

СКРИНИНГ СОРТООБРАЗЦОВ СОРГОВЫХ И ПРОСОВИДНЫХ КУЛЬТУР РАЗЛИЧНОГО ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А. П. Чебатарев^{1, 2}
А. Б. Володин³, кандидат сельскохозяйственных наук
Н. В. Дейнес¹
С. В. Жаркова², доктор сельскохозяйственных наук
М. В. Чебатарева^{2, 4}

¹ФГБНУ «ФАНЦА», г. Барнаул Алтайского края, Россия, admiral160697@mail.ru

²ФГБОУ ВО «АГАУ», г. Барнаул Алтайского края, Россия

³ФГБНУ «Северо-кавказский ФНАЦ», г. Михайловск Ставропольского края, Россия

⁴ФГБОУ ВО «АГУ», г. Барнаул Алтайского края, Россия

Представлены результаты изучения хозяйственno ценных признаков сортов сорговых и просовидных культур в условиях лесостепи Приобья Алтайского края. Исследования проводили в 2020–2022 гг. В качестве объектов исследования взяты 15 сортов сорговых и просовидных культур. Проведенные исследования позволили выделить наиболее ценные по агробиологическим показателям и продуктивности сорта кормовых культур: сорт Землячка (суданская трава), сорт Гусар (сорго-суданковые гибриды), сорт Тандем (сорго сахарное), сорт Вилл (могар), сорт Барнаульское 18 (просо посевное), линия Л-98-4 (пайза), сорт Кормовое 155 (африканское просо).

Ключевые слова: сорго, сорго-суданковый гибрид, просо, суданская трава урожайность, протеин, сахара.

Введение. Сорго (*Sorghum*) и просо (*Panicum*) являются уникальными однолетними растениями семейства злаковые (*Poaceae*), как по своим биологическим особенностям, так и по хозяйственno ценным признакам [9; 5]. Сорго классифицируют на три основных вида: зерновое (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), сахарное (*Sorghum saharatum* (L.) Pers.) и травянистое (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf). К травянистому сорго относят суданскую траву и сорго-суданковые гибриды, отличающиеся богатой фитомассой наземного побега [11]. В роде *Panicum* выделяют вид проса обыкновенного или посевного (*Panicum miliaceum*) и проса головчатого (*Setaria italica*) [2].

Как зерновые культуры сорго и просо известны с древнейших времен. Родиной *Panicum miliaceum* являются Китай и Монголия. Культура одомашнена примерно 10000 лет назад в полузасушливых регионах этих стран [3]. В диком состоянии данный вид не обнаружен и поэтому его центр происхождения вызывает до сих пор сомнения [10].

Сорго в диком состоянии произрастает в Африке (долина реки Нил), что и является его родиной [14]. Понятия «сорго» и «просо» не однозначны. Различные народы мира культуру сорго называют по-разному в Средней Азии — «джугара», в Грузии — «гоми» и т. д. [21]. Под названием «просо» известно большое число культурных растений, относящихся не только к разным видам, но и к разным родам семейства злаковых [14]. Например, китайским, индийским и турецким просом называют и такое тропическое растение, как сорго. О широком распространении сорговых и просовидных культур в древние времена говорят многие археологические находки — сочинения античных писателей, некоторые памятники старины [14; 20].

Просо и сорго — культуры больших потенциальных возможностей [10; 11]. Исключительная засухоустойчивость, высокая и стабильная урожайность по годам, меньшая норма высея (в 2–3 раза), высокая экологическая пластичность и универсальность использования — все это дает им конкурентное преимущество над другими сельскохозяйственными культурами [7]. Принадлежность этих однолетних злаков к ксероморфному типу засухоустойчивых культур позволяет им в условиях засухи давать ежегодно стабильную урожайность и являться так называемой страховой культурой в случае сниженной продуктивности других культур (кукуруза, ячмень) [15]. Сахарное и травянистое сорго (суданская трава), а также просо обыкновенное выращивают для получения зеленого корма, силюса, сенажа, сена [9].

Сорго и просо являются важнейшими кормовыми, техническими и продовольственными культурами, что позволило им получить широкое распространение во многих странах мира на всех континентах [4; 16]. В мировом земледелии сорго занимает пятое место среди наиболее распространенных зерновых культур и возделывается в 85 странах мира на площади около 50 млн га [12]. Основными производителями сорго выступают Индия, Нигерия, Судан и США [4]. Известные экспортёры проса — Россия, Китай и Монголия. В последние 10 лет отмечена положительная тенденция возрождения производства проса в Беларуси, Молдове и ряде стран ЕС [18].

Сорго и просо — культуры будущего [17]. Изменение климата в большинстве регионов умеренной зоны планеты, сопровождающееся повышением температуры и возрастанием дефицита влаги на протяжении всего периода вегетации, положительно сказывается на развитии и росте этих однолетников. Процесс фотосинтеза у данных культур протекает по способу C₄, который характерен для культур тропического происхождения, например кукурузы [1]. Растения с таким способом фотосинтеза имеют более высокий продуктивный потенциал по сравнению с ячменем, пшеницей и др. [19]. Перспективными для этих культур яв-

ляются почвенно-климатические условия Казахстана, Монголии и Дальнего Востока. В Западной Сибири, где часто наблюдаются раннелетние засухи, получению высоких урожаев также может быть скомпенсировано возделыванием сорго и просо. Поэтому основной задачей для алтайских селекционеров остается создание новых сортов и значительное расширение посевов этих ценных культур [13; 8].

Цель данной работы — скрининг сортообразцов сорговых и проповидных культур по хозяйственно-биологическим признакам.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2020–2022 гг. на базе опытного участка лаборатории селекции зернобобовых и кормовых культур ФГБНУ Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий, расположенного в условиях лесостепи Приобья Алтайского края.

По влаго- и теплообеспеченности это относительно благоприятная зона для выращивания рассматриваемых культур, где возможно получение вполне удовлетворительных урожаев. Гидротермический коэффициент по Г. Т. Селянинову колеблется от 0,5 до 0,9. Среднее годовое количество осадков составляет 410 мм, из них в мае–августе — 202 мм. Сумма эффективных температур выше 10 °С изменяется от 1800 до 2260 °С. Безморозный период варьирует от 91 до 144 дней. Средняя дата последнего весеннего заморозка — 25 мая, первого осеннего — 15 сентября.

Нестабильность агроклиматических показателей по годам, наличие как типичных, так и отклоняющихся по влаго- и теплообеспеченности лет позволяет в широком диапазоне оценивать селекционный материал и создавать вполне конкурентоспособные сорта для разных природно-климатических зон.

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения, оценивали устойчивость сортообразцов к биотическим и абиотическим факторам внешней среды, осуществляли уход за растениями, браковку и отборы. В фазу укосной спелости оценивали кормовую продуктивность, а в фазу полной спелости — урожайность зерна и семян. Закладку полевых экспериментов, основные и сопутствующие оценки, учеты и наблюдения проводили в соответствии с существующими методическими указаниями [23; 24; 25].

Для посева образцов использовали селекционную сеялку ССФК-7. Учетная площадь делянок — 10 м², повторность четырехкратная, размещение делянок в четыре яруса, систематическое со смешением. Укосы зеленой массы проводили в фазу выметывания в два срока: первый укос — 18–22.07; второй укос — 15–17.09.

Результаты исследований. Урожайность зеленой массы первого укоса у сортов суданской травы варьировала от 29,2 т/га у сорта стан-

дарта Приобская 97 до 50,0 т/га у сорта Землячка (табл. 1). Сорта Землячка и Спутница превысили стандарт по урожайности, соответственно на 20,8 и 12,2 т/га. Результаты второго укоса показали изменчивость по урожайности в пределах от 11,0 т/га (стандарт) до 38,0 т/га (сорт Землячка).

1. Урожайность зеленой, сухой массы и семян сортов суданской травы, т/га, 2020–2022 гг.

Сорт	Урожайность массы, т/га				Урожайность семян, т/га	
	зеленой		сухой			
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос		
Приобская 97 (стандарт)	29,2	11,0	11,0	3,8	1,3	
Спутница	41,4	23,0	15,0	9,8	0,8	
Землячка	50,0	38,0	18,0	10,0	1,0	
HCP ₀₅	4,9	3,7	4,2	4,2	—	

Урожайность сухой биомассы сортов суданской травы в первый укос варьировала незначительно: от 11,0 т/га у сорта Приобская 97 до 18,0 т/га у сорта Землячка. Достоверно превысили уровень урожайности сухого вещества у стандарта (11,0 т/га) два сорта: Землячка (18,0 т/га) и Спутница (15,0 т/га). Во второй укос показатели урожайности сухого вещества у всех сортов снизились практически в 2–2,5 раза.

Семенная продуктивность сорта стандарта превысила оба испытываемых сорта: на 0,5 т/га сорта Спутница и на 0,3 т/га сорт Землячка.

Урожайность всех сортов в группе сорго-суданковых гибридов в первый укос достоверно превысила урожайность сорта стандарта Дуплет (27,0 т/га). Максимальный уровень урожайности первого укоса зеленой массы в данной группе сортов сформировал сорт Гусар — 66,1 т/га (табл. 2).

2. Урожайность зеленой, сухой массы и семян сортов сорго-суданкового гибрида, т/га, 2020–2022 гг.

Сорт	Урожайность массы, т/га				Урожайность семян, т/га	
	зеленой		сухой			
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос		
Дуплет (стандарт)	27,0	11,0	10,0	4,8	1,9	
Гусар	66,1	51,0	23,0	17,0	—	
Кирим	48,3	28,0	19,0	9,8	—	
HCP ₀₅	3,6	3,9	5,5	2,0	—	

Во втором укосе показатели урожайности сортов снизились относительно показателей, полученных в первом укосе. Превышение по урожайности сорта стандарта отмечено у всех сортов. Максимальная урожайность сформировалась у сорта Гусар — 51,0 т/га. Таким образом, в данной группе сортов выделился сорт Гусар со средней урожайностью зеленой массы за два укоса — 58,5 т/га.

Четырехлетний анализ сортов сорговых культур по признаку «урожайность сухого вещества» выявил отличия по величине показателя как по укосам, так и по сортам. Интервал варьирования урожайности сухой массы у сортов сорго-суданковых гибридов составил от 10,0 т/га у стандарта сорта Дуплет до 23,0 т/га у сорта Гусар. Все сорта данной культуры в опыте превысили уровень урожайности стандарта (10,0 т/га). Высокую урожайность сухой массы получили у сорта Гусар — 23,0 т/га. Во втором укосе данный сорт также показал максимальный уровень показателя урожайности в опыте — 17,0 т/га.

Полевые учеты на сортах сорго выявили диапазон варьирования урожайности биомассы первого укоса от 27,0 т/га (сорт Дуплет) до 74,7 т/га (сорт Тандем) (табл. 3). Значительное превышение урожайности стандарта (28,4 т/га) отмечено у сортов Тандем и Вольное соответственно на 46,3 и 38,0 т/га. Такая же тенденция отмечена и во второй укос: сорта Тандем и Вольное показали достоверное превышение стандарта (13,0 т/га) по урожайности зеленой массы, соответственно 53,0 и 48,0 т/га.

3. Урожайность зеленой, сухой массы и семян сортов сорго, т/га, 2020–2022 гг.

Сорт	Урожайность массы, т/га				Урожайность семян, т/га	
	зеленой		сухой			
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос		
Дуплет (стандарт)	27,0	11,0	10,0	4,8	1,9	
Вольное	66,4	48,0	30,0	18,0	1,5	
Тандем	74,7	53,0	29,0	17,0	2,3	
HCP ₀₅	2,0	3,9	3,4	4,8	—	

В группе сортов сорго сорта Тандем и Вольное показали максимальные результаты по урожайности сухой массы, соответственно 29,0 и 30,0 т/га. Во втором укосе различия между минимальными показателями урожайности в опыте (сорт Дуплет — 4,8 т/га) и максимальными (сорта Тандем — 17,0 т/га и Вольное — 18,0 т/га) достигло 300 %.

Сорт могара Вилл сформировал урожайность 25,7 т/га, что на 6 т/га выше урожайности стандарта Алтайский 23 (табл. 4). Урожайность сухой массы сорта Вилл (7,2 т/га) превысила Алтайский 23 на 29,2 %. Семенная продуктивность стандарта была выше нового сорта Вилл на 0,5 т/га.

4. Урожайность зеленой, сухой массы и семян сортов могара, т/га, 2020–2022 гг.

Сорт	Урожайность массы, т/га				Урожайность семян, т/га	
	зеленой		сухой			
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос		
Алтайский 23 (стандарт)	19,7	—	5,1	—	1,9	
Вилл	25,7	—	7,2	—	1,4	
HCP ₀₅	1,3	—	0,34	—	—	

Достоверное превышение урожайности зеленой массы сорта-стандарта получили на культуре просо посевное. Сорт Барнаульское 18 превышает сорт стандарт по урожайности зеленой и сухой массы соответственно на 2,1 и 0,6 т/га (табл. 5).

5. Урожайность зеленой, сухой массы и семян сортов просо посевного, т/га 2020–2022 гг.

Сорт	Урожайность массы, т/га				Урожайность семян, т/га	
	зеленой		сухой			
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос		
Барнаульское 98 (стандарт)	20,0	—	6,64	—	2,80	
Барнаульское 18	22,1	—	7,24	—	3,27	
HCP ₀₅	2,1	—	0,86	—	—	

Линия Л-98-4 у культуры пайза — это перспективная высокоурожайная селекционная форма, которая готовится к передаче в Государственное сортиспытание. В настоящее время районированных сортов пайзы Алтайской селекции и возможностью получения семян нет (табл. 6).

6. Урожайность зеленой, сухой массы и семян сорта африканского просо и линии пайзы, т/га, 2020-2022 гг.

Культура	Сорт	Урожайность массы т/га				Урожайность семян, т/га	
		зеленой		сухой			
		1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос		
Пайза	Л-98-4	69,4	24,4	17,9	7,5	2,9	
Африканское просо	Кормовое 155	27,4	12,2	3,4	1,8	3,6	

Сорт африканского просо Кормовое 155 — единственный районированный сорт данной культуры в Алтайском крае. Высокоурожайный, устойчивый к засухе.

Из данных таблиц 1–5 по продуктивности семян видно, что диапазон варьирования у сорговых и просовидных культур разный. В группе сорговых культур минимальная урожайность в 0,8 т/га отмечалась у суданской травы сорта Спутница, а максимальная урожайность отмечена у сорго сахарного сорта Тандем — 2,3 т/га, которая превысила урожайность сорта-стандарта Дуплет на 0,4 т/га. Максимальная урожайность семян получена у стандарта суданской травы Приобская 97 — 1,3 т/га и у сорго веничного Дуплет — 1,9 т/га.

В группе просовидных культур величина урожайности семян менялась от минимальной — Пайза Л-98-4 (2,9 т/га) до максимальной — просо посевное Барнаульское 18 (3,27 т/га).

Биохимические исследования надземной части сортообразцов показали различия в зависимости от культуры и сорта (табл. 7).

Содержание кормовых единиц в биомассе сортов варьировало от 0,43 у сорта Кирим до 0,63 у сорта просо посевного Барнаульское 18. Максимальный уровень кормовых единиц получили у сортов просо посевного Барнаульское 18 — 0,63 и у сорта могара Вилл — 0,62. Содержание переваримого протеина выше 90 г показали сорта сорго-суданковых гибридов Дуплет (97,2 г) и Гусар (93,8 г), сорго сорт Тандем (93,5 г), просо посевное Барнаульское 18 (92,5 г). Наивысшее содержание переваримого протеина в опыте получили у линии пайзы Л-98-4 (119,8 г).

Зеленые корма являются основным источником каротина для животных. Содержание каротина в зеленой массе однолетних трав — не менее 20 мг, сорго, травы естественных сенокосов и пастбищ — не менее 15 мг на 1 кг сухого вещества [18]. В нашем исследовании у всех

сортов содержание каротина (кроме сорта Барнаульское 98) превышало 100 мг/кг сухого вещества.

7. Биохимический состав биомассы сортов сорговых и просовидных культур

Культура	Сорт, линия	В 1 кг корма содержится			
		кормовых единиц	переваримого протеина, г	каротина, мг/кг сухого вещества	сахара, %
Суданская трава	Приобская 97	0,45	65,1	158,1	18,5
	Спутница	0,47	76,7	407,7	44,0
	Землячка	0,45	79,5	307,8	32,5
Сорго-суданковый гибрид	Дуплет	0,58	97,2	166,4	26,5
	Кирим	0,43	88,7	288,8	30,0
	Гусар	0,44	93,8	307,8	46,0
Сорго	Дуплет	0,58	97,2	166,4	26,5
	Тандем	0,60	93,5	238,7	62,5
	Вольное	0,60	86,0	249,6	24,0
Могар	Алтайский 23	0,60	77,3	382,7	40,0
	Вилл	0,62	88,0	499,2	36,0
Просо посевное	Барнаульское 98	0,58	77,5	88,8	25,3
	Барнаульское 18	0,63	92,5	104,5	26,9
Пайза	Л-98-4	0,55	119,8	199,7	26,5
Африканское просо	Кормовое 155	0,51	87,5	137,3	20,0

Высокое содержание переваримого протеина, каротина, сахара влияет на питательность зеленой биомассы кормовых культур, увеличивает их востребованность в животноводческой отрасли для кормления сельскохозяйственных животных.

Выводы:

1. Проведенные исследования позволили выделить наиболее ценные по агробиологическим показателям и продуктивности сорта кормовых культур: сорт Землячка (суданская трава), сорт Гусар (сорго-суданковые гибриды), сорт Тандем (сорго сахарное), сорт Вилл (могар), сорт Барнаульское 18 (просо посевное), линия Л-98-4 (пайза), сорт Кормовое 155 (африканское просо).

2. Использование данных сортов в производственном процессе позволит сельхозпроизводителям получить высокий урожай биомассы кормовых трав с высокими показателями качества.

Литература

1. Albert L. Lehninger principles of biochemistry. The johns hopkins university school of medicine. 1982 by Worth Publishers, Inc.
2. Phytoliths analysis for the discrimination of foxtail millet (*Setaria italica*) and common millet (*Panicum miliaceum*) / H. Lu, J. Zhang, N. Wu, K. B. Liu, D. Xu, Q. Li // PLoS One. – 2009. – Т. 4. – №. 2. – Pp. e4448.
3. Santra D. K., Khound R., Das S. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) breeding: Progress, challenges and opportunities // Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals: Volume 5. – 2019. – Pp. 223–257.
4. Происхождение сорго и развитие его селекции / А. В. Алабушев, Е. А. Шишова, А. Е. Романюкин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 127. – С. 281–294.
5. Ареал проса посевного в России / С. В. Бобков, А. И. Котляр, С. О. Гуринович, Ж. В. Старикова // Земледелие. – 2012. – №. 5. – С. 9–12.
6. Вавилов П. П., Гриценко В. В., Кузнецов В.С. Растениеводство. – М. : Колос, 1986. – 512 с.
7. Вертикова Е. А., Фролов М. П. Перспективы возделывания сахарного сорго на территории Саратовской области // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений : сб. материалов III Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов : ООО «Амирит», 2016. – 100 с.
8. Гуркова Е. В., Шукис Е. Р. Селекция зернобобовых и крупяных культур в Алтайском НИИСХ // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2. – С. 43–46.
9. Оптимизация минерального питания сорговых культур : монография / Ю. И. Ермохин, И. А. Бобренко. – Омск : Изд-во ОмГАУ, 2000. – 118 с.
10. Жуковский П. М. Прoso //Культурные растения и их сородичи. – М. : Советская наука, 1950. – С. 146–148.
11. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Биоразнообразие сорго // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 5. – С. 49–52.
12. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Использование сорго и основные направления селекционной работы во ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко // Таврический вестник аграрной науки. – 2016. – № 3 (7). – С. 60–70.
13. Кулинцев В. В., Годунова Е. И., Володин А. Б. Система земледелия нового поколения Ставропольского края : монография. – Ставрополь : Агрус, 2013. – 518 с.
14. Лысов В. Н. Прoso. – Ленинград : Колос. [Ленингр. отд-ние], 1968. – 224 с.
15. Муслимов М. Г. Сорго – культура больших возможностей // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 1. – С. 51–53.
16. Болдырева Л. Л., Филатова В. Д., Бритвин В. В. Характеристика сортов и гибридов сорго селекции ЮФ НУБиП Украины «КАТУ» // Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования

- Украины «Крымский агротехнологический университет». Серия: Сельскохозяйственные науки. – 2012. – № 145. – С. 59–68.
17. Неймышева А. Н. История возделывания проса на территории Российской Федерации // Научно-агрономический журнал. – 2014. – № 2 (95). – С. 39–41.
 18. Рудник-Иващенко О. И. Защита проса посевного от сорняков // Защита и карантин растений. – 2010. – № 11. – С. 28–29.
 19. Сиряк Н. В. Динамика биомассы отдельных органов растений проса в Южной степи // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – Т. 7. – С. 146–153.
 20. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений : учеб. для студентов вузов / Н. П. Третьяков, Лосева А. С., Макрушин Н. М. [и др.] / Под общ. ред. Н. П. Третьякова. – М. : Колос, 1998. – 639 с.
 21. Хауз Л. Руководство по селекции сорго. Переводы. – Индия, 1982. – 238 с.
 22. Шепель Н. А. Сорго. – Волгоград : Комитет по печати, 1994. – 448 с.
 23. Методика государственного сортиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. – М. : Госкомиссия по сортиспытанию сельскохозяйственных культур. – 1989. – 197 с.
 24. Методические рекомендации по разработке производственной оценки качества кормов / Н. Г. Григорьев, В. В. Попов, Ф. В. Воронкова [и др.] / ВАСХНИЛ, Отд-ние кормопроизводства, ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М. : ВАСХНИЛ, 1987. – 72 с.
 25. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новоселов, В. Н. Киреев, Г. П. Кутузов [и др.]. – М. : ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, 1997. – 156 с.

SCREENING OF VARIETAL SAMPLES OF SORGHUM AND MILLET CROPS OF VARIOUS ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL ORIGIN IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

**A. P. Chebatarev, A. B. Volodin,
N. V. Deines, S. V. Zharkova, M. V. Chebatareva**

The article presents the results of the study of economically valuable traits of varieties of sorghum and millet crops in the conditions of the forest-steppe of the Ob region of the Altai Territory. The research was carried out in 2020–2022. 15 varieties of sorghum and millet crops were taken as objects of research. The conducted research allowed us to identify the most valuable varieties of fodder crops in terms of agrobiological indicators and productivity: the Zemlyachka variety (Sudanese grass), the Gusar variety (sorghum-Sudanese hybrids), the Tandem variety (sugar sorghum), the Villa variety (mogar), the Barnaul 18 variety (seed millet), the L-98 line-4 (paiza), Fodder grade 155 (African millet).

Keywords: sorghum, sorghum-sudanese hybrid, millet, sudanese grass yield, protein, sugar.