

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342>
УДК 633.282: 631.559: 631.524.022



Урожайность сорго травянистого в зависимости от метеорологических условий

© 2022. Н. А. Ковтунова✉, В. В. Ковтунов, А. Е. Романюкин, Г. М. Ермолина
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Ростовская область,
Российская Федерация

Урожайность любой культуры – это потенциальные возможности сорта при взаимодействии с факторами внешней среды, и особенно метеорологическими. Потери из-за неблагоприятных условий в отдельные годы могут составлять до 50-65 %. Цель работы – определить, как изменяется урожайность зеленой массы суданской травы в различные по метеорологическим условиям годы, какие факторы оказывают наибольшее на нее влияние. Исследования проводили в 2012-2021 гг. в условиях Ростовской области. Почвенный покров участка – обыкновенный карбонатный чернозем. Объект исследований – сорт суданской травы Алиса, внесенный в Государственный реестр селекционных достижений в 2019 году. Различия в сроках посева (I-II декады мая) не сказались на урожайности зеленой массы и сроках созревания зерна. Урожайность зеленой массы суданской травы значительно варьировала по годам – 36-43 т/га. Более благоприятным как по температурному режиму, так и влагообеспеченности для формирования первого укоса зеленой массы сложился 2021 год, 2018 год – для формирования 2 укоса. Наиболее важным и продуктивным является первый укос зеленой массы. Урожайность во 2 укосе в 2018 году составила 84,5 % от первого укоса и 45,8 % – от суммы за 2 укоса. В 2021 году – 35,0 % от первого и 26,5 % от общего урожая. Корреляционный анализ подтвердил, что урожайность зеленой массы имеет тесную положительную связь с количеством осадков ($r = 0,79$) и среднюю отрицательную – со средней температурой воздуха за вегетацию ($r = -0,59$).

Ключевые слова: суданская трава, зеленая масса, сорт, температура воздуха, осадки, укос, корреляция

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ 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., Ковтунов В. В., Романюкин А. Е., Ермолина Г. М. Урожайность сорго травянистого в зависимости от метеорологических условий. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(3):334-342.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342>

Поступила: 25.03.2022

Принята к публикации: 26.05.2022

Опубликована онлайн: 23.06.2022

Sudan grass productivity depending on meteorological conditions

© 2022. Natalia A. Kovtunova✉, Vladimir V. Kovtunov,
Aleksander E. Romanyukin, Galina M. Ermolina

Agricultural Research Center «Donskoy», Zernograd, Rostov region, Russian Federation

Productivity of any crop is the potential of the variety when interacting with environmental factors, and especially meteorological ones. Losses due to unfavorable conditions in some years can be up to 50-65,0 %. The purpose of the work was to identify how the productivity of Sudan grass green mass varied through the years with different meteorological conditions, which factors had the greatest effect on it. The study was carried out in 2012-2021 in the conditions of Rostov region. The soil of the plot was ordinary carbonate chernozem. The object of the study was the Sudan grass of Alisa variety, introduced into the State List of Breeding Achievements in 2019. Differences in sowing dates (I-II decades of May) had no effect on green mass productivity and the time of grain maturing. The Sudan grass green mass productivity varied significantly from 36 t/ha to 43 t/ha through the years of study. The year of 2021 was more favorable both in temperature and moisture supply for the formation of the first cut of green mass, and the year of 2018 was favorable for the formation of the second one. The first cut of the green mass was more important and productive. The second cut productivity in 2018 was 84.5 % of the first cut and 45.8 % of the amount of both cuts. In 2021, 35,0 % of the first cut and 26.5 % of the total productivity. The correlation analysis has confirmed that green mass productivity has a close positive correlation with the amount of precipitation ($r = 0.79$) and a mean negative one with the average air temperature during the vegetation period ($r = -0.59$).

Keywords: Sudan grass, green mass, variety, air temperature, meteorological conditions, precipitation, cut, correlation

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation 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., Kovtunov V. V., Romanyukin A. E., Ermolina G. M. Grass sorghum productivity depending on meteorological conditions. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(3):334-342. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.334-342>

Received: 25.03.2022

Accepted for publication: 26.05.2022

Published online: 23.06.2022

Для повышения продовольственной безопасности страны необходимо обеспечение животноводства стабильными по культурам, сбалансированными по питательности кормами с низкой себестоимостью. Сорго травянистое (суданская трава и сорго-суданковые гибриды) отвечает этим требованиям. Суданская трава (*Sorghum sudanense* (Riper) stapf) отличается уникальной для кормовых культур засухоустойчивостью, жаростойкостью, солевыносливостью и неприхотливостью к почвам, является важным компонентом зеленого конвейера [1, 2, 3]. Культуру возделывают, в основном, в засушливых и полувасушливых регионах по всему миру, где другие культуры не могут реализовать свою потенциальную урожайность [4, 5]. Засухоустойчивость суданской травы обусловлена как хорошо развитой корневой системой, наличием воскового налета на листьях и стеблях, строением устьичного аппарата и эпидермиса, так и способностью растений впадать в анабиоз до наступления более благоприятных условий [5, 6, 7]. При высокой засухоустойчивости суданская трава очень отзывчива на поливы и удобрения, в этих случаях повышение урожайности достигает 50-70 % [6, 8, 9]. Главным достоинством сорго травянистого является высокая интенсивность послеуборочного отрастания, что позволяет получать 2-3 раза за сезон высокую урожайность зеленой массы и сена. Особенно это ценно в конце лета, когда большинство кормовых культур высохло или убрано. Еще одно отличие суданской травы от других кормовых культур – при высоких урожаях зеленой массы получать сено, которое по содержанию белка стоит на первом месте среди злаковых трав, уступая только бобовым. В 100 кг зеленой массы суданской травы содержится 16-20 корм. ед., 28-32 г переваримого протеина, переваримость составляет 69-71 %, в 10 кг сена – 50-55 корм. ед., 60-120 г переваримого протеина, переваримость – 65 % [10, 11]. Большой потенциал урожайности биомассы, устойчивость к засухе, жаре, кислым почвам и почвам с низким плодородием, устойчивость к болезням, способность конкурировать с сорняками позволяют рассматривать сорго травянистое как важную кормовую культуру [12].

Большое разнообразие климатических и почвенных условий России диктует необходимость поиска культур и сортов для конкретной зоны, так как потенциальная урожайность любой культуры напрямую зависит от влияния

факторов внешней среды, и особенно метеорологических, потери от которых в отдельные годы составляют до 50-65 % и более [10, 13]. Один и тот же сорт в различных условиях возделывания имеет разную высоту растений, кустистость, облиственность, [14, 15, 16, 17], поэтому изучение влияния метеорологических условий на рост, развитие, урожайность и качество является актуальной задачей селекционера.

Цель работы – определить, как изменяется урожайность зеленой массы суданской травы в различные по метеорологическим условиям годы, какие факторы оказывают наибольшее на нее влияние.

Научная новизна – изучено влияние основных метеорологических условий за последние 10 лет на урожайность зеленой массы нового сорта суданской травы Алиса в условиях Ростовской области.

Материал и методы. Исследования проводили в 2012-2021 гг. на полях Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Аграрный научный центр «Донской» (г. Зерноград, Ростовская область). Почвы представлены обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое 3,6 %.

В качестве объекта исследований использовали сорт суданской травы Алиса. Сорт выведен методом многократного самоопыления отбором наиболее продуктивных растений из гибридной популяции, полученной от скрещивания образцов суданской травы К-460 Изумрудная и Многоукозная 102, внесен в Государственный реестр селекционных достижений в 2019 году (изучение в конкурсном сортоиспытании – с 2012 года). Растения высокорослые (200-220 см), хорошо облиственные (30-35 %), сухо- и тонкостебельные, кустистые, особенно во втором укосе (3-5 стеблей). Сорт отличается повышенной интенсивностью начального роста и послеуборочного отрастания, высокой устойчивостью к поражению всеми видами голови, слабо поражается бактериозом, устойчив к повреждению тлей. Используется на зеленый корм, сено, выпас. Кормовые качества зеленой массы хорошие: содержание сырого протеина в сухом веществе – 10,3 %, клетчатки – 39,6 %, безазотистых экстрактивных веществ – 42,3 %.

Предметом исследований являлись урожайность зеленой массы суданской травы в сумме, по укосам и основные метеорологические показатели – температура воздуха и количество осадков.

Закладка опыта, наблюдения и учёты осуществлялись в конкурсном испытании согласно Методике государственного сортоиспытания¹. Посев суданской травы проводили в оптимальные сроки – I-II декады мая сеялкой СН-16 рядовым способом посева (ширина междурядья 15 см). Норма высева – 1,6 млн всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянок 25 м², повторность 4-кратная. Расположение делянок в опытах систематическое. Подготовка почвы и уходные работы проводили в соответствии с технологией возделывания суданской травы на семена [18]. Уборку зеленой массы проводили дважды (2 укоса) в фазу «начало выметывания», высота среза – 5-6 см.

Статистическую обработку полученных данных проводили по методикам² с использованием компьютерных программ Ms. Excel и Statistica 10.

Результаты и их обсуждение. Для селекционера особый интерес представляет увеличение урожайности при соблюдении продолжительности вегетационного периода. Так как

известно, что повысить урожайность любой культуры гораздо легче за счет увеличения вегетационного периода [5, 7, 19, 20, 21]. При этом следует учитывать внешние факторы, такие как температура воздуха и количество осадков. Так, высокая температура воздуха в период вегетации суданской травы ускоряет развитие растений, в результате чего происходит более быстрое созревание семян. Однако без осадков это зерно будет щуплым и, следовательно, урожайность получим ниже [7, 20].

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали, что варианты, отражающие изменчивость урожайности по укосам, по годам и изменчивость, вызванную их взаимодействием, достоверны с высокой вероятностью ($p < 0,001$). Наибольший вклад в изменчивость урожайности зеленой массы суданской травы вносит фактор В – условия возделывания (45,7 %), доля фактора А (укосы) составляет 13,5 %, а взаимодействие обоих факторов – 27,6 % (табл. 1).

Таблица 1 – Дисперсионный анализ урожайности зеленой массы суданской травы сорта Алиса по укосам за 2012-2021 гг. /

Table 1 – Variance analysis of green mass productivity of Sudan grass Alisa variety by cuttings for 2012-2021

Источник вариации / Source of variation	Доля влияния фактора, % / Share of influence of the factor	Степень свободы (df) / Degree of freedom (df)	Средний квадрат (ms) / Medium square (ms)	Критерий Фишера (F) / Fisher's criterion
Фактор А (укос) / Factor A (Cut)	13,5	1	963	16,50
Фактор В (год) / Factor B (Year)	45,7	9	362	30,13
Взаимодействие АхВ / Interaction АхВ	27,6	18	109	9,10
Случайные отклонения / Random deviations	13,1	16	58	-

Урожайность зеленой массы суданской травы по годам значительно различалась. На рисунке 1 показаны изменения урожайности и основных метеорологических условий, влияющих на нее, за последние 10 лет.

Наибольшая урожайность зеленой массы суданской травы сорта Алиса сформировалась в 2021 и 2017 гг. – 42,5 и 41,0 т/га, наименьшая – в 2013 и 2018 гг. – 28,0 и 26,2 т/га соответственно. Поэтому в данной работе сравниваются условия, сложившиеся в эти годы между собой. Несмотря на то, что посев был проведен в отдельные годы с большим отрывом (в 2013 и 2017 гг. – 03.05, в 2018 г. – 10.05, в 2021 г. –

17.05), полная спелость зерна наступила практически одновременно (табл. 2).

Одной из причин этого, послужили неблагоприятные условия для всходов и развития растений на начальном этапе роста, в результате чего период «посев-всходы» в 2013, 2017, 2018 гг. увеличился до 10-11 дней. В эти годы перед посевом практически не было осадков около месяца, почва была сухая, и, несмотря на благоприятную температуру для посева – 17,5-20,4 °С, произошла задержка всходов. В 2017 г. после посева наступило похолодание до 13 °С. Согласно проведенным ранее исследованиям, снижение температуры на 1 °С

¹Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. 194 с.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2014. 351 с

приводит к увеличению данного периода на 2,5 дня [15]. Условия в 2021 году были благоприятными для посева – в начале мая выпало

около 60 мм осадков, температура воздуха была 20,3 °С, в результате всходы появились на 6-й день после посева.



Рис. 1. Урожайность зеленой массы суданской травы сорта Алиса и метеорологические условия (2012-2021 гг.) /
Fig. 1. Green mass productivity of Sudan grass Alisa variety and meteorological conditions (2012-2021)

Таблица 2 – Фенологические наблюдения за сортом суданской травы Алиса /
Table 1 – Phenological observations of Sudan grass Alisa variety

Год / Year	Посев / Sowing	Всходы / Sprouts	Выход в трубку / Stem elongation	Выметывание / Heading stage	Цвение / Flowering	Молочно-восковая спелость / Milky-wax maturity	Полная спелость / Full maturity	Укос / Cut
2013	03.05	14.05	01.07	09.07	12.07	11.08	17.08	26.08
2018	10.05	21.05	11/0.	18.07	21.07	12.08	20.08	29.08
2017	03.05	13.05	08.07	13.07	17.07	15.08	20.08	11.08
2021	17.05	23.05	08.07	14.07	18.07	12.08	19.08	31.08
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	3,0	1,0	2,0	4,0	1,0	5,0	5,0	4,0

По метеорологическим условиям 2013 и 2018 гг. очень близки, как и 2017 и 2021 гг. На рисунке 2 показаны метеорологические условия по декадам в 2018 и 2021 гг., то есть в год с минимальной и максимальной урожайностью зеленой массы. В сумме за вегетацию по температурному режиму эти года идентичны – сумма температур за период «всходы-полная спелость зерна» в 2018 г. составила 2249 °С, средняя температура воздуха – 24,1 °С, в 2021 г. – 2139 °С и 24,3 °С соответственно. Пик жары

в 2018 г. наблюдался в июне, в период формирования 1 укоса зеленой массы, в 2021 г. – июле и августе, когда формируется 2 укос.

Распределение осадков в оба года было неравномерным. Сумма осадков за период «всходы-полная спелость зерна» в 2018 г. составила 90,2 мм, в 2021 г. – 184,6 мм, то есть в 2 раза больше. Сумма осадков за период «всходы-выметывание» в 2021 г. составила 119,2 мм, в 2018 г. – 60,2 мм, но осадки выпали в середине июня, в период проведения уборки

суданской травы на зеленую массу. В мае-июне, когда проходит основной критический период водопотребления у сорговых культур (всходы-кущение) – осадки отсутствовали, что

привело к низкорослости, слабому развитию листовой пластинки, а, следовательно, и низкой урожайности зеленой массы.

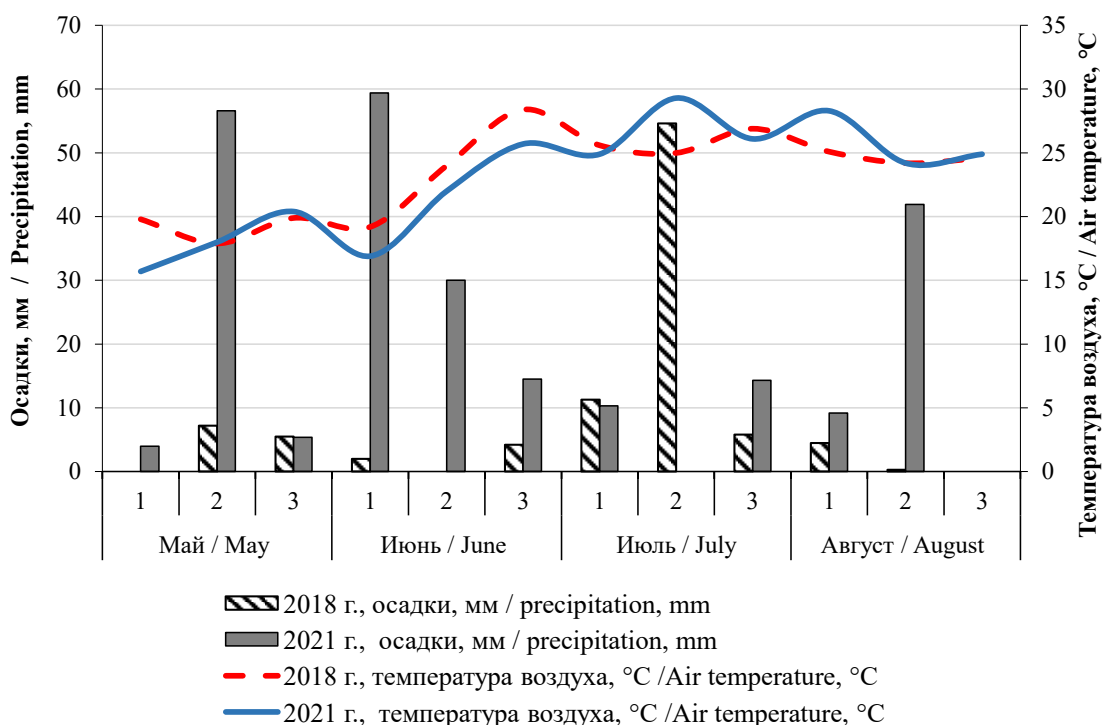


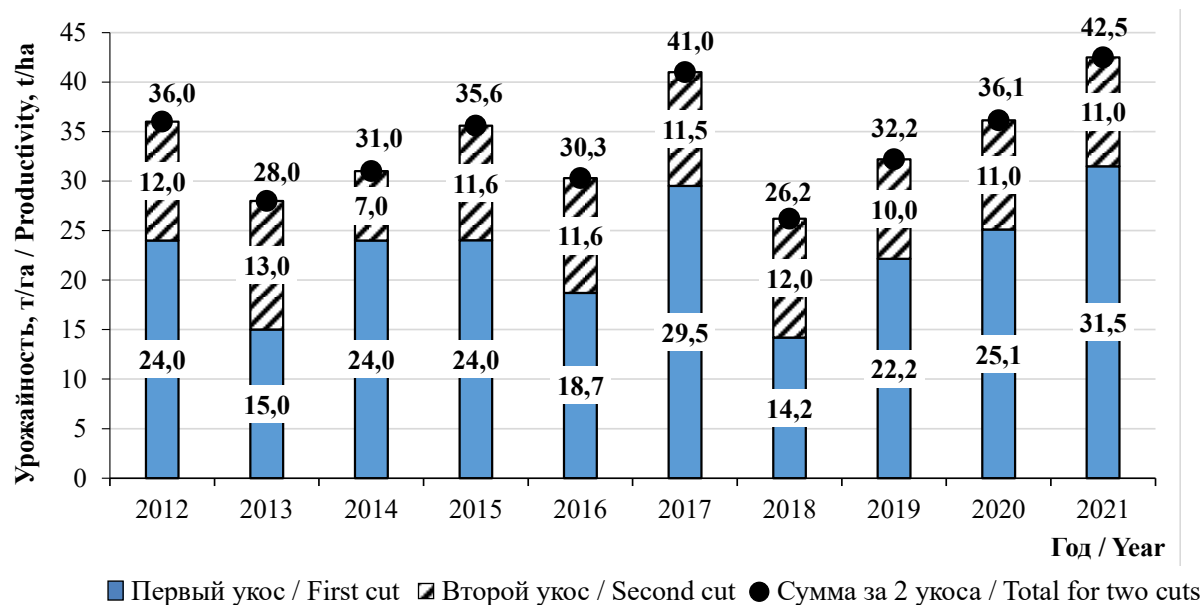
Рис. 2. Метеорологические условия вегетации суданской травы по декадам 2018, 2021 гг. /
Fig. 2. Meteorological conditions of Sudan grass vegetation by decades, 2018, 2021

Сумма осадков за период «1-2 укос» в 2018 г. составила – 47 мм (июль – сразу после уборки зеленой массы), средняя температура воздуха – 25,1 °С, в 2021 г. – 65,4 мм (конец августа – уборка 31.08.) и 24,8 °С. То есть в 2018 г. период «1-2 укос» был более благоприятным, благодаря обильным осадкам в июле, что способствовало формированию 2 укоса зеленой массы. Таким образом, 2021 г. был более продуктивным как по температурному режиму, так и влагообеспеченности для формирования первого укоса зеленой массы, 2018 г. – для формирования 2 укоса. Несмотря на это, основным и более продуктивным является первый укос зеленой массы, растения суданской травы не смогли компенсировать недостаток зеленой массы вторым укосом. В 2018 г. урожайность в 1 укосе составила 14,2 т/га, во 2 укосе – 12 т/га (84,5 % от первого укоса и 45,8 % – от суммы за 2 укоса), в 2021 г. – 31,5 и 11,0 т/га соответственно, то есть во втором укосе получено 35 % от первого и 26,5 % от общего урожая (рис. 3).

Благоприятные условия для формирования 1 укоса также сложились в 2017 году. Урожайность зеленой массы в 1 укосе составила 29,5 т/га, во 2 – 11,5 т/га (38,9 % от первого укоса и 28 % от суммы за 2 укоса). Для формирования 2 укоса были благоприятными условия в 2013 г. – урожайность во втором укосе составила 13,0 т/га, что соответствует 86,7 % от первого укоса и 46,4 % от суммы за 2 укоса.

Корреляционный анализ подтвердил, что урожайность зеленой массы в первом укосе имеет тесную положительную связь с количеством осадков за период «всходы-выметывание» ($r = 0,78$), при увеличении осадков на 1 мм за этот период урожайность увеличивается на 0,137 т/га (рис. 4).

Со средней температурой воздуха за период «всходы-выметывание» урожайность зеленой массы первого укоса имеет среднюю положительную связь ($r = -0,57$) и при ее увеличении на 1°, урожайность снижается на 2,56 т/га (рис. 5).



HCP₀₅ (1 укос) = 4,6 т/га; HCP₀₅ (2 укос) = 4,3 т/га; HCP₀₅ (сумма за два укоса) = 4,7 т/га /
LSD₀₅ (the 1st cut) = 4.6 t/ha; LSD₀₅ (the 2nd cut) = 4.3 t/ha; LSD₀₅ (total for two cuts) = 4.7 t/ha

Рис. 3. Распределение урожайности зеленой массы суданской травы сорта Алиса по укосам (2012-2021 гг.) /
Fig. 3. Distribution of green mass productivity of Sudan grass Alisa variety according to the cuts (2012-2021)

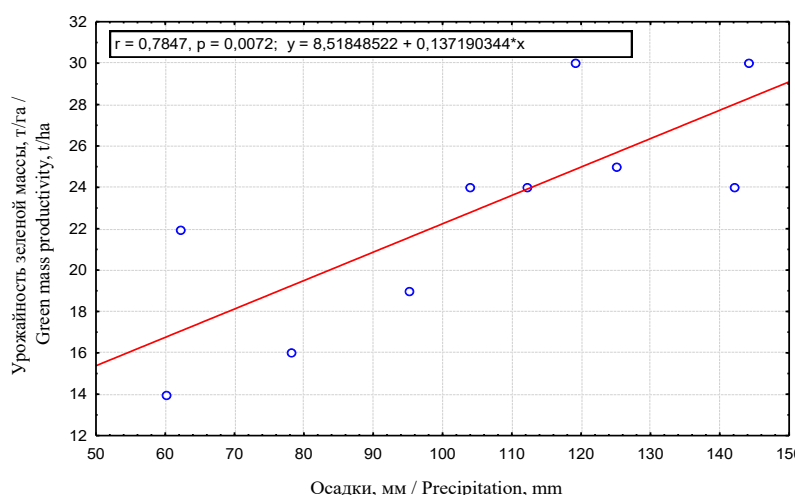


Рис. 4. Зависимость урожайности зеленой массы суданской травы сорта Алиса от количества осадков (2012-2021 гг.) /

Fig. 4. Dependence of green mass productivity of Sudan grass Alisa variety on total precipitation (2012-2021)

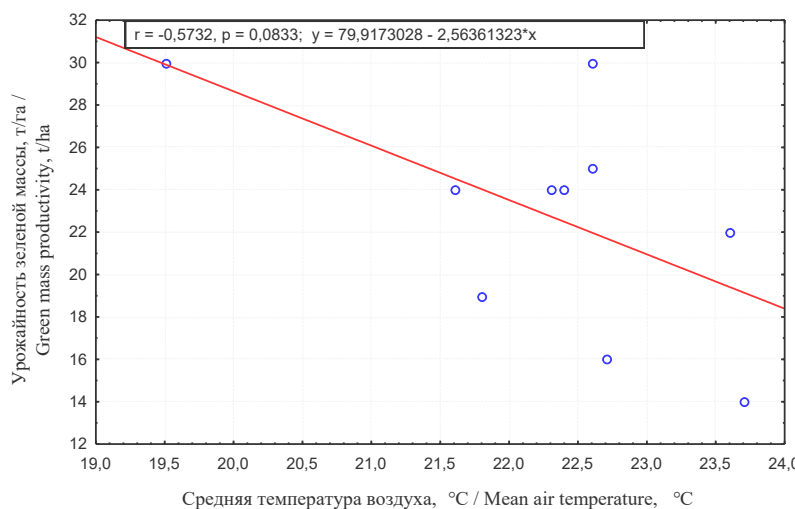


Рис. 5. Зависимость урожайности зеленой массы суданской травы сорта Алиса от средней температуры воздуха (2012-2021 гг.) /

Fig. 5. Dependence of green mass productivity of Sudan grass Alisa variety on mean air temperature (2012-2021)

Достоверных корреляционных связей урожайности зеленой массы суданской травы во втором укосе с метеорологическими факторами не выявлено.

Заключение. Согласно дисперсионному анализу, наибольший вклад в изменчивость урожайности зеленой массы суданской травы сорта Алиса вносят условия возделывания (45,7 %). За период 2012-2021 гг. урожайность значительно варьировала от 26 до 43 т/га. В ходе анализа установлено, что наибольшее влияние на урожайность зеленой массы ока-

зывает наличие осадков в период «всходы-выметывание», то есть до первого укоса ($r = 0,78$). Наличие осадков в период «1-2 укос» способствует формированию высокой продуктивности второго укоса, который не может компенсировать недостаток урожайности в первом укосе. Основным и более продуктивным является первый укос зеленой массы. Так, доля первого укоса в общей урожайности составляет от 54,2 до 74,1 %, доля второго – не более 45,8 % в годы с высоким количеством осадков в июле-августе.

Список литературы

1. Барановский А. В. Совершенствование основных элементов технологии возделывания зернового сорго гибрида Свифт в засушливых условиях Донбасса. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019;(2(76)):69-72. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38195030>
2. Капустин С. И., Володин А. Б., Капустин А. С., Стройный А. М. Продуктивность суданской травы в Центральном Предкавказье. Таврический вестник аграрной науки. 2019;1(17):62-70. DOI: <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2019-1-17-62-70>
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. Daba A. W., Bethel N. L. M., Bekele T. Evaluation of some selected forage grasses for their salt tolerance, ameliorative effect and biomass yield under salt affected soil at Southern Afar, Ethiopia. Journal of Soil Science and Environmental Management. 2019;10(5):94-102. DOI: <https://doi.org/10.5897/jssem2018.0754>
5. Rajani V., Ramesh K., Anamika N. Drought Resistance Mechanism and Adaptation to Water Stress in Sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench]. International Journal of Bio-resource and Stress Management. 2018;9:167-172. DOI: <https://doi.org/10.23910/IJBSM/2018.9.1.3C0472>
6. Zhu Y., Wang X., Huang L., Lin Ch., Zhang X., Xu W., Peng J., Li Z., Yan H., Luo F., Wang X., Yao L., Peng D. Transcriptomic Identification of Drought-Related Genes and SSR Markers in Sudan Grass Based on RNA-Seq. PlantSci. 2017;(8):687. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00687>
7. Горпиниченко С. И., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Ермолина Г. М., Муслимов М. Г. Сорго – культура для засушливых территорий. Проблемы развития АПК региона. 2017;31(3):5-10.
8. Плескачев Ю. Н., Лаптина Ю. А., Гиченкова О. Г. Поукосный анализ продуктивности суданской травы в зависимости от норм высева и минерального питания. Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2021;(2(48)):15-20. DOI: <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2021-48-2-15-20>
9. Kovtunova N., Kovtunov V., Popov A., Volodin A., Shishova E., Romanyukin A. Inheritance of the main quantitative traits in sweet sorghum hybrids F 1. E3S Web of Conferences. 2020;175:01012. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017501012>
10. Болдырева Л. Л., Луговская А. А. Суданская трава и сорго-суданковые гибриды как источник исходного материала для селекции. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017;(66): 41-45. DOI: <https://doi.org/10.21515/1999-1703-66-41-45>
11. Шишова Е. А. Качество зеленой массы коллекции суданской травы. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и профессиональное образование. 2017;(2(46)):145-151. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30513909>
12. Лаптина Ю. А., Плескачев Ю. Н., Гиченкова О. Г. Оптимизация параметров возделывания суданской травы в условиях Нижнего Поволжья. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021;(2(62)):260-270. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46333208>
13. Hussein M. M., Alva A. K. Growth, Yield and Water Use Efficiency of Forage Sorghum as Affected by Npk Fertilizer and Deficit Irrigation. American Journal of Plant Sciences. 2014;5(13):2134-2140. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.513225>
14. Ковтунов В. В., Барановский А. В. Влияние густоты стояния растений на урожайность сорта сорго зернового Атаман в условиях Луганской области. Зерновое хозяйство России. 2020;(5):39-44. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-71-5-39-44>
15. Алабушев А. В., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Романюкин А. Е., Шишова Е. А. Изменчивость и взаимосвязь количественных признаков суданской травы. Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019;(4):10-14. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/4/10-14>

16. Инжечик О. Г., Ахмадиева С. А. Сорго травянистое в Восточном Казахстане. Наука и мир. 2020;6-1(82):39-40. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43867647>
17. Муслимов М. Г., Камилова Э. С. Урожайность зелёной массы сахарного сорго при разных сроках посева в равнинной зоне Республики Дагестан. Проблемы развития АПК региона. 2021;(2(46)):65-67. DOI: https://doi.org/10.52671/20790996_2021_2_65
18. Горпиниченко С. И., Беседа Н. А., Ермолина Г. М., Вахрушева Л. В., Метлина Г. В., Ковтунов В. В. Технология возделывания суданской травы на семена. Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2011. 20 с.
19. Ковтунова Н. А., Алабушев А. В., Романюкин А. Е., Шишова Е. А. Динамика роста и развития растений суданской травы. Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018;4(4):35-43. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2018-4-4-35-43>
20. Биктимиров Р. А., Низаева А. А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов зернового сорго в условиях Республики Башкортостан. Зерновое хозяйство России. 2021;(1(73)):39-43. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-73-1-39-43>
21. 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: <http://www.vestnik-rsn.ru/vrsn/article/view/258>

References

1. Baranovskiy A. V. Improvement of the main elements of cultivation technology of the Swift grain sorghum hybrid in arid conditions of Donbass. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2019;(2(76)):69-72. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38195030>
2. Kapustin S. I., Volodin A. B., Kapustin A. S., Stroyny A. M. Productivity of sudangrass in Central Ciscaucasia. *Tavrisheskiy vestnik agrarnoy nauki* = Taurida herald of the agrarian sciences. 2019;1(17):62-70. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2019-1-17-62-70>
3. Kushkhov A., Berbekova N., Zhurlov 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. Daba A. W., Bethel N. L. M., Bekele T. Evaluation of some selected forage grasses for their salt tolerance, ameliorative effect and biomass yield under salt affected soil at Southern Afar, Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*. 2019;10(5):94-102. DOI: <https://doi.org/10.5897/jssem2018.0754>
5. Rajani V., Ramesh K., Anamika N. Drought Resistance Mechanism and Adaptation to Water Stress in Sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench]. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 2018;9:167-172. DOI: <https://doi.org/10.23910/IJBMSM/2018.9.1.3C0472>
6. Zhu Y., Wang X., Huang L., Lin Ch., Zhang X., Xu W., Peng J., Li Z., Yan H., Luo F., Wang X., Yao L., Peng D. Transcriptomic Identification of Drought-Related Genes and SSR Markers in Sudan Grass Based on RNA-Seq. *PlantSci*. 2017;(8):687. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00687>
7. Gorpinichenko S. I., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Ermolina G. M., Muslimov M. G. Sorghum is a crop for arid areas. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2017;31(3):5-10. (In Russ.).
8. Pleskachev Yu. N., Laptina Yu. A., Gichenkova O. G. Productivity of sudan grass depending on seeding rates and fertilizing. *Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa* = Theoretical & Applied Problems of Agro-industry. 2021;(2(48)):15-20. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2021-48-2-15-20>
9. Kovtunova N., Kovtunov V., Popov A., Volodin A., Shishova E., Romanyukin A. Inheritance of the main quantitative traits in sweet sorghum hybrids F 1. *E3S Web of Conferences*. 2020;175:01012. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017501012>
10. Boldyreva L. L., Lugovskaya A. A. Sudan grass and sorghums-sudanese hybrids as a source of the initial material for selection. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017;(66): 41-45. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21515/1999-1703-66-41-45>
11. Shishova E. A. Quality of the green mass of the sudan herbs. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i professional'noe obrazovanie* = Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education. 2017;(2(46)):145-151. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30513909>
12. Laptina Yu. A., Pleskachev Yu. N., Gichenkova O. G. Optimization of the parameters of cultivation of sudan grass in the conditions of the lower Volga region. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education. 2021;(2(62)):260-270. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46333208>
13. Hussein M. M., Alva A. K. Growth, Yield and Water Use Efficiency of Forage Sorghum as Affected by Npk Fertilizer and Deficit Irrigation. *American Journal of Plant Sciences*. 2014;5(13):2134-2140. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.513225>

14. Kovtunov V. V., Baranovsky A. V. The effect of plant density on productivity of the grain sorghum variety 'Ataman' in the Lugansk region. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2020;(5):39-44. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-71-5-39-44>
15. Alabushev A. V., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Romanyukin A. E., Shishova E. A. variability and correlation of quantitative characters of the sudan grass. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2019;(4):10-14. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/4/10-14>
16. Inzhechik O. G., Akhmadieva S. A. Herbaceous sorghum in east Kazakhstan. *Nauka i mir* = Science and World. 2020;61(82):39-40. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43867647>
17. Muslimov M. G., Kamilova E. S. Yield of green mass of sugar sorghum at different sowing dates in the flat zone of the republic of Dagestan. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2021;(2(46)):65-67. (In Russ.). DOI https://doi.org/10.52671/20790996_2021_2_65
18. Gorpinichenko S. I., Beseda N. A., Ermolina G. M., Vakhrusheva L. V., Metlina G. V., Kovtunov V. V. Technology of cultivation of Sudanese grass for seeds. Rostov-na-Donu: ZAO «Kniga», 2011. 20 p.
19. Kovtunova N. A., Alabushev A. V., Romanyukin A. E., Shishova E. A. Growth and development dynamics of sudan grass varieties. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskie nauki»* = Vestnik of the Mari State University Chapter «Agriculture. Economics». 2018;4(4):35-43. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2018-4-4-35-43>
20. Biktimirov R. A., Nizaeva A. A. The estimation of environmental stability and adaptability of the grain sorghum varieties in the Republic of Bashkortostan. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2021;(1(73)):39-43. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-73-1-39-43>
21. 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 Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2016;(3):39-41. (In Russ.). URL: <http://www.vestnik-rsn.ru/vrsn/article/view/258>

Сведения об авторах

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

Ковтунов Владимир Викторович, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, д. 3, Ростовская область, г. Зерноград, Российская Федерация, 347740, e-mail: sorgo.vniizk@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7510-7705>

Романюкин Александр Егорович, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, д. 3, Ростовская область, г. Зерноград, Российская Федерация, 347740, e-mail: sorgo.vniizk@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4349-8489>

Ермолина Галина Михайловна, кандидат с.-х. наук, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, д. 3, Ростовская область, г. Зерноград, Российская Федерация, 347740, e-mail: sorgo.vniizk@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0168-2966>

Information about the authors

✉ **Natalia A. Kovtunova**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of Forage Sorghum Breeding and Seed Production, Agricultural Research Center "Donskoy", Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, e-mail: sorgo.vniizk@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0409-5855>, e-mail: n-beseda@mail.ru

Vladimir V. Kovtunov, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of Forage Sorghum Breeding and Seed Production, Agricultural Research Center "Donskoy", Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, e-mail: sorgo.vniizk@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7510-7705>

Aleksander E. Romanyukin, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of Forage Sorghum Breeding and Seed Production, Agricultural Research Center "Donskoy", Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, e-mail: sorgo.vniizk@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4349-8489>

Galina M. Ermolina, PhD in Agricultural Science, research technician, the Laboratory of Forage Sorghum Breeding and Seed Production, Agricultural Research Center "Donskoy", Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, e-mail: sorgo.vniizk@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0168-2966>

✉ – Для контактов / Corresponding author