

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2025-4-49-54

УДК 633.282+631.527+631.559+57.018

Сравнительная оценка перспективных сортов и линий суданской травы

Н. А. Ковтунова[✉], кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская область, г. Зерноград, Научный городок, 3,

n-beseda@mail.ru

Резюме. Суданская трава – это перспективная засухоустойчивая кормовая культура, позволяющая получать высокие урожаи зелёной массы для использования в качестве зелёного корма, сенажа или сilage. Важная задача современной селекции – выведение нового сорта с максимально возможным уровнем продуктивности. Цель исследований – провести комплексный анализ новых перспективных сортов и линий суданской травы, адаптированных к засушливым условиям Ростовской области, и оценить корреляционную связь их урожайности с различными признаками. Объекты исследований – 6 новых линий суданской травы конкурсного испытания, новый, допущенный к использованию, сорт Алиса и стандартный сорт Александрина. Опыты проводили в соответствии с общепринятыми методиками. Метеорологические условия в годы проведения исследований за период «всходы–выметывание» (2022–2024 гг.) были контрастными. ГТК за период «всходы–выметывание» суданской травы свидетельствует об очень сильной засухе в 2024 г., сильной засухе – в 2022 г., средней засушливости – в 2021 г. В результате комплексного анализа по урожайности зеленой массы выделена новая линия суданской травы Е-291, сформировавшая в сумме за 2 укоса 38 т/га зеленой массы и превысившая стандарт Александрина на 5 т/га или 15%. По питательной ценности следует отметить линию Св-2, превысившую стандарт на 4 т/га или на 12,1% не только по урожайности зеленой массы, но и урожайности сухого вещества (на 1,4 т/га или 18,9%), по сбору переваримого протеина (на 0,09 т/га или 16,4%) и обменной энергии (0,5 МДж/га или 9,3%). Линии Е-291 и Св-2 рекомендуются для передачи на государственное сортоиспытание. Сорта Алиса, Сельчанка и линии ЧЧТ-2013, ФП, ТА-2013 рекомендуются для использования в качестве родительских форм в гибридизации.

Ключевые слова: сорт, линия, суданская трава, урожайность, протеин, корреляция.

Для цитирования: Ковтунова Н. А. Сравнительная оценка перспективных сортов и линий суданской травы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 4 (72). С. 49-54. doi:10.18286/1816-4501-2025-4-49-54

Comparative evaluation of promising sudangrass varieties and lines

Н. А. Kovtunova

Federal State Budgetary Scientific Institution "Donskoy" Agricultural Research Center

347740, Rostov Region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3,

n-beseda@mail.ru

Abstract. Sudangrass is a promising drought-resistant forage crop, producing high yields of green mass for use as green fodder, haylage, or silage. An important task in modern breeding is to develop new varieties with the highest possible productivity. The objective of this study was to conduct a comprehensive analysis of new promising Sudangrass varieties and lines adapted to the arid conditions of the Rostov Region and to evaluate the correlation between their yield and various traits. The subjects of the study were six new Sudangrass lines undergoing competitive trials, the new Alisa variety approved for use, and the standard Alexandrina variety. The experiments were conducted according to generally accepted methods. Meteorological conditions during the study years during the "emergence-to-heading" period (2022–2024) were contrasting. The hydrothermal coefficient (HTC) for the "emergence-to-heading" period of Sudan grass indicates very severe drought in 2024, severe drought in 2022, and moderate drought in 2021. A comprehensive analysis of green mass yield resulted in the identification of a new Sudan grass line, E-291, which produced a total of 38 t/ha of green mass in two cuttings, exceeding the Alexandrin standard by 5 t/ha, or 15%. In terms of nutritional value, the Sv-2 line is noteworthy, exceeding the standard by 4 t/ha, or 12.1%, not only in green mass yield but also in dry matter yield (by 1.4 t/ha, or 18.9%), digestible protein yield (by 0.09 t/ha, or 16.4%), and metabolizable energy (0.5 MJ/ha, or 9.3%). The E-291 and Sv-2 lines are recommended for state variety testing. The Alisa and Selchanka varieties and the ChChT-2013, FP, and TA-2013 lines are recommended for use as parental forms in hybridization.

Keywords: variety, line, Sudanese grass, yield, protein, correlation.

For citation: Kovtunova N. A. Comparative evaluation of promising sudangrass varieties and lines // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2025.4 (72): 49-54 doi:10.18286/1816-4501-2025-4-49-54

Введение

Урожайность всех сельскохозяйственных культур, в основном, страдает из-за неблагоприятных условий окружающей среды: высоких температур, отсутствия или недостаточного количества осадков, холода, суховеев, засоления почв и многоного другого. Чтобы преодолевать эти проблемы и гарантировать получение сельскохозяйственной продукции, необходим подбор не только культур, но и сортов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Суданская трава – это однолетняя высокорослая трава, которая даёт исключительно высокие урожаи зелёной массы, которую можно использовать в качестве зелёного корма, сенажа или силюса [1]. Из-за позднего срока посева она подходит в качестве пожнивного корма. По засухоустойчивости и стабильной урожайности данная культура превосходит все однолетние кормовые культуры [2, 3]. Она способна давать 2...3 укоса зеленой массы за вегетационный период, благодаря своей способности к отрастанию после скашивания, и может вегетировать до наступления заморозков. Устойчивость к неблагоприятным факторам среды – вот что позволяет использовать судансскую травы в качестве альтернативы кукурузе [4, 5, 6]. В исследованиях М.М. Шкетова и др. по выходу растительного сырья (сухой массы) с единицы площади прибавка к контролю (могар) составила 50%, просу – 14%, овсяно-гороховой смеси – 7% [7]. В исследованиях А. А. Кислицына в полузасушливых условиях урожайность зеленой массы суданской травы составила 257 ц/га, сухого вещества – 58,3 ц/га, выход валовой энергии – 104,9 гДж/га, в то время как смесь овес+горох – 160; 35 ц/га и 63,0 гДж/га, овес – 143; 33,5 ц/га и 60,4 гДж/га [8]. В большинстве исследований доказано, что бобовые компоненты существенно улучшают качество корма [9, 10]. Таким образом, суданская трава среди традиционных однолетних злаковых культур является наиболее продуктивной и стрессоустойчивой.

Важная задача современной селекции – выведение нового сорта с максимально возможным уровнем продуктивности [11]. Несмотря на достигнутые результаты и высокий уровень продуктивности современных сортов, ее можно повысить за счет разработки новых и совершенствования уже существующих методов селекции и использования нового исходного материала. Кроме того, при улучшении растений важно знать связь между основными количественными признаками, чтобы определить критерии улучшения и потенциальную реакцию отбора генотипов на определенные признаки. Поэтому целью исследований было провести комплексный анализ новых перспективных сортов и линий суданской травы, адаптированных к засушливым условиям Ростовской области, и оценить корреляционную связь их урожайности с различными признаками.

Материал и методы

Почва зоны проведения исследований (г. Зерноград Зерноградского района Ростовской области) – обыкновенный карбонатный чернозем (содержание гумуса в пахотном слое 3,6% (по методу И.В.Тюрина),

обеспеченность подвижными формами фосфора 18,5...20 мг/кг и калия 342...360 мг/кг почвы (по методу Мачигина).

Объекты исследований – 6 новых линий суданской травы конкурсного испытания, допущенный к использованию сорт Алиса и стандартный сорт Александрина.

Сорта Александрина с 2007 г. и Алиса с 2019 г. внесены в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Северо-Кавказскому, Нижневолжскому и Центрально-Черноземному регионам России.

Опыты проводили в соответствии с общепринятыми методиками (*Методика государственного сортиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Москва, 1989. 194 с.*). Посев проводили в I-II декадах мая широкорядным способом (междурядье -70 см) селекционной сеялкой «Клён-4,2» с нормой высева 340 тыс. всхожих семян на 1 га и рядовым способом (междурядье – 15 см) с нормой высева 1,6 млн всхожих семян на 1 га. Площадь делянки – 25 м², повторность – четырёхкратная.

Зеленую массу убирали в фазе начала выметывания у 10...15% растений на делянке методом сплошного учета. Из убранной массы отбирали пробы на биохимический анализ.

1. Содержание сырого протеина определяли методом Кельдаля (ГОСТ 10846-91), содержание золы – согласно ГОСТа 32933-2014, содержание жира – по ГОСТу 13496.15-2016, содержание клетчатки – по ГОСТу 31675-2012; содержание сухого вещества – по ГОСТу 31640-2012. Статистический анализ (наблюдения, сводка и группировка данных, абсолютные и относительные величины) полученных данных проведен по Б.А. Доспехову (*Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2014. 351 с.*) с использованием компьютерных программ Ms. Excel и Statistica 10.

Метеорологические условия в годы проведения исследований за период «всходы–выметывание» (2022–2024 гг.) были контрастными (табл. 1).

Таблица 1 Метеорологические условия в период «всходы–выметывание» суданской травы (май–сентябрь 2022–2024 гг.) (по данным метеостанции г. Зернограда)

Год	Средняя температура воздуха, °C /	Сумма активных температур воздуха, °C	Сумма осадков, мм	ГТК
2022	21,7	1326	53,2	0,40
2023	21,4	1198	108,0	0,90
2024	25,9	1296	38,1	0,29

Гидротермический коэффициент (ГТК) за период «всходы–выметывание» суданской травы свидетельствует об очень сильной засухе в 2024 г., сильной засухе – в 2022 гг., средней засушливости – в 2021 г.

Результаты

Урожайность зеленой массы у линий изучаемой выборки в значительной степени определяется продолжительностью периода вегетации ($r=0,52\pm0,15$), высотой растений ($r=0,55\pm0,15$), диаметром стебля ($r=0,67\pm0,17$), кустистостью ($r=0,55\pm0,15$). С содержанием сухого вещества и БЭВ отмечена сильная обратная связь ($r=-0,70\ldots0,74\pm0,15$) (рис. 1).

Продолжительность периода «всходы-выметывание» в среднем за годы изучения у выделенных сортов и линий имела значение 52...55 дней (рис. 2). Уже в конце июня-начале июля можно получить 1 укос зеленой массы суданской травы, ко второму укосу можно приступать через 57...59 дней, то есть в начале сентября. Продолжительность периода «всходы-полная спелость» варьировала от 96 до 100 дней.

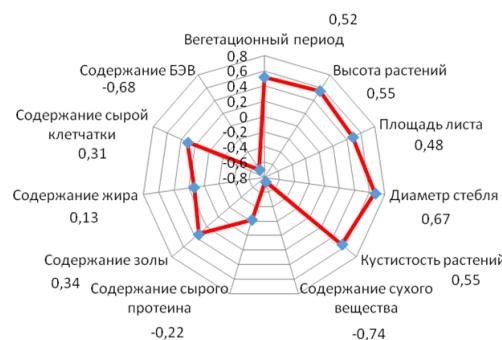


Рис. 1. Корреляционная связь урожайности зеленой массы суданской травы с хозяйственно-ценными признаками, среднее 2022-2024 гг.

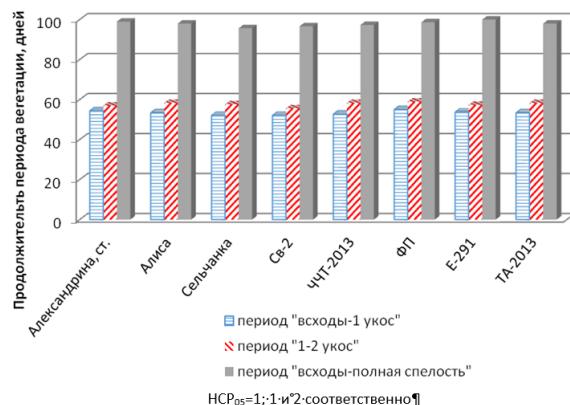


Рис. 2. Продолжительность периодов вегетации у сортов и линий суданской травы, среднее 2022-2024 гг.

Значительной разницы в прохождении межфазных периодов у сортов и линий не выявлено.

Высота растений - довольно нестабильный признак, зависящий как от способа и нормы посева, так и от почвенно-климатических условий [12]. В благоприятных условиях растения суданской травы могут достигать 3,0...3,5 м, а в засушливых – эти же сорта в отдельные годы не превышают 1,8...2,0 м

В наших исследованиях высота растений перед выметыванием (1-го укоса) варьирует от 183 до

237 см, в среднем по сортам – 205 см (рис. 3). Значительно превысила стандарт по данному показателю линия Е-291 (237 см), у остальных высота на уровне стандартного сорта Александрина. К моменту 2-го укоса высота растений была ниже, в среднем по сортам – 170 см, причем выделилась та же линия Е-291 (201 см).

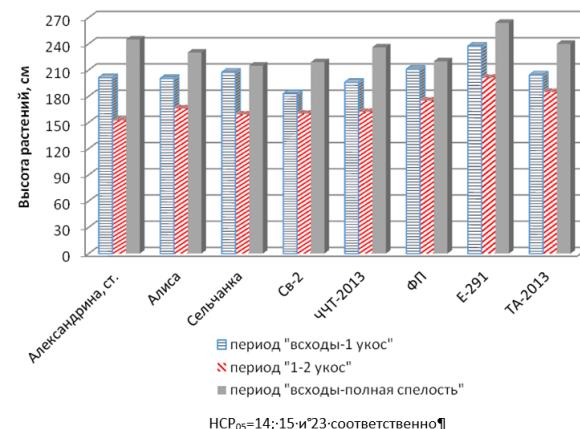


Рис. 3. Высота растений у сортов и линий суданской травы, среднее 2022-2024 гг.

В целом у сорго травянистого селекция на низкорослость не ведется, так как низкорослые формы характеризуются низкой продуктивностью биомассы. Наследование данного признака происходит по типу промежуточного наследования [13], поэтому даже очень высокорослые формы с высокой урожайностью зеленой массы можно вовлекать в гибридизацию для получения более низкорослых форм.

В ранее проведенных нами исследованиях в урожайность зеленой массы наибольший вклад делает 1-й укос. Его доля в общей урожайности составляет 54...74% [14]. При недостатке осадков в период май-июнь наблюдается значительный недобор урожайности зеленой массы суданской травы. Однако, даже при обильных осадках во второй период вегетации (июль-август) второй укос не может компенсировать недобор первого.

В наших исследованиях урожайность сортов и линий суданской травы в первом укосе в среднем составляла 20,6 т/га, во втором – 12,2 т/га. Наибольшие значения урожайности зеленой массы как в первом, так и во втором укосах отмечены у линии Е-291 (38 т/га). Превышение над стандартом у нее составило 5 т/га или 15%. Однако, и остальные сорта по урожайности не уступают сорту Александрина, сформировав 36...37 т/га зеленой массы и превысив стандарт на 3...4 т/га или 9...12% (рис. 4, табл. 2).

По урожайности сухого вещества выделились сорт Алиса и новая линия Св-2, превысившие среднегрупповое значение на 0,4...0,5 т/га, стандарт – на 1,2...1,4 т/га или на 16,2...18,9%. Урожайность семян у сортов и линий имела значения 1,0...1,5 т/га. В целом они не отличались от стандарта по данному показателю.

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

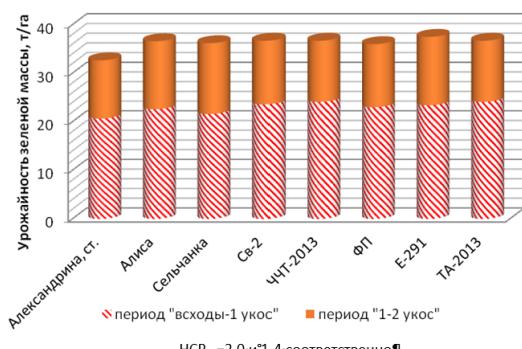


Рис. 4. Урожайность зеленой массы у сортов и линий суданской травы, среднее 2022-2024 гг.

Питательная ценность корма определяется, главным образом, биохимическим составом биомассы и особенно содержанием протеина [15]. По содержанию сырого протеина в сухом веществе зеленой массы изучаемые сорта и линии не превышают стандарт Александрина (12%). По содержанию золы, жира, сырой клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) все сорта на одном уровне со стандартом (табл. 3).

Сбор переваримого протеина у сортов и линий суданской травы имел значения 0,49...0,64 т/га. По сбору переваримого протеина и обменной энергии наибольшее значение отмечено у линии Св-2, превышение над стандартом составило 0,09 т/га (16,4%) и 0,5 мДж/га (9,3%).

Таблица 2. Показатели урожайности и питательной ценности сортов и линий суданской травы, среднее 2022-2024 гг.

Сорт, линия	Урожайность / сбор					Обменная энергия, мДж/кг сухого вещества
	зеленой массы, т/га	сухого вещества, т/га	семян, т/га	переваримого протеина, т/га	обменной энергии, мДж/га	
Александрина, ст.	33	7,4	1,2	0,55	5,4	643
Алиса	37	8,6	1,4	0,61	5,6	646
Сельчанка	36	8,1	1,5	0,56	5,1	630
Св-2	37	8,8	1,2	0,64	5,9	664
ЧЧТ-2013	37	8,0	1,3	0,50	5,0	630
ФП	36	8,3	1,0	0,54	5,1	622
Е-291	38	8,4	1,0	0,57	5,3	633
ТА-2013	37	7,7	1,2	0,49	4,9	637
среднее	36	8,1	1,2	0,60	5,3	638
HCP ₀₅	2	0,4	0,2	0,06	0,3	12

Таблица 3. Содержание питательных веществ в сухом веществе зеленой массы сортов и линий суданской травы, среднее 2022-2024 гг.

Сорт, линия	Содержание элементов в сухом веществе, %				
	протеин	зола	жир	клетчатка	БЭВ
Александрина, ст.	12,0	8,5	1,9	46,6	31,1
Алиса	11,5	8,1	1,6	44,0	35,7
Сельчанка	10,4	7,9	1,6	44,8	35,3
Св-2	11,0	7,2	2,4	41,3	39,0
ЧЧТ-2013	9,4	7,2	1,7	45,7	36,3
ФП	9,9	7,8	1,8	44,4	36,1
Е-291	10,3	6,6	1,8	42,9	38,3
ТА-2013	9,6	8,0	1,8	46,0	33,2
среднее	10,5	7,7	1,8	44,0	35,6
HCP ₀₅	0,8	0,6	0,2	2,3	2,9

Обсуждение

Урожайность зеленой массы – основной показатель ценности сортов суданской травы. Проведенный анализ корреляционной зависимости, указывающий на среднюю положительную связь урожайности и продолжительности вегетационного периода ($r=0,52 \pm 0,15$), высоты растений ($r=0,55 \pm 0,15$), диаметром стебля ($r=0,67 \pm 0,17$), кустистостью ($r=0,55 \pm 0,15$), согласуется с исследованиями других ученых. Так, по данным I.M. Ahmed, M. N. Rajab урожайность зеленой массы суданской травы имела значимую положительную связь с кустистостью ($r=0,99$) и высотой растений ($r=0,61$) [18]; S.Celic и др.– диаметром стебля и высотой растений [16]; A.B.Алабушева и др. (2019) – с размерами (0,54...0,59) и количеством (0,42) листьев, высотой растений (0,48)

и вегетационным периодом (0,48) [12]; G.N.Khurd и др. – с вегетационным периодом, кустистостью [17].

Изученные сорта и линии с продолжительностью периода «всходы-выметывание» 52...55 дней относятся к среднеранней группе созревания. Более ранние сорта в условиях Северного Кавказа по урожайности зеленой массы значительно уступают стандарту, а с более продолжительным периодом вегетации, формируя мощную биомассу, не успевают сформировать полноценное зерно стандартной влажности.

Высота растений оказывает значительное влияние на урожайность зеленой массы, так как доля стеблей в общей биомассе может достигать 65% [12]. Для удобства механизированной уборки при выращивании суданской травы на семена высота

растений не должна превышать 200...250 см. Этому требованию отвечают практически все выделенные линии и сорта с высотой растений 215...240 см, у стандарта 245 см. Линия Е-291 имела наибольшее значение – в среднем за 2022-2024 гг. – 264 см.

Несмотря на слабую отрицательную связь урожайности с содержанием сырого протеина ($-0,22 \pm 0,18$), протеин – наиболее ценная часть корма, поэтому данному признаку следует уделять особое внимание. Его содержание в сухом веществе зеленой массы изучаемых сортов и линий варьирует в пределах 9,6...11,5%, а сбор переваримого протеина – 0,49...0,64 т/га.

Выделившиеся сорта и линии суданской травы, формируя урожайность 36...38 т/га, значительно превосходят стандарт на 3...5 т/га или 9...12%.

Заключение

В результате комплексного анализа по урожайности зеленой массы выделена новая линия суданской травы Е-291, сформировавшая в сумме за 2 укоса 38 т/га зеленой массы и превысившая стандарт Александрина на 5 т/га или 15%. По питательной ценности следует отметить линию Св-2, превысившую стандарт на 4 т/га или на 12,1% по урожайности не только зеленой массы, но и сухого вещества (на 1,4 т/га или 18,9%), по сбору переваримого протеина (на 0,09 т/га или 16,4%) и обменной энергии (0,5 мДж/га или 9,3%). Линии Е-291 и Св-2 предлагаются для передачи на государственное сортоиспытание. Остальные сорта и линии рекомендуются для использования в качестве родительских форм в гибридизации.

Литература

1. Enchev S. Productivity and feed quality of Sudan grass (Sorghum sudanense (Piper) Stapf.) and sweet sorghum forms // Agricultural Science and Technology. 2021. №13(1). С. 57-62 doi:10.15547/ast.2021.01.011
2. Раджабов А. Н. Производство кормов в кормовых севооборотах на орошаемых землях равнинного Дагестана / А. Н. Раджабов, Р. А. Раджабов, Ш. Ш. Омаров и др. // Проблемы развития АПК региона. 2022. № 3(51). С. 100-103. doi: 10.52671/20790996_2022_3_100.
3. Куколева С. С., Кибальник О. П., Ларина Т. В. Изучение влияния осмотического стресса на засухоустойчивость образцов суданской травы селекции ФГБНУ РОСНИИСК "Россопро" // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 3(15). С. 12-21. doi:10.25930/2687-1254/002.3.15.2022
4. Bazitov R., Enchev S. Productivity and chemical composition of green biomass from Sudan grass, grown as a second crop, with optimal and insufficient water supply // Agricultural Sciences. 2021. № 13 (31). Р. 81-86. doi:10.22620/agrisci.2021.31.012
5. Оценка образцов сорго зернового, сахарного и травянистого на устойчивость к низким положительным температурам / В. Л. Газе, И. А. Лобунская, П. И. Костылев и др. // Аграрная наука. 2023. № 8. С. 115-119. doi:10.32634/0869-8155-2023-373-8-115-119
6. Шкетов М. М. Важов В. М., Одинцов А. В. Возделывание суданской травы на корм в сухой степи Алтайского края // Известия Алтайского государственного университета. 2012. № 3-2(75). С. 75-78. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozdelyvanie-sudanskoy-travy-na-korm-v-suhoj-stepi-altayskogo-kraya> (дата обращения: 20.02.2025)
7. Кислицин А.А. Выращивание суданской травы и сорго на кормовые цели в центральной части курганской области // Аграрный вестник Урала. 2008. № 12 (54). С. 44-45. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyraschivanie-sudanskoy-travy-i-sorgo-na-kormovye-tseli-v-tsentralnoy-zone-kurganskoy-oblasti> (дата обращения: 20.02.2025)
8. Агафонов В. А. Травосмеси суданской травы с высокобелковыми культурами в полевом кормопроизводстве Прибайкалья // Кормопроизводство. 2022. № 3. С. 21-25. doi:10.25685/KRM.2022.3.2022.003
9. Выращивание суданской травы в одновидовом и смешанных посевах на зеленую массу в условиях Северо-Запада России / И. Л. Безгодова, В. В. Вахрушева, Е. Н. Прядильщикова и др. // АгроЗооТехника. 2024. Т. 7. № 1. doi:10.15838/alt.2024.7.1.4
10. Сортовой потенциал как важнейший фактор повышения урожайности сорго в современных экономических условиях / М. Г. Муслимов, К. У. Куркиев, К. М. Абдуллаев и др. // Проблемы развития АПК региона. 2022. № 4(52). С. 122-126. doi:10.52671/20790996_2022_4_122.
11. Кормовая ценность суданской травы в зависимости от срока уборки / А. В. Алабушев, Н. А. Ковтунова, В. В. Ковтунов и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20, № 4. С. 343-350. doi:10.30766/2072-9081.2019.20.4.343-350
12. Ковтунов В. В. Наследование основных количественных признаков гибридами первого поколения сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2015. № 3 (3). С. 73-79. Режим доступа: <https://www.zhros.online/jour/article/view/275> (дата обращения: 20.02.2025)
13. Урожайность сорго травянистого в зависимости от метеорологических условий / Н. А. Ковтунова, В. В. Ковтунов, А. Е. Романюкин и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23 № 3. С. 334-342. doi:10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342.
14. Шишова Е. А. Качество зеленой массы суданской травы // Известия Нижневолжского агрониверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 2(46). С. 145-151. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvo-zelenoy-massyy-sudanskoy-travy> (дата обращения: 20.02.2025)
15. Ahmed I. M., Rajab M.N. Estimate of genetic parameters and correlation coefficient in Sudan grass

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

(*Sorghum sudanense*, (*Piper*) Staff) // *Plant. Prod.* 2017. No. 8(9). P. 935-938. doi:10.21608/jpp.2017.40915

16. Çelik Ş., Tutar H., Gönülal E. Prediction of fresh herbage yield using data mining techniques with limited plant quality parameters // *Sci Rep.* 2024. No. 14 (1). P. 21396. doi:10.1038/s41598-024-72746-9.

17. Study on variability, correlation and path coefficient analysis in Sudan grass (*Sorghum sudanense* L.) / G.N. Khurd, V.K. Kadam, B.H. Chavan et al. // *International Journal of Chemical Studies.* 2018. № 6(4). P. 08-11. Режим доступа: <https://www.chemijournal.com/archives/2018/vol6issue4/PartA/6-4-13-648.pdf> (дата обращения: 20.02.2025)

References

1. Enchev S. Productivity and feed quality of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Staff.) and sweet sorghum forms // *Agricultural Science and Technology.* 2021. No. 13 (1). P. 57-62 doi: 10.15547/ast.2021.01.011

2. Radzhabov A. N. Forage production in forage crop rotations on irrigated lands of lowland Dagestan / A. N. Radzhabov, R. A. Radzhabov, Sh. Sh. Omariev, et al. // *Problems of development of the regional agro-industrial complex.* 2022. No. 3 (51). P. 100-103. doi: 10.52671/20790996_2022_3_100.

3. Kukoleva S.S., Kibalnik O.P., Larina T.V. Study of the influence of osmotic stress on drought resistance of Sudan grass samples bred by the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Russian Research Institute of Vegetable Crop Production "Rossorghum" // *Agricultural Journal.* 2022. No. 3 (15). P. 12-21. doi: 10.25930/2687-1254/002.3.15.2022

4. Bazitov R., Enchev S. Productivity and chemical composition of green biomass from Sudan grass, grown as a second crop, with optimal and insufficient water supply // *Agricultural Sciences.* 2021. No. 13 (31). P. 81-86. doi:10.22620/agrisci.2021.31.012

5. Evaluation of grain, sugar, and grass sorghum accessions for resistance to low positive temperatures / V.L. Gaze, I.A. Lobunskaya, P.I. Kostylev, et al. // *Agrarian science.* 2023. No. 8. P. 115-119. doi:10.32634/0869-8155-2023-373-8-115-119

6. Shkretov M.M. Vazhov V.M., Odintsev A.V. Cultivation of Sudan grass for forage in the dry steppe of Altai Krai // *Bulletin of the Altai State University.* 2012. No. 3-2(75). P. 75-78. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozdelyvanie-sudanskoy-travy-na-korm-v-suhoj-stepi-altayskogo-kraya>.

7. Kislitsin A.A. Growing Sudan grass and sorghum for forage purposes in the central part of the Kurgan region // *Agrarian Bulletin of the Urals.* - 2008. No. 12 (54). P. 44-45. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyraschivanie-sudanskoy-travy-i-sorgo-na-korm-v-suhoj-stepi-altayskogo-kraya>

kormovye-tseli-v-tsentralnoy-zone-kurganskoy-oblasti
(date of access: 20.02.2025)

8. Agafonov V. A. Grass mixtures of sudan grass with high-protein crops in field forage production of the Baikal region // *Forage production.* 2022. No. 3. P. 21-25. doi: 10.25685/KRM.2022.3.2022.003

9. Growing sudan grass in single-species and mixed crops for green mass in the conditions of the North-West of Russia / I.L. Bezgodova, V.V. Vakhrusheva, E.N. Pryadilshchikova et al. // *AgroZooTekhnika.* 2024. Vol. 7. No. 1. doi:10.15838/alt.2024.7.1.4

10. Varietal potential as the most important factor in increasing sorghum yields in modern economic conditions / M. G. Muslimov, K. U. Kurkiev, K. M. Abdullaev, et al. // *Problems of development of the regional agro-industrial complex.* 2022. No. 4(52). P. 122-126. doi:10.52671/20790996_2022_4_122.

11. Forage value of Sudan grass depending on the harvesting time / A. V. Alabushev, N. A. Kovtunova, V. V. Kovtunov, et al. // *Agrarian science of the Euro-North-East.* 2019. Vol. 20, No. 4. P. 343-350. doi:10.30766/2072-9081.2019.20.4.343-350.

12. Kovtunov V. V. Inheritance of the Main Quantitative Traits by First-Generation Hybrids of Grain Sorghum // *Grain Economy of Russia.* 2015. No. (3). Pp. 73-79. Available at: <https://www.zhros.online/jour/article/view/275> (accessed: 20.02.2025)

13. Yield of Grass Sorghum Depending on Meteorological Conditions / N. A. Kovtunova, V. V. Kovtunov, A. E. Romanyukin, et al. // *Agrarian Science of the Euro-North-East.* 2022. Vol. 23, No. 3. P. 334-342. doi:10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342.

14. Shishova, E. A. "Quality of green mass of Sudan grass" // *News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education.* 2017. No. 2(46). P. 145-151. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvo-zelenoy-massy-sudanskoy-travy> (Accessed: 20.02.2025)

15. Ahmed, I. M., Rajab, M. N. "Estimate of genetic parameters and correlation coefficient in Sudan grass (*Sorghum sudanense*, (*Piper*) Staff)" // *Plant. Prod.* 2017. No. 8(9). P. 935-938. doi:10.21608/jpp.2017.40915

16. Çelik Ş., Tutar H., Gönülal E. Prediction of fresh herbage yield using data mining techniques with limited plant quality parameters // *Sci Rep.* 2024. No. 14(1). P. 21396. doi:10.1038/s41598-024-72746-9.

17. Study on variability, correlation and path coefficient analysis in Sudan grass (*Sorghum sudanense* L.) / G.N. Khurd, V.K. Kadam, B.H. Chavan et al. // *International Journal of Chemical Studies.* 2018. No. 6(4). P. 08-11. Access mode: <https://www.chemijournal.com/archives/2018/vol6issue4/PartA/6-4-13-648.pdf> (accessed: 20.02.2025)