

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.282.2:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2019-62-2-27-31

СОЗДАНИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРГО-СУДАНКОВЫХ ГИБРИДОВ

Е. А. Шишова, аспирант, sorgo.vniizk@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7406-6622;

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

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

А. Е. Романюкин, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID ID: 0000-0003-4349-8489

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Сорго благодаря хорошей кустистости, высокой отращаемости после скашивания можно использовать в зеленом конвейере летом между укосами одно- и многолетних трав и осенью, когда прекращается рост многолетних трав. При скрещивании суданской травы с ЦМС-линиями сорго различных видов (зернового и сахарного) получают высокогетерозисные сорго-суданковые гибриды, превосходящие родительские формы по урожайности зеленой массы в 1,5 и более раз. Исследования с целью выявления новых сорго-суданковых гибридов с высокими эффектами гетерозиса по урожайности зеленой массы и сухого вещества и с последующим внедрением их в производство являются актуальным направлением селекции сорго. Цель данной работы – выделить основные этапы создания сорго-суданковых гибридов и оценить их урожайные и качественные показатели. В качестве объекта исследований использовали ЦМС-линии зернового сорго и сахарного сорго, высокоурожайные сорта суданской травы и новые сорго-суданковые гибриды. Начальный этап – это подбор родительских форм. В качестве опылителей необходимы нерасщепляющиеся и высокоурожайные сорта. В наших исследованиях это сорта Светлопленчатая 1, Чернопленчатая 11 и Чернопленчатая 10 с урожайностью 33–42 т/га зеленой массы за 2 укоса. Новые сорго-суданковые гибриды благодаря более мощному развитию растений имеют урожайность зеленой массы 52–77 т/га зеленой массы в сумме за 2 укоса. Истинный гетерозис составляет 22,6–102,6%. В ходе исследований выделены гибриды, сочетающие максимальные значения урожайности зеленой массы и сухого вещества – АПВ-1115 x Светлопленчатая 1 и Зерста 38 x Чернопленчатая 11.

Ключевые слова: суданская трава, сорго-суданковый гибрид, урожайность, зеленая масса, ЦМС-линия, опылитель, сорт.



DEVELOPMENT AND ECONOMIC-BIOLOGICAL CHARACTERISTICS SORGHUM-SUDAN HYBRIDS

E. A. Shishova, post-graduate student, sorgo.vniizk@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7406-6622;

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

V. V. Kovtunov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of grain sorghum breeding and seed-growing copro, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

A. E. Romanyukin, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of forage sorghum breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0003-4349-8489

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Due to a high stooling coefficient and good growing after cutting, sorghum can be used in the green conveyor in the summer between the cutting of annual and perennial grasses, in the fall when the growth of perennial grasses stops. Hybridization of Sudan grass with CMS-lines of various sorghum types (grain and sweet), produces highly heterotic sorghum-Sudan hybrids which exceed the parental forms in green mass productivity by 1.5 times or more. The identification of new sorghum-Sudan hybrids with high heterotic effects on productivity of green mass and dry matter with their future introduction into production is an important direction of sorghum breeding. The purpose of this work is to identify the main stages of the development of sorghum-Sudanese hybrids and to estimate indicators of their productivity and quality. The CMS lines of grain and sweet sorghum, highly productive varieties of Sudanese grass and new sorghum-Sudan hybrids are the objects of the study. The initial stage is the selection of parental forms. Highly productive and permanent varieties are of great necessity as pollinators. In our studies, these are the varieties "Svetloplenchataya 1", "Chernoplenchataya 11" and "Chernoplenchataya 10" with 33–42 t/ha of green mass for 2 cuttings. Due to the more powerful plant development the new sorghum-Sudanese hybrids produce 52–77 t/ha of green mass for 2 cuttings. Genuine heterosis is 22.6–102.6%. During the study there have been identified the hybrids "APV-1115 x Svetloplenchataya 1" and "Zersta 38 x Chernoplenchataya 11", that combine the maximum values of the productivity of green mass and dry matter.

Keywords: Sudan grass, Sorghum-Sudan hybrid, productivity, green mass, CMS-lines, pollinator, variety.

Введение. Одной из главных проблем животноводства остается обеспеченность кормами. Для селекционеров по кормовым культурам стоит задача – создание новых сортов и гибридов с хорошей поедаемостью, переваримостью кормовой массы при высоком содержании в ней протеина, жира, углеводов, микроэлементов, незаменимых аминокислот (Кашеваров и Данилов, 2006; Ковтунов и др., 2010). В связи с этим велика ценность зеленой массы сорго, которая может использоваться как в свежем виде, так и для приготовления сена. Обладая высокой пластичностью к условиям возделывания и уникальной особенностью для кормовых культур – засухоустойчивостью, суданская трава и сорго-суданковые гибриды являются незаменимым компонентом зеленого конвейера (Кадычегова и др., 2014; Бербекова и Токов, 2018). По содержанию протеина сорго травянистое находится выше других злаковых кормовых культур и незначительно уступает бобовым травам. По содержанию БЭВ и жира практически не отличается от большинства однолетних трав, в том числе и бобовых. По содержанию кальция приближено к вике, овсу, а соотношение кальция к фосфору – как у люцерны (Создание и оценка исходного материала для селекции суданской травы в Центрально-Черноземной зоне России, 2000).

Сорго травянистое (суданская трава и сорго-суданковые гибриды) формирует мощную вегетативную массу в июле, то есть в тот период, когда сено ржи, пшеницы уже израсходованы, а многолетние травы и кукуруза еще не успели сформировать мощного стеблестоя. Сорго подстраховывает влаголюбивые травы, стабилизируя производство полноценных кормов. Благодаря хорошей кустистости, высокой отрастаемости после скашивания его можно использовать в зеленом конвейере, например, летом между укосами одно- и многолетних трав, а также осенью, когда прекращается рост многолетних трав (Бельченко и др., 2018).

Суданская трава – интересный объект для изучения (Шишова и др., 2016). При скрещивании ее с ЦМС-линиями сорго различных видов (зернового и сахарного) получают высокогетерозисные сорго-суданковые гибриды, превосходящие родительские формы по урожайности зеленой массы в 1,5 и более раз. Сорго-суданковые гибриды по форме куста, высоте, кустистости сходны с суданской травой, но растения гораздо мощнее, стебель толще, листья крупнее (Даниленко и др., 2013; Ковтунова и Шишова, 2013; Болдырев и Луговская, 2017). Таким образом, исследование с целью выявления новых сорго-суданковых гибридов с высокими эффектами гетерозиса по урожайности зеленой массы и сухого вещества с последующим внедрением их в производство являются актуальным направлением селекции сорго.

Цель данной работы – выделить основные этапы создания сорго-суданковых гибридов и оценить их урожайные и качественные показатели.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали:

– ЦМС-линии зернового сорго Зерста 90, Зерста 38, Княжна и сахарного сорго АПВ-1115, А-63;

– высокоурожайные сорта суданской травы Светлопленчатая 1, Чернопленчатая 10 и Чернопленчатая 11;

– новые сорго-суданковые гибриды, полученные на основе гибридизации на стерильной основе.

Гибридизацию проводили на участках гибридизации в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград). В 2017–2018 гг. изучали сорго-суданковые гибриды в питомнике предварительного испытания. Площадь делянки – 14 м²; повторность – трехкратная. В качестве стандарта использовали сорго-суданковый гибрид Густолистный, внесенный в Государственный реестр селекционных достижений. Уборку зеленой массы сорго-суданковых гибридов проводили вручную дважды в фазе «начало выметывания» (июль и сентябрь). Оценка биохимического состава зеленой массы (содержание сухого вещества, сырого протеина, жира, клетчатки, жира, золы) проводили по общепринятым методикам в лаборатории биохимической оценки АНЦ «Донской».

Результаты и их обсуждение. Начальным этапом при создании как сортов, так и гибридов является правильный подбор родительских пар для гибридизации, а именно сроков цветения. Цветение метелки у сорго проходит в течение 4–5 дней. Так, если опылитель зацветает на 4–5 дней раньше, чем ЦМС-линия, опыление возможно фертильной пылью, образовавшейся на метелках подгонов суданской травы. Хуже при наступлении цветения у ЦМС-линии раньше, чем у опылителя, тогда растение не получает фертильной пыльцы, а семена не завязываются.

Кроме того, в качестве опылителей необходим подбор нерасщепляющихся и высокоурожайных сортов. В наших исследованиях в качестве опылителя были взяты сорта, изучающиеся в конкурсном сортоиспытании, – Светлопленчатая 1, Чернопленчатая 11 и Чернопленчатая 10. Данные сорта отличаются высокой урожайностью зеленой массы за 2 укоса – 33–42 т/га (у стандарта Александрина – 36 т/га). Они относятся к среднеспелой группе созревания (продолжительность периодов «всходы – выметывание (1 укос)» – 53–59 дней; «1–2 укос» – 41–47 дней), среднерослые (в фазе «выметывание» высота растений составляет 179–198 см; площадь листовой поверхности 3-го сверху листа – 69–84 см²), хорошо облиственные (9–11 листьев на растении) (табл. 1).

1. Характеристика исходных форм (сортов суданской травы и ЦМС-линий сорго сахарного и зернового) (2017–2018 гг.) 1. Characteristics of initial forms (Sudan grass varieties and CMS-lines of sweet and grain sorghum) (2017–2018)

Сорт, линия	Период, дней		Высота растений, см	Площадь листа, см ²	Количество листьев, шт.	Содержание, %		Урожайность, т/га	
	«всходы – 1 укос»	«1–2 укос»				сухого вещества	переваримого протеина	зеленой массы	сухого вещества
Чернопленчатая 10	59	43	198	84	11	19,51	6,85	42	8,1
Чернопленчатая 11	54	41	179	69	9	18,39	8,51	38	7,0
Светлопленчатая 1	53	47	190	72	9	20,56	8,39	33	6,8
А-63	66	59	119	242	12	–	–	22	–
АПВ-1115	58	53	140	201	10	–	–	19	–
Зерста 90	59	52	150	223	10	–	–	18	–
Зерста 38	56	53	120	221	11	–	–	20	–
Княжна	54	51	151	257	10	–	–	22	–

ЦМС-линии, используемые в гибридизации, относятся к среднеспелой группе созревания, цветение у них наступает либо одновременно, либо немного позже, чем на основном стебле опылителей. ЦМС-линии значительно отличаются от сортов суданской травы более мощными листьями (площадь листовой поверхности составляет 201–257 см²) и большим их количеством (10–12 шт.), низкорослостью (к фазе «выметывание» их высота достигает 119–151 см, к полному созреванию – 130–160 см), низкой урожайностью зеленой массы (18–22 т/га).

Главный этап при создании сорго-суданковых гибридов – гибридизация. Посев опылителя и всех ЦМС-линий проводили на 3 изолированных участках гибридизации (рис. 1). В результате естественного перекрестного опыления были получены 13 сорго-суданковых гибридов. Не получено 2 гибрида с ЦМС-линией А-63, так как линия зацвела на 12–13 дней позже основного побега суданской травы, когда у опылителя начали завязываться семена.

Заключительным этапом является оценка сорго-суданковых гибридов. В таблице 2 приведена морфо-биологическая характеристика новых сорго-суданковых гибридов. Они имеют более продолжительный период «всходы – выметывание» – 53–69 дней, высо-

та растений к моменту уборки достигает 188–258 см, кустистость – 1,5–3,3 стебля на растении, количество листьев – 10–12 шт., более крупные, чем у сортов суданской травы, листья (площадь – 93–158 см²).



Рис. 1. Участок гибридизации (2016 г.)
Fig. 1. The plot of hybridization (2016)

2. Морфо-биологическая характеристика сорго-суданковых гибридов (ПИ) (2017–2018 гг.) 2. Morpho-biological characteristics of Sorghum-Sudan hybrids (PI) (2017–2018)

Гибрид	Период, дней		Высота растений, см	Кустистость, стеб./раст.	Количество листьев, шт.	Площадь листа, см ²
	«всходы – 1 укос»	«1–2 укос»				
Густолистный, ст.	67	38	216	2,1	12	86
АПВ-1115 x Светлопленчатая 1	64	34	258	1,8	11	103
АПВ-1115 x Чернопленчатая 11	62	39	244	1,8	11	99
АПВ-1115 x Чернопленчатая 10	63	38	223	2,3	12	116
Княжна x Светлопленчатая 1	64	35	204	1,5	10	110
Княжна x Чернопленчатая 11	64	35	221	3,0	10	145
Княжна x Чернопленчатая 10	69	39	228	2,0	11	158
Зерста 38 x Светлопленчатая 1	67	40	229	2,3	12	106
Зерста 38 x Чернопленчатая 11	63	41	258	2,3	11	93
Зерста 38 x Чернопленчатая 10	67	38	204	1,8	10	137
Зерста 90 x Светлопленчатая 1	63	38	226	3,3	12	160
Зерста 90 x Чернопленчатая 10	59	33	209	2,6	11	106
Зерста 90 x Чернопленчатая 11	53	36	220	2,5	11	124
А-63 x Чернопленчатая 10	53	38	188	2,0	11	107
Среднее	62	37	223	2,2	11	118
Стандартное отклонение	5	2	20	0,5	1	24

Благодаря более мощному развитию растений урожайность зеленой массы у сорго-суданковых гибридов значительно выше, чем у сортов суданской травы, и составляет 52–77 т/га зеленой массы в сумме за 2 укоса. Истинный гетерозис составляет

22,6–102,6%. Наибольшая урожайность наблюдается у гибридов Зерста 38 x Светлопленчатая 1 (67 т/га, $\Gamma_{ист} = 101,5\%$), Зерста 38 x Чернопленчатая 11 (76 т/га, $\Gamma_{ист} = 98,7\%$), АПВ-1115 x Чернопленчатая 11 (77 т/га, $\Gamma_{ист} = 102,6\%$) (табл. 3).

3. Показатели урожайности и качества зеленой массы сорго-суданковых гибридов (ПИ) (2017–2018 гг.) 3. Indicators of productivity and quality of Sorghum-Sudan hybrid green mass (PI) (2017–2018)

Гибрид	Содержание сухого вещества	Урожайность, т/га			Гетерозис, %	
		зеленой массы	сухого вещества	переваримого протеина	урожайности зеленой массы	урожайности сухого вещества
Густолистный, ст.	20,3	57	11,6	1,00	–	–
АПВ-1115 x Светлопленчатая 1	18,1	63	11,4	0,92	90,9	67,8
АПВ-1115 x Чернопленчатая 11	21,5	77	16,6	1,42	102,6	136,5
АПВ-1115 x Чернопленчатая 10	18,9	52	9,7	0,82	22,6	20,2
Княжна x Светлопленчатая 1	21,5	58	12,5	0,98	75,8	83,3
Княжна x Чернопленчатая 11	17,6	59	10,4	0,78	55,3	48,7
Княжна x Чернопленчатая 10	21,7	52	11,2	0,84	22,6	38,0
Зерста 38 x Светлопленчатая 1	20,1	67	13,3	1,14	101,5	96,2

Зерста 38 х Чернопленчатая 11	21,6	76	16,3	1,15	98,7	133,0
Зерста 38 х Чернопленчатая 10	25,7	62	15,8	1,00	46,4	95,1
Зерста 90 х Светлопленчатая 1	18,9	63	11,8	1,1	89,4	73,7
Зерста 90 х Чернопленчатая 10	19,4	51	9,9	0,81	21,4	21,9
Зерста 90 х Чернопленчатая 11	17,9	56	9,9	0,88	46,1	41,6
А-63 х Чернопленчатая 10	18,6	57	10,6	0,93	72,7	56,1
Среднее	20,1	60	12,2	0,98	65	70
Стандартное отклонение	2,2	8	2,4	0,18	31	38



Рис. 2. Сорго-суданковый гибрид Зерста 38 х Чернопленчатая 11 и родительские формы
Fig. 2. Sorghum-Sudan hybrid "Zesta 38 x Chernoplenchataya 11" and parental forms

По качественным показателям сорго-суданковые гибриды также значительно превосходят сорта судан-

ской травы. Так, содержание сухого вещества у гибридов в 2–2,5 раза выше, чем у опылителей, и составляет 17,9–25,7%; урожайность сухого вещества варьирует от 9,7 до 16,6 т/га (наибольшее значение у опылителя было 8,1 т/га). По урожайности сухого вещества следует выделить гибриды Зерста 38 х Чернопленчатая 10 (15,8 т/га, Гист = 95,1%), Зерста 38 х Чернопленчатая 11 (16,3 т/га, Гист = 133,0%), АПВ-1115 х Чернопленчатая 11 (16,6 т/га, Гист = 136,5%). Сбор переваримого протеина у сорго-суданковых гибридов имел значения 0,78–1,42 т/га. Наибольшие значения наблюдались у гибридов Зерста 90 х Светлопленчатая 1 (1,10 т/га), Зерста 38 х Светлопленчатая 1 (1,14 т/га), Зерста 38 х Чернопленчатая 11 (1,15 т/га), АПВ-1115 х Чернопленчатая 11 (1,42 т/га).

В ходе исследований выделены гибриды, сочетающие высокие максимальные значения урожайности зеленой массы и сухого вещества – АПВ-1115 х Светлопленчатая 1 и Зерста 38 х Чернопленчатая 11 (рис. 2).

Выводы. Таким образом, проведенные исследования подтверждают высокую ценность сорго-суданковых гибридов в зеленом конвейере, которые позволяют получать 2–3 укоса высококачественной зеленой массы с урожайностью 40–50 т/га каждый даже в самых неблагоприятных условиях возделывания.

Библиографические ссылки

1. Бельченко С. А., Дронов А. В., Шаповалов В. Ф. Продуктивность кормового сорго в зависимости от фона минерального питания [Электронный ресурс] // Вестник Ульяновской ГСХА. 2018. № 2(42). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-sortimenta-kormovogo-sorgo-v-zavisimosti-ot-fona-mineralnogo-pitaniya>.
2. Бербекова Н. В., Токов М. М. Суданская трава – один из основных источников растительного сырья в засушливой зоне юга России // Novalinfo.ru. 2018. Т. 1, № 91. С. 67–72.
3. Болдырева Л. Л., Луговская А. А. Суданская трава и сорго-суданковые гибриды как источник исходного материала для селекции // Труды КубГАУ. 2017. № 66. С. 41–45.
4. Даниленко Ю. П., Зибаров А. А., Володин А. Б. Сахарное сорго и сорго-суданковые гибриды в Нижнем Поволжье // Земледелие. 2013. №2. С. 33–34.
5. Дьяченко В. В., Постева О. В., Зубарева А. В. и др. Суданская трава – перспективная кормовая культура для юго-запада Центрального региона // Земледелие. 2012. № 8. С. 25–27.
6. Кадычегова В. И., Бородин А. Н., Кадычegov А. Н. Суданская трава в степной зоне юга Средней Сибири // Вестник Алтайского ГАУ. 2011. № 7. С. 17–21.
7. Кашеваров Н. И., Данилов В. П. Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Западной Сибири [Электронный ресурс] // Достижения науки и техники АПК. 2006. № 1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostizheniya-i-perspektivy-razvitiya-kormoproizvodstva-v-zapadnoy-sibiri>.
8. Ковтунов В. В., Горпиниченко С. И., Сарычева Н. И. и др. Зерно сорго как источник растительного белка для животных // Молодые ученые – агропромышленному комплексу Поволжья: мат. Всерос. науч.-практ. конференции молодых ученых и специалистов. 2010. С. 72–74.
9. Ковнутова Н. А., Шишова Е. А. Сорго-суданковые гибриды селекции ВНИИЗК // Зерновое хозяйство России. 2013. № 3. С. 38–41.
10. Шишова Е. А., Горпиниченко С. И., Романюкин А. Е. и др. Основные направления и результаты селекции сорго травянистого // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 51–55.

References

1. Bel'chenko S. A., Dronov A. V., Shapovalov V. F. Produktivnost' kormovogo sorgo v zavisimosti ot fona mineral'nogo pitaniya [Elektronnyj resurs] [Forage sorghum productivity, depending on the background of mineral nutrition] // Vestnik Ul'yanovskoj GSKHA. 2018. № 2(42). Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-sortimenta-kormovogo-sorgo-v-zavisimosti-ot-fona-mineralnogo-pitaniya>.
2. Berbekova N. V., Tokov M. M. Sudanskaya trava – odin iz osnovnyh istochnikov rastitel'nogo syr'ya v zasushlivoj zone yuga Rossii [Sudan grass is one of the main sources of plant materials in the arid zone of southern Russia] // Novalinfo.ru. 2018. T. 1, № 91. S. 67–72.

3. Boldyreva L. L., Lugovskaya A. A. Sudanskaya trava i sorgo-sudankovye gibridy kak istochnik iskhodnogo materiala dlya selektsii [Sudan grass and Sorghum-Sudan hybrids as a source of initial breeding material] // Trudy KubGAU. 2017. № 66. S. 41–45.
4. Danilenko Yu. P., Zibarov A. A., Volodin A. B. Saharnoe sorgo i sorgo-sudankovye gibridy v Nizhnem Povolzh'e [Sweet sorghum and Sorghum-Sudan hybrids in the Nizhnee PoVolzhie] // Zemledelie. 2013. № 2. S. 33–34.
5. D'yachenko V. V., Postevaya O. V., Zubareva A. V. i dr. Sudanskaya trava – perspektivnaya kormovaya kul'tura dlya yugo-zapada Central'nogo regiona [Sudan grass is a promising fodder crop for the southwest of the Central region] // Zemledelie. 2012. № 8. S. 25–27.
6. Kadychegova V. I., Borodynya A. N., Kadychegov A. N. Sudanskaya trava v stepnoj zone yuga Srednej Sibiri [Sudan grass in the steppe zone of the south of Central Siberia] // Vestnik Altajskogo GAU. 2011. № 7. S. 17–21.
7. Kashevarov N. I., Danilov V. P. Dostizheniya i perspektivy razvitiya kormoproizvodstva v Zapadnoj Sibiri [Elektronnyj resurs] [Achievements and prospects for the development of feed production in Western Siberia] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2006. № 1. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostizheniya-i-perspektivy-razvitiya-kormoproizvodstva-v-zapadnoy-sibiri>.
8. Kovtunov V. V., Gorpinichenko S. I., Sarycheva N. I. i dr. Zerno sorgo kak istochnik rastitel'nogo belka dlya zhivotnyh [Sorghum grain as a source of vegetable protein for animals] // Molodye uchenye – agropromyshlennomu kompleksu Povolzh'ya: mat. vseros. nauch.-prakt. konferencii molodyh uchenyh i specialistov. 2010. S. 72–74.
9. Kovnutova N. A., Shishova E. A. Sorgo-sudankovye gibridy selektsii VNIIZK [Sorghum-Sudan hybrids developed by the VNIIZK] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2013. № 3. S. 38–41.
10. Shishova E. A., Gorpinichenko S. I., Romanyukin A. E. i dr. Osnovnye napravleniya i rezul'taty selektsii sorgo travyanistogo [The main directions and results of grass sorghum breeding] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5. S. 51–55.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.