

DOI 10.33952/2542-0720-2021-3-27-75-83

УДК 633.174/175:631.527

Капустин С. И.^{1,2}, Володин А. Б.¹, Капустин А. С.³

НОВЫЙ СОРГО-СУДАНКОВЫЙ ГИБРИД ГВАРДЕЕЦ

¹ ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»;

² ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»;

³ ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»

Реферат. Засушливые условия в Центральном Предкавказье вызвали недостаток зеленых кормов для животноводства. Эту ситуацию может компенсировать создание и внедрение в производство новых сорго-суданковых гибридов. Цель исследований – оценка продуктивности и качества зеленой массы, сена, зерна, определение основных морфологических признаков, уровня гетерозиса нового сорго-суданкового гибрида Гвардеец. Эксперименты выполняли в конкурсном и экологическом испытаниях. В среднем за 2015–2020 гг. новый гибрид обеспечил получение в условиях Ставропольского края 53,87 т/га зелёной и 11,55 т/га сухой массы, превысив стандарт Навигатор соответственно на 5,03 и 1,26 т/га (10,3 и 12,2 %). В Новгородской области сбор зеленой массы нового гибрида составил 43,0 т/га, в Алтайском ФАНЦ – 42,1 т/га, что больше, чем у стандарта Навигатор на 2,6 т/га и 0,9 т/га соответственно. Гвардеец относится к группе среднеспелых гибридов, первый укос которых в фазе вымётывания можно осуществлять в конце июня – первой половине июля, второй укос – во второй половине августа, а в умеренно тёплые и влажные летние периоды возможно проведение третьего укоса в конце сентября – начале октября. Новый гибрид Гвардеец характеризуется высокими темпами начального роста растений на 30-й день вегетации (80 см) и высоким содержанием листьев в зелёной массе (34,7 %). Содержание протеина в сухом веществе зелёной массы составляет 11,8 %, жира – 1,9 %, клетчатки – 30,9 %, золы – 6,3 %. В 1 кг корма новой комбинации содержится 0,67 кормовых единиц, 70 г переваримого протеина, 31,9 г сахара, 81,2 мг каротина. Обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином составляет 123 г. Обменной энергии содержится 8,59 МДж/кг, что выше, чем у стандартного гибрида Навигатор. Растения Гвардейца имеют сочную сердцевину стеблей, устойчивы к засухе, полеганию, вредителям и болезням. Родительские формы гибрида (Зерста 90С × Спутница) отличаются высокой комбинационной способностью и обеспечивают уровень истинного гетерозиса урожайности зелёной массы на уровне 20,81 т/га (62,9 %). Новый сорго-суданковый гибрид Гвардеец внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2021 г. по Северо-Кавказскому, Нижне-Волжскому, Центрально-Чернозёмному и Западно-Сибирскому регионам.

Ключевые слова: сорго-суданковый гибрид (*Sorghum* × *drummondii* Stend.) Гвардеец, урожайность, зелёная масса, гетерозис, протеин, облиственность.

Для цитирования: Капустин С. И., Володин А. Б., Капустин А. С. Новый сорго-суданковый гибрид Гвардеец // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 3(27). С. 75–83. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-75-83.

For citation: Volodin A. B., Kapustin S. I., Kapustin A.S. 'Gvardeets' – new sorghum-sudan hybrid // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 3(27). P. 75–83. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-75-83.

Введение

В Центральном Предкавказье засушливость климата, особенно во второй половине лета, вызывает необходимость поиска путей стабилизации кормопроизводства. Для этого целесообразно расширение посевов сорго-суданковых гибридов (*Sorghum × drummondii* Stend.), отличающихся засухоустойчивостью и стабильностью урожаев по годам [1–3]. Их используют на зелёный корм, силос, сено, сенаж, травяную муку, гранулы, выпас; сорго-суданковые гибриды отличаются высокой облиственностью, хорошей поедаемостью, качеством и переваримостью корма [4–6]. Благодаря побегообразованию на протяжении вегетации, растения после укоса быстро отрастают и при благоприятных условиях обеспечивают два-три укоса [7]. В исследованиях Han P.-A., Lu X.-P., Zhang R.-X. и др. [8] указано, что при доминирующем эффекте фотосинтез в листьях сорго-суданковых гибридов усиливается, приводя к образованию значительного количества органического вещества.

Сорго-суданковые комбинации характеризуются высокой энергией кушения, устойчивостью к засухе, содержанием влаги в листьях, а также сравнительно солеустойчивы [9]. Их урожайность значительно повышают орошение и внесение азотных удобрений [10]. Гетерозиготное первое поколение гибридов вследствие генетической неоднородности родительских форм увеличивает урожайность зелёной массы, превышающую их гомозиготные родительские формы на 50–70 % и более [11].

Для гибридов следует выявлять родительские формы с высокой комбинационной способностью [12]. Проявление признаков – высота растений, параметры соцветий, массы зерна с одной метёлки, урожайность зелёной и сухой массы, контролируют гены с аддитивным эффектом [13]. Селекция с помощью маркеров ускоряет процесс идентификации генотипов с низким содержанием синильной кислоты [14]. Для сорго-суданковых гибридов очень важным является сочностебельность и изменение соотношения лист:стебель в пользу облиственности.

Цель исследований – оценка продуктивности и качества зелёной массы, сена, зерна у нового сорго-суданкового гибрида Гвардеец, адаптированного к определённым почвенно-климатическим условиям региона и определение его основных биоморфологических признаков.

Материалы и методы исследований

Исследования осуществляли методами полевых и лабораторных опытов в 2015–2020 гг., сравнение вели со стандартом Навигатор.

Посев выполняли в первой декаде мая. Способ посева – широкорядный с шириной междурядий 70 см. Учётная площадь делянок 25 м², повторность четырёхкратная. Фенологические наблюдения, морфологические оценки, учёт урожая проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [15]. Математическую обработку полученных данных осуществляли методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [16]. Анализ химического состава и питательность сухого вещества зелёной массы выполняли: протеин – методом Кьельдаля (ГОСТ 32044.1-2012), клетчатка – Геннеберга и Штоманна (ГОСТ 31675-2012), жир – экстракционным методом (ГОСТ 32905-2014), зола – весовым (ГОСТ 26226-93), безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) – согласно методическим указаниям по оценке качества и питательности кормов [17].

В ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» создан исходный материал и выведен новый сорго-суданковый гибрид Гвардеец, который в 2016–2018 гг. прошел экологическое испытание в ФГБНУ «Новгородский

научно-исследовательский институт сельского хозяйства», а в 2019 г. – в ФГБНУ «Алтайский федеральный аграрный научный центр» [4]. В 2018–2020 гг. находился на Госсортоиспытании, занесён в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2021 г. по Северо-Кавказскому, Нижне-Волжскому, Центрально-Чернозёмному и Западно-Сибирскому регионам.

В конкурсном испытании провели изучение урожайности зелёной и сухой массы, качественных показателей полученного корма у нового сорго-суданкового гибрида Гвардеец в зависимости от сроков скашивания, динамики начального роста и послеукосного отрастания.

Предмет исследований – новый сорго-суданковый гибрид (*Sorghum* × *drummondii* Stend.), Гвардеец. Объектом изучения являлись морфологические, урожайные и качественные показатели зелёной массы у нового гибрида.

Почвенный покров опытного поля ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (Ставропольский край, г. Михайловск) представлен мицеллярно-карбонатным, среднесуглинистым чернозёмом. Содержание подвижных элементов минерального питания среднее, глубина гумусного слоя 100–120 см [7, 12].

Всего за вегетационный период май–сентябрь в 2016 г. среднесуточная температура воздуха составила 19,5 °С, в остальные годы она находилась в пределах 20,1–21,0 °С при норме 18,4 °С. Осадков за этот период при среднемноголетних показателях 329 мм выпало: в 2016 г. 133 %, в 2017 г. – 96 % нормы. В остальные годы эти показатели были существенно ниже – 39–70 % от многолетних значений и минимальным количеством осадков. Число дней с относительной влажностью воздуха ниже 30 % за период вегетации варьировало от 59 до 83 и максимальным было в 2020 г. (83 дня), 2015 г. (82 дня) и 2018 г. (77 дней), а в 2017 и 2019 гг. – 59–61 день. Наибольшее их количество (16–24) было в августе, что способствовало проявлению засухи и образованию на поверхности почвы трещин. В умеренно тёплые и влажные 2016 и в 2017 гг. сорго-суданковый гибрид Гвардеец обеспечил три укоса зелёной массы. В остальные жаркие и засушливые годы – два укоса.

Почва опытного поля Новгородского НИИ сельского хозяйства легкосуглинистая, дерново-подзолистая, рН = 5,1 единиц, доля органического вещества – 3,14 %. Агротехнические приемы включали весеннюю вспашку на глубину 25 см, весеннюю культивацию дисковыми боронами, предпосевную культивацию с боронованием, посев 15–18 мая. Количество осадков за летний период в 2016 г. – 273 мм, в 2017 г. – 318 мм, в 2018 г. – 220 мм.

Почвенный покров опытного стационара ФГБНУ «Алтайский ФНАЦ» представлен черноземом среднесуглинистым, среднегумусным. Обеспеченность нитратным азотом и подвижным фосфором средняя, обменным калием высокая. Сумма эффективных температур воздуха выше +10 °С составляет 1800–2260 °С. Безморозный период – 91–144 дня, ГТК = 0,5–0,9, количество осадков за апрель–август 2019 г. составило 230 мм.

Результаты и их обсуждение

При подборе родительских форм гибридов учитывали особенности влияния генотипов материнских и отцовских форм на проявление количественных признаков в гибридном потомстве. Гвардеец создан методом гибридизации на стерильной основе: материнская форма – среднеспелая стерильная линия Зерста 90С, отцовская – восстановитель фертильности – среднеспелый сорт суданской травы Спутница.

В среднем за 2015–2020 гг. продолжительность периодов «всходы–вымётывание» и «всходы–полная спелость» у стандарта Навигатор в среднем за 2015–2020 гг. составила соответственно 59 и 94 дня (таблица 1).

У гибрида Гвардеец продолжительность этих периодов была на три–четыре дня меньше и насчитывала 56 и 91 день соответственно. У нового гибрида и его родительских форм наблюдали сокращение продолжительности этих периодов. В сравнении со средней продолжительностью вегетационных периодов родительских форм (56 и 93 дня) у гибрида в период скашивания они не увеличивались, а в период полной спелости зерна уменьшились на два дня.

Таблица 1 – Морфологические и урожайные показатели гибрида Гвардеец (среднее за 2015–2020 гг.)

Показатель		Навигатор (St.)	Гвардеец
Продолжительность вегетационного периода (сут.) от всходов до:	вымётывания	59	56
	полной спелости семян	94	91
Высота растения, см	на 30 день вегетации	78	80
	при I укосе	176	180
	при II укосе	191	195
	в фазе полной спелости семян	255	256
Истинный гетерозис высоты растения:	см	32,2	35,7
	%	12,6	13,9
Лист, см	длина	77,0	79,0
	ширина	5,1	5,2
Облиственность растений, %	I укос	30,7	31,7
	II укос	31,0	33,8
	III укос	38,1	38,8
	среднее	33,3	34,8
Толщина стебля, см		1,24	1,19
Количество листьев, шт.		8	9
Длина метёлки, см		38	37
Выдвинутость метёлки из раструба верхнего листа, см		22	27
Урожайность зелёной массы, т/га	I укос	22,31	24,66
	II укос	22,95	25,59
	III укос	3,58	3,62
	сумма укосов	48,84	53,87
Урожайность сухой массы, т/га	I укос	4,72	5,31
	II укос	4,89	5,49
	III укос	0,68	0,75
	сумма укосов	10,29	11,55
Урожайность зерна при влажности 14 %, т/га		2,68	2,70
Урожайность зелёной массы, т/га	в Алтайском ФАНЦ	41,20	42,10
	в Новгородском НИИСХ	40,40	43,00
НСР ₀₅ , % для облиственности растений:	I укос	1,00	
	II укос	1,10	
	III укос	1,30	
	среднее	1,20	
НСР ₀₅ (т/га) для зеленой массы:	I укос	1,35	
	II укос	1,39	
	III укос	0,18	
	сумма укосов	2,89	
НСР ₀₅ (т/га) для сухой массы:	I укос	0,24	
	II укос	0,26	
	III укос	0,04	
	сумма укосов	0,57	
НСР ₀₅ (т/га) для зеленой массы:	в Алтайском ФНАЦ	2,00	
	в Новгородском НИИСХ	2,10	

Растения нового гибрида Гвардеец относятся к среднеспелой группе спелости, отличаются повышенным начальным темпом роста, хорошо выровнены. У сорго-суданковых гибридов высота растений в значительной степени зависит от генотипов исходных родительских форм. В наших исследованиях у гибрида Гвардеец на 30-й день вегетации она имела значение 80 см, при I укосе – 180 см, II укосе – 195 см, что выше, чем у стандарта Навигатор на 2–4 см. В период созревания семян высота растений у нового гибрида достигала 256 см. Средняя высота его родительских форм при созревании семян была 220,3 см. Уровень истинного гетерозиса высоты растений у Гвардейца составил 35,7 см (13,9 %).

Новый гибрид имеет устойчивые к полеганию стебли толщиной 1,19 см с сочной сердцевинкой. На главном стебле расположены девять листьев длиной 79 см и шириной 5,2 см, что выше, чем у стандарта. Метёлка хорошо выдвинута из раструба верхнего листа (27 см), её длина 37 см. Зерновка светло-коричневая, округлая. Устойчивость к засухе высокая, усыхание листьев при засухе в фазе молочной спелости зерна слабое. Повреждение растений тлёй, бактериозом, головнёй незначительное (1 балл).

Уборка зелёного корма выполняется в период вымётывания. В сравнении с массой метёлок и стеблей масса листьев в этот период больше, но она значительно снижается в период молочно-восковой и полной спелости зерна. Доля листьев в зеленом корме за три укоса стандартного гибрида Навигатор составляла в среднем 33,3 %, а у новой комбинации Гвардеец – на 1,5 % выше.

Анализ показателей облиственности зелёной массы в зависимости от укосов свидетельствует, что во время осуществления второго укоса более высокое содержание листьев установлено у Гвардейца (33,8 %), у стандарта Навигатор их было меньше на 2,8 %. В период первого скашивания облиственность составляла 31,7 % у нового гибрида и 30,7 % у стандарта. Различия величины этого показателя между первым и вторым укосами у стандарта составили 0,3 %, у нового гибрида 2,1 % и были выше при втором скашивании. При третьем скашивании облиственность оказалась самой высокой – 38,1–38,8 %. Установлена тенденция к увеличению величины этого показателя у нового гибрида, однако эти различия статистически не значимы.

Уровень урожайности является основным критерием оценки гибрида. В среднем за 2015–2020 гг. сбор зелёной и сухой массы у стандарта Навигатор составила 48,84 т/га и 10,29 т/га, а у нового гибрида Гвардеец – 53,87 т/га и 11,55 т/га соответственно. Превышение составило 5,03 т/га и 1,26 т/га. Сравнение величины истинного гетерозиса урожайности зелёной массы, полученной у гибрида Гвардеец и усреднённых данных его родительских форм свидетельствует о его значительной величине. Превышение составило 20,81 т/га (62,9 %).

Величина урожайности первого и второго укосов варьировала в зависимости от метеоусловий. Температурный режим и количество осадков в умеренно влажные и тёплые 2016 и 2017 гг. обеспечили возможность проведения трёх укосов зелёной массы. В остальные годы – двух укосов. Несмотря на значительное количество осадков в период начала вегетации в среднем за изучаемые годы большая урожайность зелёной массы у гибрида Гвардеец установлена при втором скашивании (25,59 т/га). Величина этого показателя в первом укосе (24,66 т/га) была меньше, чем во втором на 0,93 т/га. Такие различия можно объяснить морфологическими особенностями нового гибрида. При втором укосе различия в темпах роста и развития отавных растений нивелируются, однако у комбинации Гвардеец, более высокая засухоустойчивость и облиственность дают преимущество продуктивности зелёной и сухой массы. У стандарта Навигатор урожайность зелёной массы при первом укосе составила 22,31 т/га, при втором – 22,95 т/га.

Для повышения эффективности использования кормов важным фактором является оценка их состава и питательности для составления полноценных рационов с целью получения высокой продуктивности животных.

Средняя урожайность зелёной массы гибрида Гвардеец в условиях Новгородской области составила 43,0 т/га. Массовая доля сырого протеина в сухом веществе – 9,53 %, клетчатки – 30,2 %, обменной энергии в 1 кг сухого вещества – 9,6 МДж, кормовых единиц – 0,74. У стандарта Навигатор величины этих показателей были ниже и составили: 7,26 % сырого протеина, 33,1 % клетчатки, 9,0 МДж/кг энергии и 0,66 кормовых единиц.

Химический состав и питательность определяли в Алтайском ФАНЦ (таблица 2). Урожайность зелёной массы у нового гибрида составила 42,1 т/га, у стандарта – 41,2 т/га, сухой массы соответственно 10,70 и 10,45 т/га, спелого зерна 0,32 и 0,27 т/га.

Таблица 2 – Химический состав и питательность сухого вещества зеленой массы (2019–2020 гг.)

Гибрид	Год	Химический состав, %					
		вода	протеин	клетчатка	жир	зола	
Навигатор (St.)	2019	12,50	11,30	32,80	1,70	7,50	
	2020	12,40	10,50	32,90	1,80	7,30	
	среднее	12,45	10,90	32,85	1,75	7,40	
Гвардеец	2019	13,10	11,80	30,90	1,90	6,30	
	2020	12,90	11,90	30,40	1,70	6,40	
	среднее	13,00	11,85	30,65	1,80	6,35	
НСР ₀₅		F _{факт.} < F _{табл.}	0,45	1,17	0,06	0,24	
Гибрид	Год	в 1 кг корма содержится, г					Обменной энергии, МДж/кг
		корм. ед.	переваримого протеина	каротина, мг	сахара	переваримого протеина на 1 корм. ед.	
Навигатор (St.)	2019	0,64	67,00	45,20	34,30	115,00	8,38
	2020	0,65	69,00	47,40	33,00	116,00	8,41
	среднее	0,65	68,00	46,30	33,70	115,50	8,40
Гвардеец	2019	0,67	70,00	81,20	31,90	123,00	8,59
	2020	0,67	71,00	78,70	32,30	123,00	8,57
	среднее	0,67	70,50	79,90	32,10	123,00	8,58
НСР ₀₅		0,02	2,70	3,10	1,23	4,70	0,33

Данные химического состава сухого вещества зеленой массы при натуральной влажности свидетельствуют, что у гибрида Гвардеец содержание протеина, жира, клетчатки, золы лучше, чем у стандарта Навигатор. В 1 кг корма новой комбинации содержится 0,67 кормовых единиц. Обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином составляет 123 г. По показателю обменной энергии Гвардеец превысил стандартный гибрид.

Выводы

В засушливых условиях степной зоны Российской Федерации целесообразно возделывание нового сорго-суданкового гибрида Гвардеец. В среднем за 2015–2020 гг. он обеспечил сбор в условиях Центрального Предкавказья 53,87 т/га зелёной и 11,55 т/га сухой массы. Гибрид относится к группе среднеспелых растений, первый укос которых в фазе вымётывания можно осуществлять в конце июня – первой половине июля, второй укос – во второй половине августа, а в умеренно тёплые и влажные летние периоды возможно получение третьего укоса в конце сентября – начале октября.

Новый гибрид Гвардеец характеризуется высокими темпами начального роста растений на 30 день вегетации (80 см), большую долю листьев в зелёной массе (34,8 %). Содержание протеина в сухом веществе составляет 11,8 %. Растения

устойчивы к засухе, полеганию, вредителям и болезням, стебли имеют сочную сердцевину.

Родительские формы гибрида обеспечивают уровень гетерозиса урожайности зелёной массы в размере 20,81 т/га (62,9 %).

В условиях Новгородской области урожайность зеленой массы гибрида Гвардеец составила 43,0 т/га, что на 2,6 т/га больше, чем у стандарта Навигатор. В Алтайском ФАНЦ продуктивность зеленой массы у нового гибрида имела значение 42,1 т/га, у стандарта – 41,2 т/га. Обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином составляла 123 г.

Литература

1. Алабушев А. В., Анипенко Л. Н., Гурский Н. Г., Коломиец Н. Я., Костылев П. И., Мангуш П. А., Алабушева О. И. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Самара: Книга, 2003. 368 с.
2. Володин А. Б., Капустин С. И., Капустин А. С. Сорговые культуры – источник кормов для овцеводства // Сборник научных трудов ВНИИОК. Ставрополь, 2017. Т. 1. Вып. 10. С. 54–59.
3. Капустин С. И., Капустин А. С., Володин А. Б., Колодкин А. В. Полевые резервы // Агробизнес. 2017. № 2 (42). С. 74–76.
4. Шкодина Е. П., Володин А. Б., Капустин С. И., Капустин А. С. Агроэкологическое испытание однолетних кормовых культур в Новгородской области // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве». Киров, 2018. С. 197–200.
5. Kiliçalp N., Hizli H., Sümerli M., Avcı M. *In situ* rumen degradation characteristics of maize, sorghum and sorghum-sudan grass hybrids silages as affected by stage of maturity // Iranian Journal of Applied Animal Science. 2018. Vol. 8. Iss. 2. P. 231–239.
6. Basaran U., Copur Dogrusoz M., Gulumser E., Mut H. Hay yield and quality of intercropped sorghum-sudan grass hybrid and legumes with different seed ratio // Turkish Journal of Field Crops. 2017. Vol. 22. Iss. 1. P. 47–53. DOI: 10.17557/tjfc.301834.
7. Кулинцев В. В., Капустин С. И., Володин А. Б., Капустин А. С., Паньков Ю. И. Возделывание сорго и однолетних кормовых культур на семена: монография. Ставрополь: Сервис-школа, 2019. 128 с.
8. Han P.-A., Lu X.-P., Mi F.-G., Zhang R.-X., Li M.-N., Xue C.-L., Dong J., Cong M.-L. Analysis of heterosis in sorghum-sudan grass hybrid seedlings based on proteomics // Acta Agronomica Sinica (China). 2016. Vol. 42. Iss. 5. P. 696–705. DOI: 10.3724/SP.J.1006.2016.00696.
9. Patil J. V., Rakshit S., Khot K. B. Genetics of post-flowering drought tolerance traits in post-rainy sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2013. Vol. 73. Iss. 1. P. 44–50. DOI: 10.5958/j.0019-5200.73.1.006.
10. Mut H., Gulumser E., Dogrusoz M. E., Basaran U. Effect of different nitrogen levels on hay yield and some quality traits of sudan grass and sorghum .. sudan grass hybrids // Animal Nutrition and Feed Technology. 2017. Vol. 17. Iss. 2. P. 269–278. DOI: 10.5958/0974-181X.2017.00026.9.
11. Han P., Lu X., Mi F., Dong J., Xue C., Li J., Han B., Zhang X. Proteomic analysis of heterosis in the leaves of sorghum-sudan grass hybrids // Acta Biochimica et Biophysica Sinica. 2015. Vol. 48. Iss. 2. P. 161–173. DOI: 10.1093/abbs/gmv126.
12. Капустин С. И., Володин А. Б., Капустин А. С. Кормовой потенциал гибридов сахарного сорго в засушливых условиях центрального Предкавказья // Известия Оренбургского ГАУ. 2018. № 4 (72). С. 109–111.
13. Kibalnik O.P. Combining ability of CMS-lines of grain sorghum based on A1, A2, A3, A4, 9E and M-35-1A types of cytoplasmic male sterility // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017. Vol. 21. Iss. 6. P. 651–656. DOI: 10.18699/VJ17.282.
14. Yu X.-X., Liu Z.-H., Yu Z., Shi Y., Li X.-Y. Development of SSR markers linked to low hydrocyanic acid content in sorghum-Sudan grass hybrid based on BSA method // Protein and Peptide Letters. 2016. Vol. 23. Iss. 5. P. 417–423. DOI: 10.2174/0929866523666160322153559.
15. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: МСХ СССР, 1985. 267 с.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 335 с.
17. Сычев В. Г., Лепешкин В. В. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. М.: ЦИНАО, 2002. 76 с.

References

1. Alabushev A. V., Anipenko L. N., Gursky N. G., Kolomiets N. Ya., Kostylev P. I., Mangush P. A., Alabusheva O. I. Sorghum (selection, seed production, technology, economics). Samara: Kniga, 2003. 368 p.
2. Volodin A. B., Kapustin S. I., Kapustin A. S. Merchandise crops – a source of feed for sheep breeding // Collection of scientific works VNIIOK. 2017. Vol. 1. Iss. 10. P. 54–59.
3. Kapustin S. I., Kapustin A. S., Volodin A. B., Kolodkin A. V. Field reserves // Agribusiness. 2017. No. 2 (42). P. 74–76.
4. Shkodina E. P., Volodin A. B., Kapustin S. I., Kapustin A. S. Agroecological testing of annual fodder crops in the Novgorod Region // Materials of the IV International Scientific and Practical Conference “Methods and technologies in plant breeding and plant growing”. Kirov, 2018. P. 197–200.
5. Kiliçalp N., Hizli H., Sümerli M., Avci M. *In situ* rumen degradation characteristics of maize, sorghum and sorghum-sudan grass hybrids silages as affected by stage of maturity // Iranian Journal of Applied Animal Science. 2018. Vol. 8. Iss. 2. P. 231–239.
6. Basaran U., Copur Dogrusoz M., Gulumser E., Mut H. Hay yield and quality of intercropped sorghum-sudan grass hybrid and legumes with different seed ratio // Turkish Journal of Field Crops. 2017. Vol. 22. Iss. 1. P. 47–53. DOI: 10.17557/tjfc.301834.
7. Kulintsev V. V., Kapustin S. I., Volodin A. B., Kapustin A. S., Pankov Yu. I. Cultivation of sorghum and annual forage crops for seeds: Monograph. Stavropol: Service School, 2019. 128 p.
8. Han P.-A., Lu X.-P., Mi F.-G., Zhang R.-X., Li M.-N., Xue C.-L., Dong J., Cong M.-L. Analysis of heterosis in sorghum-sudangrass hybrid seedlings based on proteomics // Acta Agronomica Sinica (China). 2016. Vol. 42. Iss. 5. P. 696–705. DOI: 10.3724/SP.J.1006.2016.00696.
9. Patil J. V., Rakshit S., Khot K. B. Genetics of post-flowering drought tolerance traits in post-rainy sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2013. Vol. 73. Iss. 1. P. 44–50. DOI: 10.5958/j.0019-5200.73.1.006.
10. Mut H., Gulumser E., Dogrusoz M. E., Basaran U. Effect of different nitrogen levels on hay yield and some quality traits of sudan grass and sorghum .. sudan grass hybrids // Animal Nutrition and Feed Technology. 2017. Vol. 17. Iss. 2. P. 269–278. DOI: 10.5958/0974-181X.2017.00026.9.
11. Han P., Lu X., Mi F., Dong J., Xue C., Li J., Han B., Zhang X. Proteomic analysis of heterosis in the leaves of sorghum-sudangrass hybrids // Acta Biochimica et Biophysica Sinica. 2015. Vol. 48. Iss. 2. P. 161–173. DOI: 10.1093/abbs/gmv126.
12. Kapustin S. I., Volodin A. B., Kapustin A. S. Feed potential of sweet sorghum hybrids under arid conditions of central Predkavkazye // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018. No. 4 (72). P. 109–111.
13. Kibalnik O.P. Combining ability of CMS-lines of grain sorghum based on A1, A2, A3, A4, 9E and M-35-1A types of cytoplasmic male sterility // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017. Vol. 21. Iss. 6. P. 651–656. DOI: 10.18699/VJ17.282.
14. Yu X.-X., Liu Z.-H., Yu Z., Shi Y., Li X.-Y. Development of SSR markers linked to low hydrocyanic acid content in sorghum-sudan grass hybrid based on BSA method // Protein and Peptide Letters. 2016. Vol. 23. Iss. 5. P. 417–423. DOI: 10.2174/0929866523666160322153559.
15. Fedin M. A. Methods of state variety testing of agricultural crops. Moscow: USSR Ministry of Agriculture, 1985. 267 p.
16. Dospikhov B. A. Methods of field research. Moscow: Kolos, 1985. 335 p.
17. Sychev V. G., Lepeshkin V. V. Guidelines for assessing the quality and nutritional value of feed. Moscow: CINAQ, 2002. 76 p.

UDC 633.174/175:631.527

Kapustin S. I., Volodin A. B., Kapustin A. S.

‘GVARDEETS’ – NEW SORGHUM-SUDAN HYBRID

Summary. *Arid conditions in Central Ciscaucasia caused a shortage of green fodder for animal husbandry. In the current circumstances, new sorghum-sudan hybrids creation and introduction into production are of great importance. The aim of the research is twofold: to assess green mass, hay and grain productivity and quality; to determine the main biomorphological characteristics and level of heterosis of the new sorghum-sudan hybrid ‘Gvardeets’. The experiments were carried out in competitive and environmental testing. In the Novgorod Oblast, the new hybrid provided 43.0 t/ha of green mass; the same indicator in the Altai FASC comprised 42.1 t/ha exceeding standard hybrid ‘Navigator’ by 2.6 and 0.9 t/ha, respectively. The data were obtained in a competitive test by methods of field and laboratory experiments, as well as environmental*

testing in various regions of Russia. On average for 2015–2020, in the conditions of the Stavropol Territory, the new hybrid provided 53.87 t/ha of green and 11.55 t/ha of dry matter exceeding standard hybrid ‘Navigator’ by 5.03 and 1.26 t/ha or 10.3 and 12.2%, respectively. ‘Gvardeets’ is a mid-ripening hybrid. The first mowing can be carried out in the booting phase or at the end of June/first half of July, the second one – in the second half of August. Furthermore, in moderately warm and humid summers, it is possible to obtain the third mowing in late September/early October. The new hybrid ‘Gvardeets’ has a high rate of initial plants growth on the 30th day of vegetation (80 cm), as well as a high content of leaves in the green mass (34.7 %). The content of protein in dry matter is 11.8 %, fat – 1.9 %, fiber – 30.9%, ash – 6.3 %. One kilogram of new combination feed contains 0.67 feed units, 70 g of digestible protein, 31.9 g of sugar, 81.2 mg of carotene. The provision of one feed unit with digestible protein is 123 g. There is 8.59 MJ/kg of exchange energy, which is better than that of the standard hybrid ‘Navigator’. The stems of ‘Gvardeets’ plants have a juicy core; plants are resistant to drought, lodging, pests and diseases. The parental forms of the hybrid (‘Zersta 90C’ x ‘Sputnitsa’) are distinguished by a high combinational ability and provide a level of true heterosis of the yield of green mass in the amount of 20.81 t/ha (62.9%). The new sorghum-sudan hybrid ‘Gvardeets’ has been included in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation since 2021 in the North Caucasus, Lower Volga, Central Black Earth and West Siberian regions.

Keywords: *sorghum-sudan hybrid (Sorghum × drummondii Stend.) ‘Gvardeets’, yield, green mass, heterosis, protein, foliage.*

Капустин Сергей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства сорго, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; доцент кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. профессора Ф. И. Бобрышева, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»; 355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12; e-mail: sniish@mail.ru.

Володин Александр Борисович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции и первичного семеноводства сорго, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; 356241, Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: sniish@mail.ru.

Капустин Андрей Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник центра развития публикационной активности и патентно-лицензионной работы управления науки и технологии, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»; 355017, Россия, Ставропольский край, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1; e-mail: akapustin@ncfu.ru.

Kapustin Sergey Ivanovich, Cand. Sc. (Agr.), associate professor, senior researcher of the Laboratory of selection and primary seed sorghum breeding, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”; 49, Nikonova str., Mikhailovsk, 356241, Russia; associate professor of the Department of general agriculture, plant growing, breeding and seed production named after Professor F.I. Bobryshev, FSBEI of HE “Stavropol State Agrarian University”; 12, Zootekhnicheskii lane, Stavropol, 355017, Russia; e-mail: sniish@mail.ru.

Volodin Aleksandr Borisovich, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher, head of the Laboratory of selection and primary seed sorghum breeding, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”; 49, Nikonova str., Mikhailovsk, 356241, Russia; e-mail: sniish@mail.ru.

Kapustin Andrey Sergeevich, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher of the Center for the development of publishing activity and patent licensing of science and technology; FSAEI of HE “North-Caucasus Federal University”; 1, Pushkin str., Stavropol, 355017, Russia; e-mail: akapustin@ncfu.ru.

Дата поступления в редакцию – 26.07.2021.

Дата принятия к печати – 25.08.2021.