршибаев*, Г.А. Байсеитова,
Н.Н. Нокербекова, М. Камунур, Б.А. Сарсенбаев

Институт биологии и биотехнологии растений,
Республика Казахстан, г. Алматы
*E-mail: er_biol@mail.ru

Некоторые биометрические параметры F_1 гибридных растений сахарного сорго

В статье представлены результаты изучения биологических особенностей F_1 гибридных растений, полученных в 2013 году на фертильной основе. Выявлен гетерозисный эффект среди гибридных растений по биометрическим показателям как высота растений, число надземных междоузлий, ширина и длина листа и сырая биомасса. У гибридных растений период вегетаций был длиннее по сравнению с родительскими формами. В ходе проведенных работ установлено гетерозисное явление гибридных растений полученный на фертильной основе F_1 (ССТ Каз-3 x Ларец, ЛарацхОранжевое 160), превосходящих родительские формы по хозяйственно-ценным признакам. Полученные гибриды в дальнейшем можно использовать в качестве исходного селекционного материала.

Ключевые слова: Сорго сахарное, стерильность, фертильность, скрещивание, биопродуктивность, родительские формы, гибрид, гетерозис.

E.A. Kirshibayev, B.A. Sarsenbayev, G.A. Baiseitova,
N.K. Nokerbekova, M. Kamunur

Some biometrics F_1 hybrid plants of *Sorghum saccharatum*

The article presents the results of a study biological features F_1 hybrid plants obtained in 2013 on the basis of fertile. Identified heterosis effect among hybrid plants biometric indicators such as plant height, number of internodes above ground, width and length of the sheet and the raw biomass. In hybrid plants during the growing season was longer compared to parental forms. In the course of this work is set heterosis phenomenon of hybrid plants obtained on the basis of fertile F_1 (SST Kaz-3 x Larets, Larets x Oranzhevoe 160), exceeding the parental forms on economically valuable traits. These hybrids can then be used as a source of breeding material.

Key words: *Sorghum saccharatum*, sterility, fertility, line crossing, biological productivity, parental forms, hybrid, heterosis.

Е.А. Кіршібаев, Б.А. Сәрсенбаев, Г.А. Байсеитова,
Н.Қ. Нөкербекова, Қамұнұр Мадияр

Қант құмайы өсімдігінің F_1 гибридтерінің кейбір биопараметрлік көрсеткіштері

Мақалада 2013 жылы фертильді негізде алынған F_1 гибридті өсімдіктерінің биологиялық ерекшеліктерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Гибридті өсімдіктердің арасынан өсімдіктің ұзындығы, сабақ буындарының саны, жапырақ тақтасының ені мен ұзындығы және ылғал салмағы сияқты биометриялық көрсеткіштері бойынша гетерозисті эффект айқындалды. Гибридті өсімдіктердің вегетациялық кезеңі ата-аналық формаларына қарағанда ұзағырақ болды. Жүргізілген жұмыстардың нәтижесінде фертильді негізде алынған F_1 гибридті өсімдіктерінде (ССТ Каз-3 x Ларец, ЛарацхОранжевое 160) шаруашылық құнды белгілері бойынша ата-анасынан асып түсетін гетерозисті құбылыс анықталды. Алынған гибридтерді келешекте бастапқы селекциялық материал ретінде қолдануға болады.

Түйін сөздер: қант құмайы, стерильділік, фертильділік, линия, будандастыру, ата-аналық формалар, гибрид, гетерозис.

Введение

Сорго является древней и широко распространенной в мировом земледелии культурой. Она возделывается в засушливых, полусушливых условиях и в зонах недостаточного увлажнения, в 85 странах мира на площади более 50 млн. га. В нашей стране сорго используется как пищевая и кормовая культура для производства крупы, сахарного сиропа, кормового зерна, силосной и зеленой массы на корм и сено. По меткому выражению Н.И. Вавилова сорго является «верблюдом» растительного мира из-за исключительной засухоустойчивости. В разных уголках земного шара показана возможность получения стабильного урожая этой культуры при сильной засухе, когда нельзя добиться этого с другими видами [1].

Высокая урожайность сорговых культур, засухоустойчивость и солевынос-ливість позволяют широко возделывать их в засушливых районах. Однако, несмотря на это, они еще не получили должного распространения в нашей стране. Основные причины, сдерживающие увеличение посевных площадей сорговых культур – отсутствие новых высокоурожайных сортов и гибридов с высокой устойчивостью к болезням и вредителям интенсивностью первоначального роста [1,2].

Сахарное сорго (*Sorghum saccharatum*) считается важной культурой, поскольку может культивироваться в самых засушливых регионах планеты Земля. Сахарное сорго может быстро приспосабливаться к различным видам почв. Главной особенностью сахарного сорго можно считать возможность растения приносить высокие урожаи даже при произрастании в небогатой минеральными веществами или истощенной почве. Поскольку после переработки зерно сахарного сорго остается в природной пленке, пищевая ценность данного вида злаков гораздо ниже, чем у зернового сорго. Наибольшее количество сахара накапливается в стеблях сорго в период после цветения растения. В настоящее время сахарное сорго используют по трем основным направлениям – пищевая промышленность, биоэнергетика, а также изготовление корма для домашних животных [3,4].

В Казахстане селекционная работа по сорго начата с 1976 года в КазНИИ лугопастбищного хозяйства и продолжалась до 1985 года, затем с 1987 года по настоящее время в КазНИИРиЗ (НПЦ земледелия и растениеводства). Селекция была развернута по всем сорговым культурам

(по сорго зерновому, сахарному, суданской траве, сорго-суданковым гибридам), а с 1998 года по сорго пищевому – крупяному. Селекционная работа по сорговым культурам проводилась под руководством и личным участием Макарова В.М. Им впервые в Казахстане созданы высокоурожайные сорта и гибриды сорговых культур и могара [5].

Сдерживающим фактором широкого внедрения сахарного сорго в засушливых регионах юго-востока Казахстана является недостаточная работа по выведению сортов и созданию гибридов, отвечающих требованиям производства. Многие районированные сорта и гибриды сахарного сорго отличаются позднеспелостью, характеризуются низким содержанием сахаров в соке стебля. В этой связи необходимо выявление высокосахаристых образцов сахарного сорго и вовлечение их в селекционный процесс для создания раннеспелых сортов и гибридов интенсивного типа характеризующихся высоким содержанием сахаров в соке стеблей и урожаем биомассы.

Материалы и методы

Объектами исследований служили отечественные и зарубежные сорта сорго сахарного (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.). В работе использованы современные физиолого-биохимические, генетико-селекционные методы, а также агрономические подходы исследований растений. Содержание растворимых сахаров в отдельных органах определили рефрактометрическим методом. Закладку вегетационных опытов осуществляли по [6]. Скрещивания проводили по общепринятым методам с модификациями, на экспериментальном участке ИББР и на полях КазНИИРиЗ. Морфометрические параметры определены по результатам структурного анализа. Изучены ростовые биологические параметры как высота растений, длина метелки, количество узлов, число боковых побегов, сухая биомасса отдельных органов методом замеров и взвешиваний [7]. Определены посевные качества семян как энергия прорастания, интенсивность расхода запасов эндосперма и всхожесть по [6-7].

Результаты и их обсуждение

Морфологическое описание и предварительная оценка продуктивности гибридов первого поколения F_1 в условиях юго-востока Казахстана.

Проведены исследования биологических особенностей и фенологическое наблюдение гибридов F₁ полученных в 2013 году и их родительских форм. В качестве исходного материала были взяты 4 сорта сахарного сорго (Оранжевое-160, Ростовский, Ларец, Казахстанская-20) и 1 гибрид сорго суданской травы Казахстанская 3(ССТ Каз-3), отличающиеся между собой по длине вегетационного периода, элементами структуры урожая, содержанием растворимых сахаров и другими хозяйственно-ценными признаками и свойствами. При скрещиваниях ♀ССТ Казахстанский-3х ♂Ростовский и ♀Ларец х

♂Казахстанская 20, а также ♀ Ларец х ♂ССТ Казахстанский-3, у полученных гибридов не обнаружен гетерозисный эффект (таблица1).

По высоте растений, длине метелки и по кустиности 1-ое гибридное растение показал существенное отставание от родительских форм. Но по сырой биомассе гибридное растение приближался к материнской форме. Основные морфологические признаки Гибрида 4 – Ларец Х Каз-20 и Гибрида 6 – Ларец Х ССТ Каз-3 похожи на материнскую форму. Эти признаки: высота растений, длина метелки, кустиность и сырая биомасса растений.

Таблица 1 – Биометрические параметры и сахаристость стеблей гибридов F₁ и ихродительских форм

Стебель	Высота растений (см)	Длина метелки (см)	Число междоузлий	Содержание сахара (%)	Число боковых побегов	Сырая масса стеблей и листья (г)	Сырая масса метелки (г)
1	2	3	4	5	6	7	8
Гибрид 1 ССТ Каз -3х Ростовский (135 дн.)							
Главный	270,0±20,3	54,5±2,0	12	7,2±1,1	6	310,0±11,5	91,7±5,2
Боковые	273,4±10,1	50,9±2,0	10			1635,0±10	465,0±5,8
Гибрид 4 Ларец х Казахстанская 20 (135 дн.)							
Главный	204,3±25,1	21,3±2,9	10	---	3	737,5±49,1	180,0±28,9
Боковые	215,0±9,8	19,8±2,0	11			1462,5±181	335,0±5,8
Гибрид 6 Ларец х ССТ Каз -3 (135 дн.)							
Главный	216,0±16,6	21,0±0,4	10	---	3	606,7±18,6	200,0±0,0
Боковые	222,0±14,7	20,9±1,0	11			1390,0±75	370,0±0,0
Родительские формы							
♀,♂ССТ Каз -3 (115 дн.)							
Главный	336±4,2	52	10	7	9	240±18	90±8
Боковые	358,2±0,2	46,4±0,5	10,1±0,			1480±45	385±28
♀Ларец (120 дн.)							
Главный	215±5,3	24	11	15	4	640±52	200±18
Боковые	204,7±4,3	17,9±0,1	11			1545±87	465±32
Казахстанская 20 (125 дн.)							
Главный	246±16,2	24,7±1,4	14	20	2	567,5±2,9	120,0±5
Боковые	244±6,9	19,6±1,3	12			730,0±46	115,0±0,
Ростовский (125 дн.)							
Главный	235,0±1,2	28,0±4	10	18	2	325,0±5,8	100,0±0,0
Боковые	196,0±11	18,2±2	10			492,5±25,9	75,0±0,0

Таким образом, полученные гибриды F₁ в 2013 г. Гибрид 1, Гибрид 4, Гибрид 6 не обладали гетерозисными эффектами.

Фенологическое наблюдение показало, что вегетационный период у этих гибридов состав-

ляет 135 дней, что позволяет отнести их к среднепоздним формам сорго.

Гетерозисные явления обнаружены при скрещиваний ♀ССТ Казахстанский 3 х ♂Ларец и ♀Ларец х ♂Оранжевое 160.

Гетерозис в широком смысле – это все положительные эффекты, ведущие к превосходству гибридов F_1 над родительскими формами. Гетерозис в полной мере проявляется в F_1 . При генеративном размножении в последующих поколениях этот эффект постепенно угасает. У вегетативно размножаемых растений гетерозис передаётся потомству стойко. Селекцией на гете-

розис называют создание гибридов F_1 , отличающихся высоким гетерозисом по урожайности, качеству продукции и другим хозяйственно важным признакам. Гетерозисные гибриды по урожайности превышают обычные свободноопыляющиеся сорта на 30–50%. Явление гетерозиса широко используют в селекции кукурузы, сорго, подсолнечника, томата и других культур.

Таблица 2 – Проявление гетерозиса у гибридов по морфологическим признакам в сравнении с родителями с более выраженными признаками (все показатели рассчитаны на 1 целое растение)

Морфологические признаки	Стебли	Гибрид-2 ♀ ССТ Каз-3 x ♂ Ларец F_1	Гибрид-5 ♀ Ларец x ♂ Оранжевое-160 F_1	ССТ Каз-3	Ларец	Оранжевое-160
		Гибриды		Родительские формы		
Высота стебля (см)	Главные	437±3,5	292±6,2	336±4,2	215±5,3	234±4,6
	Боковые	341±13,7	250±5,4	358±0,2	205±4,3	246±4,0
Кустистость(шт)		8±5,5	3±0,1	9±1,5	4±0,2	2±0,01
Число надз-х Междоузлий (шт)	Главные	16	16	10	11	13
	Боковые	12,75±0,28	15,1±0,01	10±0,01	11±0,00	12,0±0,0
Длина листа (см)		100±5,3	97±10	82±7,2	65±5,6	70±8,2
Ширина листа (см)		6	12	7	8	7,3
Длина метелки (см)	Главные	30	0	52	24	24
	Боковые	31,0±0,4	0	46,4±0,5	17,9±0,1	20,0±0,5
Длина вегетац.(дн.)		135	150	115	130	130

Гетерозисные явления обнаружены при скрещиваниях ♀ ССТ Казахстанский 3 x ♂ Ларец (гибрид 2) и ♀ Ларец x ♂ Оранжевое 160 (гибрид 5) (таблица 2, рисунок).

Данные таблицы 2 показывают что, гетерозис гибридов 2 и 5 проявляется по нескольким признакам. Например, гибрид 2 превосходит своих родительских форм по высоте растений, числом надземных междоузлий, длине и ширине листа. Показатели по кущению и длине метелки были между отцовской и материнской формами. По величине сырой биомассы гибридные формы в два раза превышают и по содержанию растворимых сахаров несколько выше (13%) от среднего показания родительских форм (7-15%).

Таким образом, по данным таблицы можно сделать вывод о том что, гибрид 2 является гетерозисным растением.

Гибрид 5 – полученный от внутривидовых скрещиваний сахарных форм сорго (Ларец x Оранжевое-160) также обладает гетерозисным свойством. Например, по показанию таблицы-1

высота растений гибрида-5 было 292/246 см, тогда как высота материнской формы 215-204 см и отцовской формы 234/246 см. По числу боковых побегов гибрид не отличается от родительских форм. Но по количеству надземных междоузлий (16 шт.) значительно превышает родительские формы (13-11 шт.).

Гетерозисные признаки у гибрида 5 лучше проявились по длине и ширине листа и по содержанию растворимых сахаров в стеблях. Тогда как длина листа родительских форм составила 65-70 см, у гибрида 97 см, а ширина листа родительских форм 7-7,3 см, то у гибрида этот показатель достигла до 12 см. А также, содержание растворимых сахаров в гибриде 19 % тогда как, у родительских форм этот показатель составил 15-16%. Из данных таблицы 2, видно, что гибрид-5 по сырой биомассе надземных органов значительно превосходит родительские формы. Это означает, что гибрид-5 является гетерозисным. Например, сырая биомасса надземных частей гибрида 2 в 3

раза превышает своих родительских форм. Если у материнской формы – Ларец сырая биомасса надземных частей составляет 2,85 кг, у отцовского – Оранжевый-160 она равна 1,51

кг, то у гибрида этот показатель составил 6,93 кг. Следуя по данным таблицы – 1 и 2 анализированные гибридные растения являются гетерозисными.



♀(ССТ Каз-3)Гибрид -2 (♂с. Ларец)♀ (с. Ларец)Гибрид -5 ♂ (с. Оранжевое- 106)

Рисунок 1 – Гетерозисные явления у гибридных растений F₁

Таблица 3 – Продуктивность гетерозисных гибридных растений F₁

Гибриды и их родительские формы		Сырая масса стебля и листьев	Сырая масса метелки	Сырая биомасса надземных частей 1 -го растений	Содержание растворимых сахаров
		г	г	кг	%
♀ССТ Каз-3 x ♂ЛарецF ₁	Главный	765±12	65±5	3,390	13
	Боковые	2330±36	230±12		
♀Ларец x ♂Оранжевое-160 F ₁	Главный	2285±85	0	6,930	19
	Боковые	4645±52	0		
Родительские формы					
ССТ Каз-3 ♀	Главный	240±18	90±8	2,195	7
	Боковые	1480±45	385±28		
Ларец ♂	Главный	640±52	200±18	2,850	15
	Боковые	1545±87	465±32		
Оранжевое-160 ♂	Главный	470±25	110±6	1,510	16
	Боковые	825±63	105±4		

Таким образом, гибридыполученные в результате меж-, и внутривидовом скрещивания 2013 г. отличались между собой по некоторым признакам. Один из шести гибридов (гибрид 3) был нежизнеспособным, у трех гибридов (1,4 и 6) не обнаружены гетерозисные явления, а гибриды 2 и 5 проявили гетерозис по хозяйственно-ценным признакам.

В ходе проведенных работ установлено гетерозисное явление у полученных в 2013 году на фертильной основе гибридных растений F_1

(ССТ Каз-3 х Ларец, Ларац х Оранжевое 160), превосходящих родительские формы по хозяйственно-ценным признакам. Эти показатели определялись высотой растений, массой, числом междоузлий, шириной листьев и др. параметрами. Только указанные гибридные растения отличались высокой позднеспелостью (135-150 дней). Полученные гибриды по вышеперечисленным ценным признакам в дальнейшем можно использовать в качестве исходного селекционного материала.

Литература

- 1 Алабушев А.В. Эффективность производства сорго зернового. А.В. Алабушев, Л.Н. Анипенко.- Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2002.- 192 с.
- 2 Шепель Н. А. Селекция и семеноводство гибридного сорго. – изд. – Ростовского Университета, 1985. – 252 с.
- 3 Горбунов В.С., Колов О.В., Ефремова И.Г. Повышение содержания сахаров у сорго сахарного в засушливых условиях нижнего Поволжья // Кукуруз и сорго. – 2011. – №4.- С. 4-7.
- 4 Сарсенбаев Б.А., Киршибаев Е.А., Камунур М., Байсеитова Г.А., Сарыбаева Э.А., Нокербекова Н.К. Биотехнология получения биоэтанола из стеблей сорго сахарное (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) // Биотехнология, теория и практика.- 2013.- №3.- С.61-64.
- 5 Омарова А.Ш., Макаров В.М., Алмаханов Б.А. Итоги селекционной работы по кукурузе и сорго в Казахстане // КазНИИЗ – 70 лет: Сб. научн. трудов НППЦЗР, – Алматы: Издательство «НурлыАлем». – 2004. – С.172-178.
- 6 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.- М.,1979. – 416 с.
- 7 Журбицкий З. Теория и практика вегетационного опыта. – М.:«Наука», 1969.- 230 с.

References

- 1 Alabushev A.V. Production efficiency of grain sorghum. A.V. Alabushev, L.N. Anipenko. – Rostov-on-Don: JSC «Book», 2002. – 192 p.
- 2 Shepel NA Breeding and seed production of hybrid sorghum. – Ed. – Rostov University, 1985. – 252 p.
- 3 Gorbunov VS, Kolov OV, Efremov IG High sugar content in sweet sorghum in dry conditions of the Lower Volga // maize and sorghum. – 2011. – №4. – P. 4-7.
- 4 Sarsenbayev B.A, Kirshibaev E.A, Kamunur M., Baiseitova G.A, Sarybaeva E.A, Nokerbekova N.K. Biotechnology of obtaining ethanol from sweet sorghum stalks (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) // Biotechnology, Theory and Practice. – 2013. – №3. – s. 61-64.
- 5 Omarova A.S, Makarov V.M, Almahanov B.A. Results of breeding for corn and sorghum in Kazakhstan // KazNIIZ – 70 years: Sat. Scien. works NPTSZR – Almaty: Publishing «NurlyAlem.» – 2004. – S.172-178.
- 6 Dospekhov B.A. Methodology of field experience // M. 1979. 416 p.
- 7 Zhurbitskiyi Z.I. Theory and practice of growing experience, M. Nauka, 1969. 230 p.