

Н.А. Ковтунова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией;

А.Б. Володин², кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией;

В.В. Ковтунов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией,

¹ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур
им. И.Г. Калининко (347740, г. Зерноград, Научный городок 3, e-mail:
vniizk30@mail.ru).

²ФГБНУ Старопольский научно-исследовательский институт сельского
хозяйства (Ставропольский край, г. Михайловск ул. Никонова, д. 49)

ГЕТЕРОЗИС В СЕЛЕКЦИИ САХАРНОГО СОРГО

Селекционная работа с культурой сорго направлена на создание не только высокоурожайных сортов, но и высокогетерозисных гибридов, которые зачастую превосходят лучшую родительскую форму на 15-30, а иногда и 50% по урожайности зерна и зеленой массы. Исследования с целью выявления новых гибридов сорго с высокими эффектами гетерозиса хозяйственно-ценных признаков, с последующим их внесением в Государственный реестр селекционных достижений и внедрением их в производство являются актуальным направлением селекции сорго. В нашей работе по изучению гибридов первого поколения сорго сахарного использовалось 7 гибридов F₁, 3 ЦМС-линии и 6 сортов. Исследования проводили в 2013-2015 годах на базе ВНИИЗК им. И.Г. Калининко и Ставропольского НИИСХ. Изученные гибриды имели продолжительность периода «всходы-молочно-восковая спелость» в среднем 108 дней (среднеспелая группа созревания). По продолжительности данного периода истинный гетерозис колебался у гибридов от 7,5 до 15,6%. Все изученные гибриды превосходили лучшую родительскую форму по интенсивности начального роста, высоте растений, толщине стебля, облиственности (кроме гибрида Алга), содержанию протеина, урожайности зеленой массы ($\Gamma_{\text{ист.}}=44,4\%$) и абсолютно-сухого вещества ($\Gamma_{\text{ист.}}=32,0\%$). Урожайность зеленой массы на силос у изученных гибридов колебалась от 59,3 (Зерсил) до 84,2 т/га (Калаус) при среднем значении по гибридам 69,3 т/га. По сбору абсолютно-сухого вещества выделились гибриды Старт и Калаус с максимальным значением 20,9 т/га. Большое влияние на изученные признаки оказывает материнская цитоплазма. Гибриды, полученные на основе ЦМС-линии Княжна, проявили наибольший гетерозис практически по всем изученным признакам.

Ключевые слова: сорго сахарное, гибрид, гетерозис, ЦМС-линия, сорт, родительская форма, урожайность.

N.A. Kovtunova¹, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory
A.B. Volodin², Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory;
V.V. Kovtunov¹, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory,
¹FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3, e-mail: vniizk30@mail.ru)
²FSBSI Stavropol Research Institute of Agriculture
(Stavropol Area, Mikhaylovsk, Nikonov Str., 49)

HETEROSIS IN BREEDING OF SWEET SORGHUM

The breeding work with sorghum is directed on the development both highly productive and highly heterosis hybrids which usually surpass the best parental form on 15-30% and sometimes on 50% in grain and green chop productivity. The essential direction of sorghum breeding is to grow new hybrids with high effects of heterosis of economically valuable traits with their further introduction into the State List of breeding Achievements and their implementation into production. In our work with the hybrids of the first generation of sweet sorghum we used seven hybrids F₁, CMS-lines and six varieties. The study was carried out in 2013-2015 in ARRIGC after I.G. Kalinenko and Stavropol RIA. The studied hybrids from the middle maturing group of ripeness had 108 days of the period 'sprouts-milky-wax maturity'. During the period the genuine heterosis of the hybrids ranged from -7.5 to 15.6%. All studied hybrids ranked over the best parental form in initial growth activity, in plant height, stem thickness, density of leaves (excluding the hybrid 'Alga'), protein content, green chop productivity ($G_{ist.}=44.4\%$) and absolutely dry matter ($G_{ist.}=32.0\%$). The productivity of green chop for silage ranged from 59.3 t/ha ('Zersil') to 84.2 t/ha ('Kalaus') with the average value of 69.3 t/ha among the hybrids. The hybrids 'Start' and 'Kalaus' produced the maximum yield of absolutely dry matter (20.9 t/ha). The mother cytoplasm has a great effect on the studied traits. The hybrids, obtained on the basis of CMS-line 'Knyazhna' showed the largest heterosis in all studied traits.

Keywords: *sweet sorghum, hybrid, heterosis, CMS-line, variety, parental form, productivity.*

Введение. Цель современной селекционной работы по многим сельскохозяйственным культурам — получение высокоурожайных гибридов для одноразового использования гибридных семян F₁ на всей площади посевов [1]. Гибриды F₁ в связи с проявление гетерозиса по урожайности превышают обычные сорта на 15-30%, а в некоторых случаях гетерозисный эффект достигает 50%. Широко используется явление гетерозиса в селекции сорго. Гетерозис — это результат комплексного действия в гибридном организме генетических, цитоплазматических, биохимических и физиологических факторов [2]. Чаще всего его расценивают как общий рост «мощности»

хозяйственно-ценных признаков гибридов первого поколения в сравнении с лучшей родительской формой. Он может проявляться в разных формах – по урожайности зерна, мощности развития вегетативных органов, устойчивости к неблагоприятным условиям и т.д. [3, 4]. Работа по гибридизации сорго началась в США в 1920 году. Гибриды F₁ отличались быстрым ростом и высокой урожайностью. Изучением гибридной силы у сорго занимались А. В. Conner, R.E. Kasper [5]. Гибриды первого поколения, полученные ими, обладали высотой растений на 66%, а во втором – на 40% выше более урожайного родителя. Гетерозис был отмечен и по другим морфо-биологическим признакам. Был сделан вывод, что гетерозис в первом поколении обусловлен взаимодействием рецессивных и доминантных признаков. Изучением гетерозиса у гибридов сорго первого поколения по урожайности и другим морфо-биологическим признакам занимались также J.D. Siegliger, Z.B. Aygagar, J.H. Martin. J.R. Guinby. Они показали, что в течение 8 лет гибриды по урожайности превышали на 20% лучшие сорта и на 44% – средний урожай всех испытываемых сортов. Прибавка по урожайности колебалась за счет гетерозиса от 7 до 29% [6].

Поиски путей использования гетерозиса и увеличения продуктивности сорго привели селекционеров к открытию цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС), появилась возможность значительного увеличения урожайности сорго за счет использования гетерозиса гибридов первого поколения. Первое сообщение об открытии стерильности у сорго было сделано М. И. Хаджиновым [7]. Ученые D. Miller, R. Pickett выдвинули гипотезу: проявление стерильности и восстановление фертильности у сорго контролируется парами аллелей двух генов, и обозначали их как Rf1 rf2 Rf2 rf2 [8]. Наличие доминантных аллелей генов обуславливает фертильность, а рецессивных в сочетании со стерильной цитоплазмой – стерильность пыльцы.

В результате открытия ЦМС в ряде стран удалось развернуть широкое производство гибридов сорго. Хотя первые растения сорго с ЦМС были обнаружены только в 1950 г., уже в 1960 г. в США около 70% посевных площадей этой культуры засевали гибридными семенами, а в штатах кукурузного пояса – почти 100%. В связи с этим урожайность сорго повысилась примерно на 50% [2].

На основании многолетнего изучения гибридных популяций сорго сахарного составлена модель гибрида (табл. 1), из которой видно, что популяция сахарного сорго, созданная на основе ЦМС, по многим признакам и свойствам сходна с сортами этой культуры. Но обладает более высокой урожайностью и повышенным качеством зеленой массы, что делает их особенно перспективными [9].

1. Модель гибрида F₁ сорго сахарного

Основные признаки и свойства	Единица измерения	Гибрид сорго сахарного
Урожайность зеленой массы	т/га	50-120
в том числе зерна в метелках	-	7,5-8,0
абсолютно-сухой массы	-	10-20
семян	-	2,5-3,0
Морфологические признаки:		
высота растений	см	220-350
продуктивная кустистость	шт.	2-3
число укосов	-	1-2
облиственность	%	20-25
устойчивость к полеганию	-	100
Биологические свойства:		
вегетационный период	дни	105-110
холодостойкость в период прорастания	балл	4-5
устойчивость к тле	%	95-100
к болезням	-	95-100
засухоустойчивость	балл	4-5
Качество корма:		
содержание протеина (в сух. в-ве зеленой массы)	%	8-10

Таким образом, исследования с целью выявления новых гибридов сорго с высокими эффектами гетерозиса хозяйственно-ценных признаков, с последующим их внесением в Госреестр селекционных достижений и внедрением их в производство, является актуальным направлением селекции сорго.

Материалы и методы. Исследования по созданию и изучению гибридов сорго сахарного проводили на опытных полях ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко (ВНИИЗК) и ФГБНУ Ставропольский НИИСХ (СНИИСХ). Почва опытного участка во ВНИИЗК представлена черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым с содержанием гумуса в пахотном слое 3,2-3,4% [10, 11], в СНИИСХ – малогумусным мицеллярно-карбонатным среднесуглинистым черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое 2,8-3,5% [12].

Агроклиматические условия в годы проведения исследований значительно различались как по количеству осадков, так и по температурному режиму. В Зерноградском районе Ростовской области за период вегетации сорго в 2013 г. выпало 181 мм осадков, а в 2014 г. – 134 мм. Сумма температур колебалась от 2646⁰С (2013 г.) до 2341⁰С (2014 г.). Согласно значениям гидротермического коэффициента, в 2013-2014 гг. наблюдалась средняя засуха (ГТК соответственно 0,70 и 0,61). В 2015 г. вегетационный период был более увлажненным (ГТК – 0,80).

В Ставропольском крае погодные условия 2013 года в период вегетации сорго можно характеризовать как теплые и влажные. 2014 и 2015 годы отличались жесткими

погодными условиями: среднесуточная температура воздуха в период активной вегетации была выше среднегодовых значений на 1,1 – 3,6⁰С, а количество осадков ниже на 24-55%.

Объектом исследований служили:

а) гибриды F₁ сорго сахарного:

- Силосное 88, Алга и Калаус (внесены в Госреестр селекционных достижений, оригинатор – СНИИСХ);
- Зерсил, Дублер (новые гибриды селекции ВНИИЗК);
- Елисей, Старт (новые гибриды, созданные в результате совместной работы ВНИИЗК и СНИИСХ);

б) родительские формы: три ЦМС-линии А-63, Княжна, АПВ-1115 и отцовские формы Ставропольское 36, Галия, Ларец, Лиственит, Зерноградское 454 и Северное 44.

Предметом изучения являлись следующие хозяйственно-ценные признаки сорго сахарного: продолжительность вегетационного периода, высота растений на 30 день (интенсивность начального роста) и при созревании, толщина стебля, облиственность, кустистость, сочность сердцевинки стебля, содержание сахаров в соке стеблей, содержание протеина в сухом веществе, урожайность зеленой массы, абсолютно-сухого вещества и зерна.

Посев селекционного поля провели в оптимальные сроки (3-10 мая). Норма высева – 200 тыс. зерен/га. Обработку почвы, уход за посевами проводили в соответствии с рекомендациями по возделыванию сорго сахарного [13]. Содержание сахаров в соке стеблей определяли оптическим методом рефрактометром. Уборку сорго сахарного на зеленую массу проводили в фазе молочно-восковая спелости, на зерно – в фазу полной спелости. Содержание основных питательных веществ определяли по общепринятым методикам [14]. Статистический анализ полученных данных проведен по Б.А. Доспехову [15] с использованием программы Excel.

Результаты. В результате селекционной работы на гетерозис создан ряд сортолинейных гибридов сорго сахарного. Их оценка по ряду морфо-биологических и хозяйственно-ценных признаков и свойств показала, что все гибриды отличаются большей интенсивностью начального роста, высотой растений, толщиной стебля, облиственностью (кроме гибрида Алга), содержанием протеина, урожайностью зеленой массы и абсолютно-сухого вещества, чем лучший родитель. В таблицах 2 и 3 представлена характеристика родительских форм и гибридов, полученных на основе ЦМС-линий А-63, Княжна и АПВ-1115, по морфо-биологическим, хозяйственно-ценным показателям и эффекту гетерозиса.

Вегетационный период является одним из основных признаков, влияющих на урожайность зеленой массы сорго сахарного. Известно, что позднеспелые образцы обладают наибольшей урожайностью зеленой массы, однако они в большей степени испытывают недостаток влаги и часто не успевают сформировать полноценное зерно. Поэтому изучение вегетационного периода у гибридов сорго считается весьма важной задачей [16, 17]. Наиболее объективный показатель длины вегетационного периода – это число дней от всходов до цветения, так как эта фаза является легко фиксируемой, и от всходов до молочно-восковой спелости, когда проводится уборка зеленой массы. Изученные гибриды имели продолжительность периодов вегетации в среднем 77 и 108 дней соответственно (табл. 2). Наибольшая продолжительность данных периодов отмечена у гибрида Калаус (95 и 126 дней), наименьшая – у Силосного 88 (64 и 99 дней). По продолжительности периода «всходы-цветение» истинный гетерозис колебался у гибридов от 0 до 41,8%, периода «всходы-молочно-восковая спелость» – от -7,5 до 15,6% (табл. 3). Наибольшее превосходство по данным показателям над лучшей родительской формой имел самый поздний гибрид Калаус (41,8 и 15,6%). Большое влияние на данные показатели оказывает материнская цитоплазма. Наибольший гетерозис наблюдался у гибридов, полученных от ЦМС-линии Княжна, и составил 16,2% (продолжительность периода «всходы-цветение») и 10,3% (продолжительность периода «всходы-молочно-восковая спелость»).

2. Характеристика родительских форм и гибридов F₁ сорго сахарного (2013-2015 гг.)

№	Гибрид/ ЦМС-линия/ опылитель	Продолжитель- ность периодов, дней		Высота растений, см		Толщина стебля при уборке, см	Облиственность растений, %	Кустистость, общая	Характер сердцевины	Содержание сахаров в соке стеблей, %	Содержание протеина, %	Урожайность, т/га		
		всходы- цвете- ние	всходы- молочно- восковая спелость	на 30 день	при уборке							зеле- ной массы	абсолютно -сухого вещества	зерна
1	Силосное 88 F ₁	64	99	48	238	1,3	12,5	1,3	сочный	8,2	7,6	60,0	16,8	3,9
	А-63	70	107	33	137	1,5	18,7	1,1	сочный	7,5	8,5	18,7	5,4	3,4
	Ставропольское 36	64	100	37	221	1,2	8,9	2,5	сочный	12,0	6,8	47,3	13,1	3,1
2	Елисей F ₁	82	111	54	199	2,1	22,0	1,7	сочный	11,0	10,1	70,3	20,3	3,9
	А-63	70	107	33	137	1,5	18,7	1,1	сочный	7,5	8,5	18,7	5,4	3,4
	Лиственит	73	101	45	193	1,7	15,9	1,3	сочный	14,0	7,0	46,0	15,5	3,1
3	Старт F ₁	76	105	49	197	1,7	18,6	1,3	сочный	11,2	10,0	71,0	20,9	3,7
	А-63	70	107	33	137	1,5	18,7	1,1	сочный	7,5	8,5	18,7	5,4	3,4
	Зерноградское 454	67	98	39	187	1,4	12,5	1,7	сочный	13,5	7,4	45,6	13,8	3,2
4	Алга F ₁	70	109	43	266	1,9	11,5	1,4	сочный	10,9	7,7	73,5	19,7	3,8
	Княжна	63	97	38	164	1,1	12,3	1,9	полусухой	-	9,5	18,9	5,6	3,6
	Галия	62	96	41	227	1,4	12,6	1,2	сочный	11,0	7,5	49,7	13,6	3,3
5	Калаус F ₁	95	126	43	287	2,0	15,9	1,3	сочный	12,1	7,8	84,2	20,9	2,2
	Княжна	63	97	38	164	1,1	12,3	1,8	полусухой	-	9,5	18,9	5,6	3,6
	Ларец	67	109	40	237	1,5	14,1	1,7	сочный	13,8	6,4	55,6	16,4	2,9
6	Зерсил F ₁	85	105	42	199	2,0	16,2	1,2	сочный	12,0	9,9	59,3	18,4	3,3
	АПВ-1115	64	94	31	150	1,3	11,5	1,1	полусухой	7,9	8,0	15,4	5,6	2,2
	Северное 44	76	110	41	184	1,8	15,1	1,2	сочный	13,5	8,1	46,0	15,8	3,5
7	Дублер F ₁	67	104	41	201	2,0	14,6	1,2	сочный	11,6	9,6	66,9	18,9	3,6
	АПВ-1115	64	94	31	150	1,3	11,5	1,1	полусухой	7,9	8,0	15,4	5,6	2,2

	Зерноградское 454	67	98	39	187	1,4	12,5	1,7	сочный	13,5	8,9	45,6	13,8	3,2
	Среднее по гибридам	77	108	46	227	1,9	15,9	1,3	сочный	11,1	9,0	69,3	19,4	3,5

1. Значения гетерозиса (истинного) у гибридов F₁ сорго сахарного, % (2013-2015 гг.)

№ пп	Гибрид	Продолжительность периодов		Высота растений		Толщина стебля при уборке	Облиственность растений	Содержание сахаров в соке стеблей	Содержание протеина	Урожайность		
		всходы- цветение	всходы- молочно- восковая спелость	на 30 день	при уборке					зеленой массы	абсолютно- сухого вещества	зерна
1	Силосное 88	0	-7,5	29,7	7,7	8,3	40,4	-31,7	11,9	26,8	28,2	25,8
2	Елисей	5,1	9,9	20,0	3,1	23,5	38,4	-21,4	43,9	52,8	37,4	25,8
3	Старт	19,4	7,1	25,6	5,4	21,4	48,8	-17,0	34,8	55,7	32,3	15,6
4	Алга	12,9	13,5	4,9	17,2	35,7	-8,7	-0,9	2,7	47,9	44,9	15,1
5	Калаус	41,8	15,6	7,5	21,1	33,3	12,8	-12,3	22,8	51,4	27,4	-24,1
6	Зерсил	11,8	-4,5	2,4	8,2	11,1	7,2	-8,1	22,2	29,8	16,5	-5,7
7	Дублер	0	6,1	5,1	5,3	42,9	16,8	-14,1	28,8	46,7	37,0	12,5
	Среднее по гибридам	13,0	5,7	13,6	9,7	25,2	22,2	-15,1	23,9	44,4	32,0	9,3
	Среднее по ЦМС- линии А-63	8,2	3,2	25,1	5,4	17,7	42,5	-23,4	30,2	45,1	32,6	22,4
	Среднее по ЦМС- линии Княжна	16,2	10,3	15,3	11,3	28,6	20,1	-9,0	18,8	51,8	38,6	15,4
	Среднее по ЦМС- линии АПВ-1115	5,9	0,8	3,8	6,8	27,0	12,0	-11,1	25,5	38,3	26,8	3,4

При создании гибридов сорго высота растений является весьма важным признаком, который необходимо учитывать наряду с продуктивностью. Высота гибридов сорго сахарного считается оптимальной в пределах 200-250 см. Согласно исследованиям Н.А.Шепель [9] по габитусу куста и высоте растений гибридов в значительной степени доминируют признаки отцовского компонента. По высоте растений на 30 день вегетации и при созревании все гибриды были выше родительских форм и проявили гетерозис 2,4-29,7 и 3,1-21,1% соответственно. В наших исследованиях в среднем гибриды имели высоту главного стебля на 30 день 46 см, при уборке на зеленую массу – 227 см. Наибольшая интенсивность начального роста (высота на 30 день) отмечена у гибрида Елисей (54 см), Силосное 88 (48 см) и Страт (49 см), превосходство над лучшей родительской формой составило 20,0; 29,7; 25,6%, то есть гибриды с линией А-63. Самыми высокорослыми на момент уборки являются гибриды Алга (266 см) и Калаус (287 см), проявившие гетерозис на уровне 21,1 и 17,2% соответственно.

Толщина стебля, облиственность и кустистость также оказывают влияние на урожайность зеленой массы [11]. В среднем у гибридов отмечен диаметр стебля 1,9 см, облиственность – 15,9% и кустистость – 1,3 стебля. По данным признакам с наибольшими значениями следует выделить гибрид Елисей (2,1 см, 22,0 % и 1,7 стеблей соответственно). Все изученные гибриды имеют более толстый стебель, чем родительские формы, в среднем гетерозис составил 25,2%. Наибольшее превосходство по диаметру стебля над лучшей родительской формой наблюдалось у гибрида Дублер (42,9%). По облиственности наибольший истинный гетерозис проявился у гибридов с линией А-63 (42,5%), наименьший – с АПВ-1115 (12,0%).

Изученные гибриды являются сочностебельными. Оценка по содержанию сахаров в соке стеблей позволяет выделить назначение гибрида (использование на кормовые цели – при содержании сахаров до 12% или на получение патоки, сиропов и т.д. – при содержании сахаров более 13%). Значение данного признака у изученных гибридов находилось в пределах 8,2-12,1% при среднем значении по гибридам 11,1%. По содержанию сахаров в соке стеблей выделены гибриды Калаус и Зерсил с наибольшими показателями признака 12,1 и 12,0%. По данному признаку у всех гибридов наблюдается гибридная депрессия (в среднем –15,1%).

Изучение содержания протеина в зеленой массе сорго сахарного позволяет выделить гибриды, обладающие наибольшим качеством корма. Среди изученных гибридов максимальные значения признака 10,1% и истинный гетерозис 43,9% отмечены у гибрида Елисей при среднем содержании протеина в зерне по гибридам 9,0%. В среднем наибольший гетерозис получен у гибридов с ЦМС-линией А-63 (30,2%).

Положительные проявления гетерозиса по указанным признакам у гибридов обуславливают значительное увеличение урожайности зеленой массы с единицы площади. Урожайность зеленой массы на силос у изученных гибридов колебалась от 59,3 (Зерсил) до 84,2 т/га (Калаус) при среднем значении по гибридам 69,3 т/га. По сбору абсолютно-сухого вещества выделились гибриды Старт и Калаус (20,9 т/га). В среднем превосходство гибридов над лучшей родительской формой составляло по урожайности зеленой массы 44,4%, по сбору абсолютно-сухого вещества – 32,0%, в среднем наибольшие значения отмечены у гибридов с материнской линией Княжна (51,8 и 38,6% соответственно).

По урожайности семян не все гибриды проявили превосходство над лучшей (отцовской) родительской формой – у гибридов Калаус и Зерсил проявилась гибридная депрессия (-24,1 и -5,7% соответственно). Наибольшая урожайность семян отмечена у гибридов Силосное 88 и Елисей (3,9 т/га), у них наблюдается и наибольший истинный гетерозис – 25,8%.

Приведенная характеристика морфо-биологических признаков и свойств показывает, что гетерозис у гибридов первого поколения сорго проявляется по большинству из них.

Выводы

1. Все изученные гибриды превосходят лучшую родительскую форму по интенсивности начального роста ($\Gamma_{\text{ист.}}=13,6\%$), высоте растений ($\Gamma_{\text{ист.}}=9,7\%$), толщине стебля ($\Gamma_{\text{ист.}}=25,2\%$), облиственности (кроме гибрида Алга) ($\Gamma_{\text{ист.}}=22,2\%$), содержанию протеина ($\Gamma_{\text{ист.}}=23,9\%$), урожайности зеленой массы ($\Gamma_{\text{ист.}}=44,4\%$) и абсолютно-сухого вещества ($\Gamma_{\text{ист.}}=32,0\%$).

2. Урожайность зеленой массы на силос у изученных гибридов колебалась от 59,3 (Зерсил) до 84,2 т/га (Калаус) при среднем значении по гибридам 69,3 т/га. По сбору абсолютно-сухого вещества выделились гибриды Старт и Калаус с максимальным значением 20,9 т/га. В среднем превосходство гибридов над лучшей родительской формой составляло по урожайности зеленой массы 44,4%, по сбору абсолютно-сухого вещества – 32,0%.

3. Большое влияние на изученные признаки оказывает материнская цитоплазма. Гибриды, полученные на основе ЦМС-линии Княжна, проявили наибольший гетерозис по продолжительности периодов «всходы-цветение» ($\Gamma_{\text{ист.}}=16,29\%$), «всходы-молочно-восковая спелость» ($\Gamma_{\text{ист.}}=10,3\%$), высоте растений при уборке ($\Gamma_{\text{ист.}}=11,3\%$), толщине стебля ($\Gamma_{\text{ист.}}=28,6\%$) и урожайности зеленой массы ($\Gamma_{\text{ист.}}=51,8\%$) и абсолютно-сухого вещества ($\Gamma_{\text{ист.}}=38,6\%$).

Литература

1. Понятие о гетерозисе и его значение <http://agro-portal24.ru/selekcziya/2271-ponyatie-o-geterozise-i-ego-znachenie.html> Дата обращения 28-11-2011, 12:57.
2. Брежнев, Д.Д. Селекция растений в США / Д.Д. Брежнев, Г.Е. Шмараев. – М.: Колос, 1972. – 294 с.
3. Бритвин, В.В. Использование гетерозиса в селекции сахарного сорго / В.В. Бритвин, В.Д. Филатова // Научные труды Южного филиала национального университета биоресурсов и природопользования Украины: Крымский агротехнологический университет / Серия: Сельскохозяйственные науки. – №134. – 2011 – С. 73-78.
4. Ястребов, Ф.С. Гетерозис у гибридов сорго / Ф.С. Ястребов // Сб. Селекция и семеноводство: сб. Киев, 1966. – Вып.5. – С. 59-62.
5. Karper, R. Hybrids vigour in sorghum / R.Karper, J.Quinby // Herebity, №28. – 1937.
6. Stephensen, J.C. Male sterility in sorghum its possible utilization in production of hybrid seed / J.C. Stephensen // Journ. Amer. Soc. Agron. – 1937. – 29 p.
7. Хаджинов, М.И. Стерильность у межрасовых гибридов сорго / М.И. Хаджинов // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Сер. 2. – № 7. – 1937. – С. 417-446.
8. Miller, D.A. Inheritance of partial male fertility in *S. vulgare* Pers. / D.A. Miller, R.C. Pickett // Crop Sci. – V.4. –1964. – P. 1.
9. Шепель, Н.А. Селекция и семеноводство гибридного сорго / Н.А.Шепель. – Ростов-на-Дону, Изд-во Ростовского ун-та, 1985. – 256 с.
10. Бельтюков, Л.П. Отзывчивость сортов ярового ячменя на различные технологии возделывания в южной зоне Ростовской области / Л.П. Бельтюков, Е.К. Кувшинова, Р.Г. Бершанский, И.В. Моисеенко, И.А. Горяинов // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 4.– С. 64-68.
11. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы / С.Г. Бондаренко, Ф.И. Горбаченко, В.П. Горячев, А.В. Гринько, О.В. Егорова, С.И. Каптулев, П.И. Костылев и др. – Ростов-на-Дону, 2013. – Часть II. – 272 с.
12. Володин, А.Б. Селекция сорго для засушливых зон Ставропольского края / А.Б. Володин, Н.А. Багринцева, М.П. Жукова // Сб. Научные основы земледелия и влагосберегающих технологий для засушливых регионов Юга России: Материалы международной научно-практической конференции. – Ставрополь, 2003. – С. 39-44.
13. Рекомендации по возделыванию сорго сахарного / С.И. Горпиниченко, Н.А. Ковтунова, Г.М. Ермолина, В.В. Ковтунов, О.Д. Шарова. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2013. – 24 с.

14. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений: Под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перер. и доп.— Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд., 1987. — 430 с.
15. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: Агропроиздат, 1985. – 361 – 415 с.
16. Романюкин, А. Е. Признаковая и генетическая коллекция скороспелых форм сахарного сорго / А.Е. Романюкин, Е.А. Шишова, Н.А. Ковтунова, Г.М. Ермолина // Аграрный вестник Урала. –2016.– № 07 (149). – С. 46-50.
17. Ермолина, Г.М. Оценка коллекционных образцов суданской травы на скороспелость в условиях Ростовской области / Г.М. Ермолина // Основные направления развития селекции, семеноводства и технологии возделывания сорговых культур. Сборник научных трудов. – Зерноград, 1988. – С.126-131.

Literature

1. The concept of heterosis and its significance <http://agro-portal24.ru/selekcija/2271-ponyatie-o-geterozise-i-ego-znachenie.html> Date of the application 28-11-2011, 12:57.
2. Brezhnev, D.D. Plant breeding in the USA http://lib.nkzu.kz/cgi/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=KNIGI&P21DBN=KNIGI&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=M=&S21STR=/
D.D. Brezhnev, G.E. Shmaraev. – М.: Kolos, 1972. – 294 p.
3. Britvin, V.V. The use of heterosis in sweet sorghum breeding / V.V. Britvin, V.D. Filatova // Scientific works of Southern branch of National University of bioresources and use of nature of Ukraine: Crimea Agrotechnological University / Part: agricultural science. – №134. – 2011. – PP. 73-78.
4. Yastrebov, F.S. heterosis of sorghum hybrids / F.S. Yastrebov // ‘Breeding and seed-growing: Collection. – Kiev, 1966. – Iss..5. – PP. 59-62.
5. Karper, R. Hybrids vigour in sorghum / R.Karper, J.Quinby // Herebity, №28. – 1937.
6. Stephensen, J.C. Male sterility in sorghum, its possible utilization in production of hybrid seed / J.C. Stephensen // Journ. Amer. Soc. Agron. – 1937. – 29 p.
7. Khadzhinov, M.I. Sterility of inter variety sorghum hybrids / M.I. Khadzhinov // Works on Applied botany, genetics and breeding. Ser. 2. –№ 7. – 1937. – PP. 417—446.
8. Miller, D.A. Inheritance of partial male fertility in *S. vulgare* Pers. / D.A. Miller, R.C. Pickett // Crop Sci. – V.4. –1964. – P. 1.
9. Shepel, N.A. Breeding and seed-growing of hybrid sorghum / N.A. Shepel. – Rostov-on-Don: Publ. of Rostov University, 1985. – 256 p.

10. Beltyukov, L.P. Responsiveness of spring barley varieties on different cultivation technologies in the southern part of the Rostov region / L.P. Beltyukov, E.K. Kuvshinova, R.G. Bershansky, I.V. Moiseenko, I.A. Goryainov // Grain Economy of Russia. – 2015. – № 4. – PP. 64-68.
11. Zoned systems of agriculture in the Rostov region through 2013-2020 / S.G. Bondarenko, F.I. Gorbachenko, V.p. Goryachev, A.V. Grinko, O.V. Egorova, S.I. Kaptulev, P.I. Kostylev, et al – Rostov-on-Don, 2013. – Part II. – 272 p.
12. Volodin, A.B. Sorghum breeding for dry regions of the Stavropol Area / A.B. Volodin, N.A. Bagrintseva, M.P. Zhukova // Collection of works 'Scientific basis of agriculture and water saving technologies for dry regions of the south of Russia. Materials of the International Science-Practical Conference. – 2003. – PP. 39-44.
13. Recommendations of sweet sorghum cultivation / S.I. Gorpinichenko, N.A. Kovtunova, G.M. Ermolina, V.V. Kovtunov, O.D. Sharova. – Rostov-on-Don: ZAO 'Kniga', 2013. – 24 p.
14. Ermakov, A.I. Methods of biochemical study of plants: Edd. by A.I. Ermakov. The 3-d Iss., add., app..— L.: Agropromizdat, Leningr. Dep., 1987. – 430 p.
15. Dospekhov, B.A. Methodology of a field trial / B.A. Dospekhov . – M.: Agropromizdat, 1985. – 361 – 415 p.
16. Romanyukin, A. E. Collection of early maturing forms of sweet sorghum due to their traits and genetics / A.E. Romanyukin, E.A. Shishova, N.A. Kovtunova, G.M. Ermolina // Agrarian Vestnik of Urals. – 2016.—№ 07 (149). –PP. 46-50.
17. Ermolina, G.M. Assessment of collection samples of Sudan grass on early ripeness in the conditions of the Rostov region / G.M. Ermolina // Main trends of the development of seed-growing and breeding and the cultivation technology of sorghum: Collection of scientific works. – Zernograd, 1988. – PP. 126-131.