

КОРМОПРОИЗВОДСТВО: ПОЛЕВОЕ И ЛУГОВОЕ / FODDER PRODUCTION: FIELD AND MEADOW

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.4.646-655>



УДК 633.282:631.52

Продуктивный и питательный потенциал суданской травы

© 2023. Н. А. Ковтунова ✉, Е. А. Шишова

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация

Суданская трава отличается не только засухо- и жаростойкостью, но среди однолетних и многолетних мятликовых кормовых культур не имеет себе равных по основному элементу питания – белку. Цель работы: оценить 200 образцов и сортов суданской травы по показателям продуктивности и качества зеленой массы, выявить источники ценных признаков и их взаимосвязь. Исследования проводили в условиях Ростовской области на черноземе обыкновенном карбонатном. Коллекцию суданской травы оценивали в 2016-2019 годах, из которых контрастными метеоусловиями характеризовались 2017 г. (ГТК = 0,85) и 2018 г. (ГТК = 0,34). Выделены сорта и образцы, превысившие стандартный сорт Александрина по урожайности зеленой массы на 17,0-56,3 % (К-311, В-51/2, Чернопленчатая 10, Алиса, К-187, Грация и др.), по содержанию сухого вещества – выше стандарта на 4,0-8,3 % (К-141/1, К-348/2, Светлопленчатая 1, Черносемянная 191 и др.) и сбору сухого вещества – на 26,4-60,5 % (Чернопленчатая 10, Алиса, К-187 и др.). К источникам высокого содержания сырого протеина отнесены образцы коллекции К-237, К-349/1, Тополек, К-311, К-161ч, Суданка 24, Россиянка (14,8-16,1 %); клетчатки – К-176/2, Озорница, К-265/2, К-10257 (38,8-40,4 %) и др. Выделенные образцы рекомендуются к использованию в гибридизации для получения новых высокопродуктивных сортов и гибридов с отличным качеством зеленой массы. В результате корреляционно-регрессионного анализа установлена слабая отрицательная взаимосвязь между урожайностью зеленой массы суданской травы и содержанием в ней сырого протеина, при увеличении на 1 % содержания протеина урожайность снижается на 93,8 г/м².

Ключевые слова: сухое вещество, урожайность, протеин, клетчатка, качество, образец, сорт, исходный материал

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ «АНЦ «Донской» (тема № 0505-2022-0003).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ковтунова Н. А., Шишова Е. А. Продуктивный и питательный потенциал суданской травы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(4):646-655. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.4.646-655>

Поступила: 14.03.2023

Принята к публикации: 26.07.2023

Опубликована онлайн: 30.08.2023

Productive and nutritional potential of Sudan grass

© 2023. Natalia A. Kovtunova ✉, Elena A. Shishova

Agricultural Research Center “Donskoy”, Zernograd, Rostov region, Russian Federation

Sudan grass is characterized by drought and heat resistance and is the best among annual and perennial bluegrass feed crops by the content of the main nutrient element - protein. The aim of the research is to evaluate 200 accessions and varieties of Sudan grass according to productivity and quality of green mass, to identify the sources of valuable traits and their correlation. The study was carried out in the Rostov region on ordinary carbonate black earth (chernozem). The collection of Sudan grass was evaluated in 2016-2019, of which contrasting weather conditions were characterized by 2017 (HTC = 0.85) and 2018 (HTC = 0.34). There were identified varieties and accessions that exceeded the standard variety Alexandrina according to green mass yield by 17.0-56.3 % (K-311, V-51/2, Chernoplenchataya 10, Alisa, K-187, Gratsiya, etc.); in terms of dry matter content – above the standard by 4.0-8.3 % (K-141/1, K-348/2, Svetloplenchataya 1, ‘Chernosemyannaya 191) and dry matter yield – by 26.4-60.5 % (Chernoplenchataya 10, Alisa, K-187, etc.). The sources of high content of crude protein include samples of the collection K-237, K-349/1, Topolek, K-311, K-161ch, Sudanka 24, Rossiyanka (14.82-16.13%); fiber - K-176/2, Ozornitsa, K-265/2, K-10257, etc. (38.8-40.4 %). The identified samples have been recommended for use in hybridization to develop new highly productive varieties and hybrids with high quality green mass. As a result of correlation-regression analysis, a weak negative relationship was established between the yield of green mass of Sudan grass and the content of crude protein in it, with an increase in protein content by 1 %, the yield decreases by 93.8 g/m².

Keywords: dry matter, productivity, protein, fiber, quality, sample, variety, initial material

Acknowledgements: the research was carried within the state assignment of “Agricultural Research Center “Donskoy” (theme No. 0505-2022-0003).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Kovtunova N. A., Shishova E. A. Productive and nutritional potential of Sudan grass. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(4):646-655. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.4.646-655>

Received: 14.03.2023

Accepted for publication: 26.07.2023

Published online: 30.08.2023

Урожайность – решающий показатель ценности сортов, линий, образцов, гибридов сельскохозяйственных культур. Для развития кормопроизводства и животноводства важно не только количество корма, но и его качество. В связи с участвовавшими засухами, следует рассмотреть возможность увеличения посевов однолетних и многолетних трав на зеленый корм, сено, сенаж [1]. Суданская трава (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) – это кормовая культура, которая, отличаясь высокой засухо- и жаростойкостью, не имеет себе равных среди однолетних и многолетних мятликовых кормовых культур по содержанию белка в сухом веществе [2, 3, 4]. Однако необходимо учитывать, что количество протеина в сухом веществе уменьшается по мере роста и развития растений, а содержание клетчатки увеличивается. Считается, что лучшими сроками уборки зеленой массы суданской травы на сено является период «выход в трубку-выметывание» [5]. Кроме того, ранняя уборка способствует более интенсивному послеуборочному отрастанию и формированию второго, иногда и третьего укосов [6]. Для сена суданской травы характерно и необходимо наличие клетчатки, которая помогает разрыхлению корма, делая его более доступным пищеварительному соку, стимулирует моторную функцию пищеварительного тракта и способствует продвижению пищи и очистке кишечника. Избыток клетчатки в рационе животных снижает переваримость питательных веществ и увеличивает потерю энергии организма.

Установлено, что образцы суданской травы с высокой кустистостью и тонкостебельностью имеют более высокое качество зеленой массы [7]. Кроме того, у них наблюдается быстрое высыхание зеленой массы, и сено лучше переваривается сельскохозяйственными животными.

Одним из условий дальнейшего роста урожайности и качества является создание новых сортов, устойчивых не только к неблагоприятным засушливым условиям климата, но и полеганию, и поражению болезнями [8, 9].

Начальным этапом при создании сортов является подбор родительских пар. В этом случае сформированные коллекции источников ценных признаков значительно сокращают затраты времени на поиск исходного материала. Поэтому изучение коллекционного материала, поиск источников ценных признаков является актуальным при селекции как на урожайность, так и на качество.

Цель исследований – оценить образцы и сорта коллекции суданской травы по показателям продуктивности и качества зеленой массы, выявить источники ценных признаков и их взаимосвязь.

Научная новизна – выявлен ряд новых источников ценных признаков для использования в селекционной работе, установлены взаимосвязи показателей качества и продуктивности зеленой массы суданской травы.

Материал и методы. Исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград, Ростовская область) в 2016-2019 гг.

Объект исследований – коллекционные образцы (200 шт.) суданской травы, представленные иностранными генотипами (из коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова», а также сортами, созданными в различных научных учреждениях России, в том числе ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Почва представлена обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием в пахотном слое: гумуса – 3,2 %, фосфора – 18,5-20 мг/кг, калия – 342-360 мг/кг почвы [10]. По плодородию и физико-химическим свойствам почва опытного участка благоприятна для выращивания сельскохозяйственных культур, в том числе суданской травы.

Метеорологические условия в годы исследований (2016-2019 гг.) значительно различались. Согласно грациям гидротермического коэффициента (ГТК)¹, разной степени увлажнения соответствуют следующие: ГТК < 0,4 – очень сильная засуха; 0,4 ≤ ГТК < 0,5 – сильная

¹Справочник эколого-климатических характеристик г. Москвы. Под ред. А. А. Исаева. М.: Изд-во географического ф-та МГУ, 2005. Т. 2. 412 с.

засуха; $0,5 \leq \text{ГТК} < 0,7$ – средняя засушливость; $0,7 \leq \text{ГТК} \leq 1,0$ – недостаточно влажно; $1,0 < \text{ГТК} \leq 2,0$ – достаточно влажно; $\text{ГТК} > 2,0$ – переувлажнено. В годы исследования отмечены очень сильная засуха в период вегетации суданской травы ($\text{ГТК} = 0,34$) в 2018 году, средняя засуха – в 2016 г. ($\text{ГТК} = 0,63$) и 2019 г. ($\text{ГТК} = 0,70$), недостаточное увлажнение – в 2017 г. ($\text{ГТК} = 0,85$). Следует выделить условия 2018 года, когда недостаток влаги в мае-июне значительно снизил урожайность зеленой массы первого укоса. Обильные осадки в июле способствовали развитию листостебельной массы, в результате чего у скороспелых образцов урожайность во втором укосе была в 1,5-2 раза выше, чем в первом.

Опыты выполнены в соответствии с методическими рекомендациями². Посев проводили в оптимальные сроки (начало мая) с нормой высева 340 тыс. шт. всхожих семян на 1 га, широкорядным способом (70 см) сеялкой Клен-4.2. Образцы высевали однорядковыми деланками, площадью 7 м². В качестве стандарта использовали сорт Александрина, который размещали в каждой 10-й деланке.

Сорт Александрина – среднеспелый, сухостебельный, засухоустойчивый, кустистый (4-5 стеблей на растении). Устойчив к полеганию, поражению болезнями и вредителями. Отличается высокой интенсивностью начального роста и послеукосного отрастания. Рекомендуется для возделывания на зеленый корм, сено и выпас. Допущен к использованию по Северо-Кавказскому региону РФ с 2007 года.

Мероприятия по уходу за растениями, уборку зеленой массы и обработку почвы проводили в соответствии с Технологией возделывания суданской травы³. На биохимический анализ из скошенной травы отбирали пробы листостебельной массы. Показатели качества зеленой массы (содержание сырого протеина, клетчатки, жира, золы) определяли по общепринятым методикам⁴.

Сбор переваримого протеина рассчитывали по формуле⁵:

$$\text{СПП} = (\text{ПП} * \text{УСВ})/100, \text{ где}$$

СПП – сбор переваримого протеина с единицы площади; ПП – содержание переваримого протеина в сухом веществе, %; УСВ – сбор сухого вещества с единицы площади.

Распределение образцов суданской травы по продолжительности периода «всходы-выметывание» осуществляли согласно классификации З. С. Виноградова⁶: скороспелые – до 40 дней, раннеспелые – 41-50; среднеранние – 51-55; среднеспелые – 56-65; среднепоздние – 66-70; поздние – более 70 дней.

Статистический анализ (наблюдения, сводка и группировка данных, абсолютные и относительные величины) проводили по методикам, изложенным Б. А. Доспеховым⁷, регрессионный и корреляционный анализы – с использованием программы Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение. У суданской травы урожайность зеленой массы – это суммарный вес стеблей и листьев растений с единицы площади. У образцов коллекции в сумме за два укоса (в среднем за 2016-2019 гг.) она составила 902-5376 г/м², у стандартного сорта Александрина – 3400 г/м² (рис. 1).

Большая часть изученной коллекции (75 %, или 150 шт.) уступала стандарту, это, в основном, скороспелые формы, а также образцы, выделившиеся по другим хозяйственно ценным признакам и свойствам. Только 5 % (10 образцов) значительно превысили стандарт на 579-1916 г/м². Согласно классификации З. С. Виноградова⁸, они относятся к среднеранней (продолжительность «всходы-выметывание» – 50-55 дней) и среднеспелой (56-62 дня) группам спелости, средне- и хорошо облиствленные (8-12 листьев на растении), тонкостебельные формы (0,9-1,3 см) (табл. 1).

²Методические указания по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур. Л.: ВИР, 1968. 51 с.

³Горпиниченко С. И., Метлина Г. В., Ковтунов В. В., Васильченко С. А. Технология возделывания суданской травы. Ростов-на/Дону: ЗАО «Книга», 2014. 32 с.

⁴Методы биохимического исследования растений. Под ред. А. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1987. 430 с.

⁵Харьков Г. Д., Шеховцова Н. С. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВИК, 1983. 198 с.

⁶Виноградов З. С., Андрияш Н. В., Репко В. И. Селекционная ценность мировой коллекции суданской травы. Селекция, агротехника и экономика производства сорго. Черноград, 1989. С. 45-55.

⁷Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.

⁸Виноградов З. С., Андрияш Н. В., Репко В. И. Указ. соч.

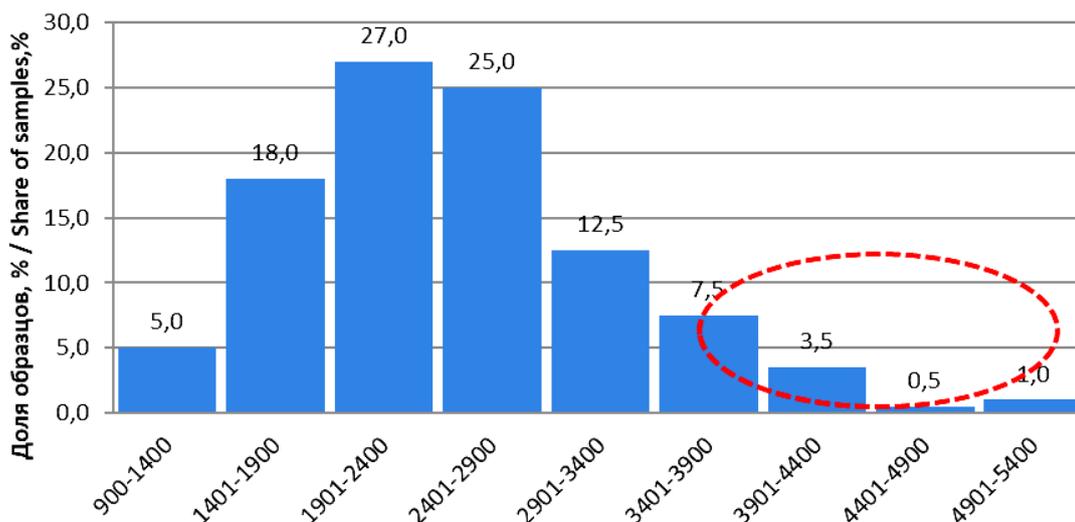


Рис. 1. Урожайность зеленой массы образцов коллекции суданской травы, г/м² (среднее за 2016-2019 гг.) / Fig. 1. Productivity of green mass of the collection samples of Sudan grass, g/m² (average 2016-2019)

Таблица 1 – Характеристика высокоурожайных сортов и образцов коллекции суданской травы (среднее за 2016-2019 гг.) / Table 1 – Characteristics of high-yielding varieties and samples of the collection of Sudan grass (average for 2016-2019)

Сорт/Образец / Variety/Sample	Происхождение / Origin	Урожайность зеленой массы, г/м ² / Green mass productivity, g/m ²	Период «всходы-выметывание», дни / Stage of "sprouting-head formation", days	Количество листьев, шт. / Number of leaves, pcs.	Диаметр стебля, см / Stem diameter, cm
Александрина, ст. / Aleksandrina, st	РФ / RF	3400	58	10	0,9
К-311	Аргентина / Argentina	3979	51	9	1,1
В-51/2	РФ / RF	3981	52	8	0,9
Чернопленчатая 10 / Chernoplen-chataya 10	РФ / RF	3984	53	9	0,9
Алиса / Alisa	РФ / RF	4013	56	10	1,1
К-187	Азербайджан / Azerbaijan	4055	59	9	0,9
Грация / Graciya	РФ / RF	4133	56	9	1,0
К-10257	РФ / RF	4197	60	12	1,0
Озорница / Ozornica	РФ / RF	4588	62	10	0,9
К-505/2	РФ / RF	5133	57	10	1,2
К-443	Индия / India	5315	62	11	1,3
Среднее / Average	-	2470	49	8	0,8
σ	-	500	4	1	0,2

Согласно данным биохимического анализа зеленой массы выделенных сортов и образцов, сбор сухого вещества у них превысил стандарт на 119-394 г/м², или на 18,3-60,5 %, сбор переваримого протеина – на уровне стандарта, либо значительно превышал его (24-39 г/м²). Более детальная оценка показала, что из выделенных форм по содержанию сырого протеина стандартный сорт превзошел

только один образец К-311 (на 1,5 %), сухого вещества – Алиса (на 1,8 %), Грация (на 2,1 %), К-10257 (на 3,6 %) и Озорница (на 3,7 %), клетчатки – почти все образцы. По остальным показателям отмеченные сортообразцы значительно уступали (более чем на величину стандартного отклонения), либо имели значения на уровне сорта Александрина (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели качества зеленой массы у перспективных сортов и образцов коллекции суданской травы (в среднем за 2016-2019 гг.) /

Table 2 – Indicators of green mass quality of the promising varieties and collection samples of Sudan grass (average for 2016–2019)

Сорт / Образец / Variety / sample	Содержание, % / Content, %						Сбор, г/м ² / Yield, g/m ²	
	сухого вещества / dry matter	сырого протеина / crude protein	зола / ash	жира / oil	клетчатки / fiber	БЭВ / NES	сухого вещества / dry matter	переваримого протеина / Digestible protein
Александрина, ст. / Aleksandrina, st.	19,1	13,3	9,5	2,7	31,7	42,8	651	28
К-311	19,4	14,8	8,6	2,5	31,7	42,5	770	38
В-51/2	18,8	10,9	9,0	2,0	35,0	43,2	750	27
Чернопленчатая 10 / Chernoplenhataya 10	20,7	9,6	9,2	1,9	37,1	42,2	823	26
Алиса / Alisa	20,9	11,9	7,8	2,2	36,6	41,5	839	33
К-187	20,7	10,1	8,0	1,9	37,0	43,9	840	28
Грация / Graciya	21,2	10,5	9,9	1,5	37,0	41,1	877	30
К-10257	22,7	7,7	6,9	2,2	25,7	31,5	951	24
Озорница / Ozornica	22,8	8,4	9,1	2,1	38,9	41,5	1045	29
К-505/2	18,3	12,7	9,5	2,4	38,6	36,8	938	39
К-443	16,2	12,6	9,3	2,3	35,6	40,2	873	36
Среднее / Average	19,5	11,1	8,7	2,1	35,2	42,9	485	18
σ	3,1	2,9	2,3	0,7	3,1	4,4	166	10

Согласно проведенному нами ранее анализу корреляционных взаимодействий, на урожайность зеленой массы суданской травы оказывают сильное влияние осадки в период «всходы-первый укос» ($r = 0,89 \pm 0,22$). С суммой температур в период «всходы-выметывание» связь средняя отрицательная ($r = -0,57 \pm 0,22$) [5].

Установлено, что между содержанием сухого вещества и урожайностью зеленой массы наблюдается слабая положительная связь ($r = 0,26 \pm 0,006$). Увеличение содержания сухого вещества на 1 % сопровождается повышением урожайности на 1,05 т/га [11]. Однако по результатам изучения коллекционных образцов за 2016-2019 гг. не было установлено достоверной связи урожайности зеленой массы с содержанием сухого вещества.

Сухое вещество – носитель питательной ценности кормов. Считается, что чем выше его содержание, тем выше питательность корма. У образцов коллекции данный показатель составил 16,0-27,4 % (стандарт 19,1 %, среднее 19,5 %, $\sigma = 3,1$ %). Значительно превысили стандарт 37 образцов (более 20,8 %). Наибольшие значения отмечены у образцов К-141/1 (23,1 %), К-348/2 (23,1 %), Светлопленчатая 1 (23,2 %), Черносемянная 191 (23,2 %), К-280/201/1 (23,6 %), К-315 (25,8 %), Россиянка (27,4 %), что выше стандарта на 4,0-8,3 %.

Сбор сухого вещества у коллекционных образцов и сортов имел широкий размах варьирования – 152-1045 г/м² (стандарт Александрина – 651 г/м², $\sigma = 166$). Малые значения отмечены у скороспелых и раннеспелых форм, что объясняется низкой урожайностью зеленой массы. Сбор сухого вещества менее 480 г/м² отмечен у 55 %, или 110 образцов (значительно ниже стандарта). Превышение над сортом Александрина более чем на 166 г/м² наблюдали у 4,5 %, или 9 образцов (табл. 3).

Следует отметить, что выделенные образцы превышали сорт Александрина и по урожайности зеленой массы (при содержании сухого вещества на уровне 19,06±1,7 %). У выделенных форм превосходство над стандартом обусловлено, в большей степени, высокой урожайностью зеленой массы, чем содержанием сухого вещества.

Среди них выделился сорт Россиянка, который относится к среднеранней группе созревания (к уборке на зеленую массу можно приступать на 6 дней раньше стандарта) и имеет урожайность (3090 г/м²) на уровне сорта Александрина (3413±500 г/м²). Однако Россиянка превосходит стандарт по качественным показателям: содержание сухого вещества 27,4 % (выше на 8,3 %), сырого протеина – 16,13 % (на 2,95 %).

Таблица 3 – Характеристика сортов и образцов коллекции суданской травы с высоким сбором сухого вещества (в среднем за 2016-2019 гг.) /

Table 3 – Characteristics of the varieties and collection samples of Sudan grass with large productivity of dry matter (average for 2016-2019)

Сорт/Образец / Variety/sample	Происхождение / Origin	Сбор сухого вещества, г/м ² / Yield dry matter, g/m ²	Урожайность зеленой массы, г/м ² / Productivity green mass / g/m ²	Содержание сухого вещества, % / Dry matter content, %	Период «всходы-выметывание», дни / Stage of "sprouting-head formation", days
Александрина, ст. / Aleksandrina, st.	РФ / RF	651	3413	19,1	58
Чернопленчатая 10 / Chernoplenchataya 10	РФ / RF	823	3984	20,6	53
Алиса / Alisa	РФ / RF	839	4013	20,9	56
К-187	Азербайджан / Azerbaijan	840	4055	20,7	59
Россиянка / Rossiyanka	РФ / RF	846	3090	27,4	52
К-443	Индия / India	873	5376	16,2	62
Грация / Graciya	РФ / RF	877	4133	21,2	56
К-505/2	РФ / RF	938	5133	18,3	57
К-10257	РФ / RF	951	4197	22,7	60
Озорница / Ozornica	РФ / RF	1045	4588	22,8	62
Среднее / Average	-	485	2470	19,5	49
σ	-	166	500	3,1	4

В результате дисперсионного анализа установлено, что условия возделывания суданской травы внесли наибольший вклад в изменчивость содержания сухого вещества в ее зеленой массе (81,3 %), доля сорта – незначительна (12,2 %) [12]. Согласно ряду исследований, этот показатель находится в сильной зависимости от внешних условий [13, 14]. В исследованиях, проведенных нами ранее, установлено, что содержание сухого вещества находится в средней отрицательной связи с суммой температур ($r = -0,31 \dots -0,39$), а при росте ГТК на 0,1 единицы, сбор сухого вещества – увеличивается на 0,47 т/га [12].

Следует отметить, что питательность корма определяется качественным составом сухого вещества, при этом наибольшую ценность представляет белок.

По содержанию сырого протеина образцы коллекции варьировали в пределах 7,1-16,1 % (стандарт 13,3 %). Большая часть изучаемой коллекции имела значения ниже сорта Александрина, только 4 образца с содержанием сырого протеина 14,8-16,1 % превзошли его на величину стандартного отклонения (2,9 %): К-311, К-161ч, Суданка 24, Россиянка. Образцы – источники высокого содержания сырого протеина относятся к ранне- и среднеранней группам, созревания (более 14,0 %), их урожайность зеленой массы варьирует от 1091 г/м² (у раннеспелого образца К-349/1) до 3979 г/м²

(у среднеспелого сорта Тополек). Сбор переваримого протеина, в большей степени, зависел от урожайности зеленой массы и имел значения 9-45 г/м² (табл. 4).

При выбраковке образцов необходимо принимать во внимание показатели не только продуктивности, но и качества. Для получения высокобелковых форм следует учитывать характер наследования – доминирование меньших значений признака, поэтому для гибридизации необходимо подбирать формы с высокими значениями признака [15].

Образец К-349/1 представляет ценность для селекционной работы, так как является источником высокого содержания протеина и раннеспелости, а образец Россиянка – высокого содержания сырого протеина и сухого вещества.

В результате корреляционно-регрессионного анализа установлено, что связь урожайности и содержания сырого протеина слабая отрицательная ($r = -0,18 \pm 0,0699$) и при увеличении на 1 % содержания протеина урожайность зеленой массы снизилась на 93,8 г/м² (рис. 2). На графике рассеяния большая часть образцов находится в центре (урожайность 1000-4000 г/м²; содержание протеина 9-13 %). Выделены две группы: первая – образцы с урожайностью выше стандарта 3888-5376 г/м² и содержанием сырого протеина 11,91-12,74 %, вторая – с урожайностью на уровне стандарта

3090-3979 г/м² и высоким содержанием протеина 14,75-16,13 % соответственно. Это образцы К-443, К-505/2, Алиса, К-446, К-311, Тополек и

Россиянка. Данные исследования подтверждают возможность совмещения в сорте высокой урожайности и содержания сырого протеина.

Таблица 4 – Характеристика сортов и образцов суданской травы – источников высокого содержания протеина в зеленой массе (в среднем за 2016-2019 гг.) /

Table 4 – Characteristics of varieties and samples of Sudanese grass - sources of high protein content in green mass (average for 2016-2019)

Сорт/Образец / Variety/Sample	Происхождение / Origin	Содержание сырого протеина, % / Crude protein percentage, %	Период «всходы-выметывание», дни / Stage of "sprouting-head formation", days	Урожайность зеленой массы, г/м ² / Green mass productivity, g/m ²	Сбор переваримого протеина, г/м ² / Yield of digestible protein, g/m ²
Александрина, ст. / Aleksandrina, st.	РФ / RF	13,3	58	3413	28
К-237	Венгрия / Hungary	14,0	51	2163	20
К-349/1	РФ / RF	14,2	40	1091	9
Тополек / Topolek	РФ / RF	14,6	55	3820	31
К-311	Аргентина / Argentina	14,8	51	3979	38
К-161ч	РФ / RF	15,1	50	1824	18
Суданка 24 / Sudanka 24	РФ / RF	15,1	51	1436	13
Россиянка / Rossiyanka	РФ / RF	16,1	52	3090	45
Среднее / Average	-	11,1	49	2470	18
σ	-	2,9	4	500	10

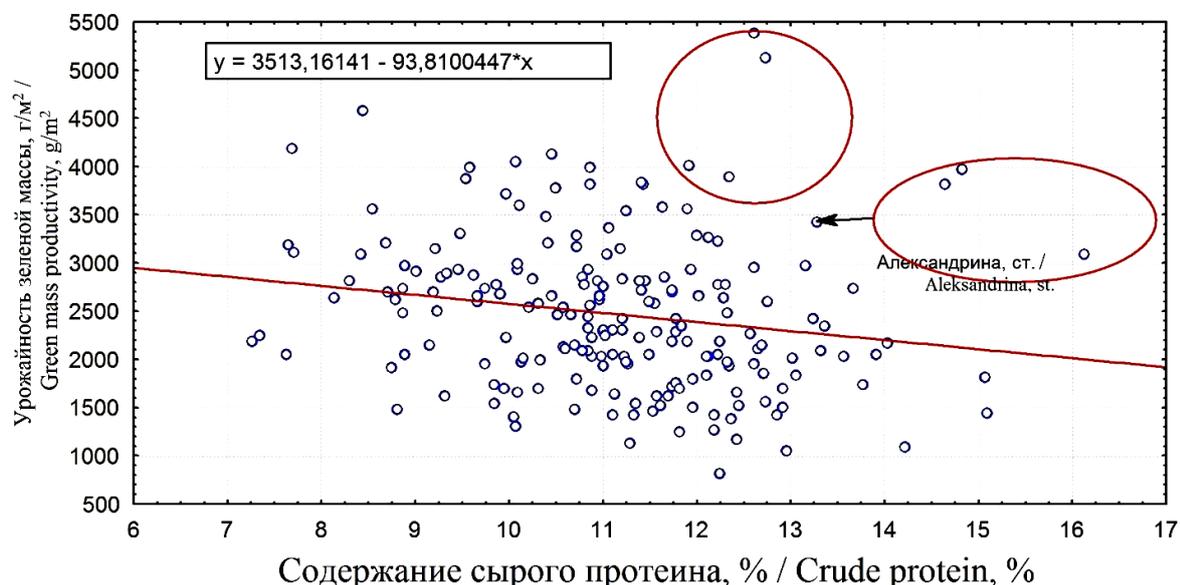


Рис. 2. Зависимость урожайности зеленой массы и содержания сырого протеина в сортах и образцах коллекции суданской травы (в среднем за 2016-2019 гг.) /

Fig. 2. The dependence of the yield of green mass and the content of crude protein in varieties and samples of the Sudan grass collection (average for 2016-2019)

В исследованиях И. Голубиновой и др. [16] установлено, что содержание протеина в зеленой массе суданской травы имеет отрицательную корреляцию с содержанием клетчатки

($r = -0,51...-0,99$), которое уменьшается при каждом следующем укосе, что связано со снижением высоты растений и формированием более нежной листостебельной массы.

Клетчатка не считается важным питательным веществом, но необходима для нормальной физиологической функции желудочно-кишечного тракта животных [17].

У коллекционных образцов содержание клетчатки составило 28,8-40,4 % (стандарт 31,7 %, $\sigma = 3,1$). Оптимальная концентрация сырой клетчатки в рационах КРС 22-24 % [18]. При переваримости клетчатки в сене суданской травы 65-69 % [19] достичь желаемой концентрации можно при содержании ее в сухом веществе 34-40 %. Этим требованиям отвечает большая часть коллекционного питомника – 76 %, или 152 образца, среди них с наибольшими значениями можно выделить образцы К-176/2 (38,8 %), Озорница (38,9 %), К-265/2 (39,4 %), К-10257 (39,5 %), U:0145476 (39,6 %), Украинка (40,4 %).

Выводы. 1. По урожайности зеленой массы суданской травы образцы К-311, В-51/2, Чернопленчатая 10, Алиса, К-187, Грация, К-10257, Озорница, К-505/2, К-443 превысили стандартный сорт Александрина на 579-1915 г/м² (на 1,0-3,9 %). Их рекомендуется использовать в селекции для получения новых сортов и гибридов.

2. У сортообразцов, выделившихся по сбору сухого вещества (Чернопленчатая 10, Алиса, К-187 Россиянка, К-443, Грация, К-505/2, К-10257, Озорница), превосходство над стандартом обусловлено, в большей степени,

высокой урожайностью зеленой массы, чем содержанием сухого вещества. Наибольшие значения по этому показателю отмечены у образцов К-141/1 (23,1 %), К-348/2 (23,1 %), Светлопленчатая 1 (23,2 %), Черносемянная 191 (23,2 %), К-280/201/1 (23,6 %), К-315 (25,7 %), Россиянка (27,4 %).

3. К образцам – источникам высокого содержания сырого протеина в сухом веществе зеленой массы отнесены формы К-237, К-349/1, Тополек, К-311, К-161ч, Суданка 24, Россиянка со значениями 14,0-16,1 %. Их рекомендуется использовать в гибридизации для получения высокобелковых сортов.

4. Для достижения оптимальной концентрации сырой клетчатки в рационах КРС необходимо использовать сорта суданской травы с содержанием клетчатки в сухом веществе 34-40 %. Среди образцов коллекции следует выделить – К-176/2 (38,8 %), Озорница (38,9 %), К-265/2 (39,4 %), К-10257 (39,5 %), U:0145476 (39,6 %), Украинка (40,4 %), отвечающие данным требованиям.

5. В результате корреляционно-регрессионного анализа установлена слабая отрицательная взаимосвязь между урожайностью зеленой массы суданской травы и содержанием в ней сырого протеина ($r = -0,18 \pm 0,0699$), при увеличении на 1 % содержания протеина на 93,8 г/м² снижалась урожайность.

Список литературы

1. Ногаев А. А., Серекпаев Н. А., Муханов Н. К., Байтеленова А. А., Аширбекова И. А. Оценка продуктивности и питательности поликомпонентных смесей и одновидовых посевов кормовых культур в условиях северного Казахстана. Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2021;(3(110)):50-60. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47807315> EDN: НАВВWZ
2. Артемьев А. А., Гурьянов А. М., Капитанов М. П., Пронин А. А. Влияние срока сева и минерального питания на продуктивность однолетних травосмесей. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(5):735-744. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.735-744> EDN: DGUWCB
3. Kushkhov A., Berbekova N., Zhurtov A. Productivity of sudan grass and sorghum-sudangrass hybrids depending on seeding rates and planting methods in the steppe dryland zone of the Kabardino-Balkarian Republic. E3S Web of Conferences. 2021;262:01012. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126201012>
4. Плескачев Ю. Н., Лаптина Ю. А., Гиченкова О. Г., Куликова Н. А. Продуктивность и питательная ценность суданской травы при возделывании на зеленый корм. Аграрный научный журнал. 2021;(8):28-32. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i8pp28-33> EDN: VRQZWJ
5. Алабушев А. В., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Романюкин А. Е., Шишова Е. А. Кормовая ценность суданской травы в зависимости от срока уборки. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(4):343-350. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.343-350> EDN: ZKCVBZ
6. Насиев Б. Н., Жанаталапов Н. Ж., Есенгужина А. Сроки уборки суданской травы в условиях Западноказахстанской области. Аграрная наука. 2019;(3):45-47. DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-323-3-45-47> EDN: UBGFYB
7. Биктимиров Р. А., Шакирзянов А. Х., Низаева А. А. Результаты селекции суданской травы и сорго-суданкового гибрида в Башкирском НИИСХ. Известия Уфимского научного центра РАН. 2018;(3-6):51-53. DOI: <https://doi.org/10.31040/2222-8349-2018-6-3-51-53> EDN: YLKLKH
8. Мардваев Н. Б., Шапсович С. Н. Суданская трава в Бурятии – наиболее экстремальной зоне ее возделывания в России. Norwegian Journal of Development of the International Science. 2019;26-2:10-14. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36920061> EDN: YWITUT

9. Vozhzhova N. N., Ionova E. V., Popov A. S., Kovtunov V. V. Identification of Fertility Gene Rf1 in Collection Samples of *Sorghum bicolor* (L.) Moench in Southern Russia. *Biology and Life Sciences Forum*. 2021;4(1): 81. DOI: <https://doi.org/10.3390/IECPS2020-08710>
10. Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А., Копман И. К., Марченко Д. М., Самофалов А. П., Фетюхин И. В. Предшественники и сроки посева сорта мягкой озимой пшеницы Юбилей Дона в южной зоне Ростовской области. *Зерновое хозяйство России*. 2022;14(4):97-103. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-82-4-97-103> EDN: IXANSK
11. Ковтунова Н. А., Романюкин А. Е., Ковтунов В. В., Кравченко Н. С. Параметры адаптивности и изменчивости урожайности и качества зеленой массы суданской травы. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2022;(6):58-62. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49850753> EDN: KCOLPU
12. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Шишова Е. А. Влияние метеорологических условий на урожайность и качество зеленой массы суданской травы. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2016;(3):39-41. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27284152> EDN: WZBNSP
13. Enchev S. Productivity and feed quality of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) and sweet sorghum forms. *Agricultural science and technology*. 2021;13(1):57-62. DOI: <https://doi.org/10.15547/ast.2021.01.011>
14. 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):81-86. DOI: <https://doi.org/10.22620/agrisci.2021.31.012>
15. Ковтунова Н. А., Ермолина Г. М. Использование закономерностей наследования содержания протеина в зеленой массе сорго сахарного для получения высокобелкового корма. *Зерновое хозяйство России*. 2012;(4):9-13. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17896693> EDN: PBQLZL
16. Golubina I., Naydenova Y., Enchev S., Kikindonov T., Ilieva A., Marinov-Serafimov P. Biochemical Evaluation of Forage Quality from Mutant Forms Sudan Grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.). *Journal of Ecology and Environment Sciences*. 2016;XV(4):44-51. URL: https://www.researchgate.net/publication/312039629_Biochemical_Evaluation_of_Forage_Quality_from_Mutant_Forms_Sudan_Grass_Sorghum_sudanense_Piper_Stapf
17. Дронова Т. Н., Бурцева Н. И. Возделывание суданской травы на корм в условиях орошения. *Орошаемое земледелие*. 2019;(3):30-33. DOI: <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2019-3-8> EDN: MQXHP
18. Ганущенко О. Клетчатка в рационах жвачных. *Животноводство России*. 2019;(10):37-43. DOI: <https://doi.org/10.25701/ZZR.2019.72.82.010> EDN: NESHCS
19. Филатов В. И., Филатова Е. В. Энергетическая и протеиновая ценность суданской травы в зависимости от фазы вегетации. *Вестник КрасГАУ*. 2014;(1):129-131. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21268177> EDN: RXKSAB

References

1. Nogaev A. A., Serekraev N. A., Mukhanov N. K., Baytelenova A. A., Ashirbekova I. A. Estimation of productivity and nutritionality of poly-component mixtures and single species fodder crops in the conditions of northern Kazakhstan. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seyfullina* = Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University. 2021;(3(110)):50-60. (In Kazakhstan). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47807315>
2. Artemyev A. A., Guryanov A. M., Kapitanov M. P., Pronin A. A. Influence of the sowing time and mineral fertilizers on the productivity of annual grass mixtures. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(5):735-744. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.735-744>
3. Kushkhov A., Berbekova N., Zhurtov A. Productivity of sudan grass and sorghum-sudangrass hybrids depending on seeding rates and planting methods in the steppe dryland zone of the Kabardino-Balkarian Republic. *E3S Web of Conferences*. 2021;262:01012. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126201012>
4. Pleskachev Yu. N., Laptina Yu. A., Gichenkova O. G., Kulikova N. A. Productivity and nutritional value of sudanese grass when cultivated for green fodder. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2021;(8):28-32. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i8pp28-33>
5. Alabushev A. V., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Ermolina G. M. Fodder value of Sudan grass depending on the harvesting time. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(4):343-350. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.343-350>
6. Nasiyev B. N., Zhanatalapov N. Zh., Yessenguzhina A. Harvesting of sudan grass in the conditions of the western Kazakhstan region. *Agrarnaya nauka* = Agrarian science. 2019;(3):45-47. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-323-3-45-47>
7. Biktimirov R. A., Shakirzyanov A. Kh., Nizaeva A. A. Results of selection of sudan grass and sorghum-sudan grass hybrids in the Bashkir research institute of agriculture. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN* = Proceedings of the RAS Ufa Scientific Centre. 2018;(3-6):51-53. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31040/2222-8349-2018-6-3-51-53>

8. Mardvayev N. B., Shapsovich S. N. Sudan grass in Buryatia - the most extreme zone of its cultivation in Russia. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2019;26-2:10-14. (In Norway). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36920061>
9. Vozhzhova N. N., Ionova E. V., Popov A. S., Kovtunov V. V. Identification of Fertility Gene Rf1 in Collection Samples of Sorghum bicolor (L.) Moench in Southern Russia. *Biology and Life Sciences Forum*. 2021;4(1): 81. DOI: <https://doi.org/10.3390/IECPS2020-08710>
10. Popov A. S., Ovsyannikova G. V., Sukharev A. A., Kopman I. K., Marchenko D. M., Samofalov A. P., Fetyukhin I. V. Forecrops and sowing dates of the winter bread wheat variety 'Yubiley Dona' in the southern part of the Rostov region. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2022;14(4):97-103. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-82-4-97-103>
11. Kovtunova N. A., Romanyukin A. E., Kovtunov V. V., Kravchenko N. S. Parameters of adaptability and variability of productivity and quality of sudanese grass herbage. *Vestnik rossiysskoy sel'skokhozyay-stvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2022;(6):58-62. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49850753>
12. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Shishova E. A. Influence of meteorological conditions on cropping power and quality of green mass in sudan-grass. *Vestnik rossiysskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2016;(3):39-41. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27284152>
13. Enchev S. Productivity and feed quality of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) and sweet sorghum forms. *Agricultural science and technology*. 2021;13(1):57-62. DOI: <https://doi.org/10.15547/ast.2021.01.011>
14. 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):81-86. DOI: <https://doi.org/10.22620/agrisci.2021.31.012>
15. Kovtunova N. A., Ermolina G. M. Usage of inheritance consistent pattern of protein content in green mass of sugar sorghum for high-protein fodder. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2012;(4):9-13. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17896693>
16. Golubina I., Naydenova Y., Enchev S., Kikindonov T., Ilieva A., Marinov-Serafimov P. Biochemical Evaluation of Forage Quality from Mutant Forms Sudan Grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.). *Journal of Ecology and Environment Sciences*. 2016;XV(4):44-51. URL: https://www.researchgate.net/publication/312039629_Biochemical_Evaluation_of_Forage_Quality_from_Mutant_Forms_Sudan_Grass_Sorghum_sudanense_Piper_Stapf
17. Dronova T. N., Burtseva N. I. The cultivation of sudan grass for feed in conditions of irrigation. *Oroshaemoe zemledelie* = Irrigated Agriculture. 2019;(3):30-33. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2019-3-8>
18. Ganushchenko O. Fibre in ruminant diets. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2019;(10):37-43. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25701/ZZR.2019.72.82.010>
19. Filatov V. I., Filatova E. V. Energy and protein value of sudan grass depending on the vegetation phase. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2014;(1):129-131. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21268177>

Сведения об авторах

✉ **Ковтунова Наталья Александровна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок 3, г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740, e-mail: vnizk30@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0409-5855>, e-mail: n-beseda@mail.ru

Шишова Елена Александровна, кандидат с.-х. наук, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок 3, г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740, e-mail: vnizk30@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7406-6622>

Information about the authors

✉ **Natalia A. Kovtunova**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Agricultural Research Center «Donskoy», Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, e-mail: vnizk30@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0409-5855>, e-mail: n-beseda@mail.ru

Elena A. Shishova, PhD in Agricultural Science, junior researcher, Agricultural Research Center «Donskoy», Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, e-mail: vnizk30@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7406-6622>

✉ – Для контактов / Corresponding author