

УДК 633.174:581.151:519.233.5

DOI:10.31857/2500-2082/2022/6/58-62, EDN: KCOLPU

## ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ

Наталья Александровна Ковтунова, кандидат сельскохозяйственных наук  
Александр Егорович Романюкин, кандидат сельскохозяйственных наук  
Владимир Викторович Ковтунов, кандидат сельскохозяйственных наук  
Нина Станиславовна Кравченко, кандидат биологических наук  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Ростовская область, Россия  
E-mail: n-beseda@mail.ru

**Аннотация.** Урожайность сельскохозяйственной культуры – результат взаимодействия количественных признаков растения с условиями внешней среды. Анализ зависимости сортов суданской травы от внешних условий, определение их изменчивости, пластичности и стабильности – актуальные задачи для науки и производства. Цель работы – изучить изменчивость основных хозяйственно ценных признаков суданской травы и их зависимость от метеорологических условий, определить параметры экологической адаптивности сортов. Исследования проводили в 2012–2021 годах. Объект изучения – сорта суданской травы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Установлено, что наибольший вклад в изменчивость урожайности зеленой массы, содержание сухого вещества и сырого протеина в сухом веществе у суданской травы вносит фактор В (год) (74,6; 81,3 и 62,1% соответственно). Корреляционный анализ показал, что урожайность зеленой массы находится в сильной прямой связи с количеством осадков ( $r = 0,71-0,79$ ); содержание сырого протеина – суммой температур за период «всходы-выметывание» ( $r = 0,71-0,77$ ). В среднем наибольшая урожайность зеленой массы (40 т/га), сухого вещества (9,3 и 9,8 т/га) и сбор переваримого протеина (0,59 и 0,64 т/га соответственно) отмечены у сортов Алиса и Грация. Коэффициент вариации указывает, что урожайность зеленой массы, содержание сухого вещества и сырого протеина имеют среднюю изменчивость ( $C_v = 15,4-17,6\%$ ), а урожайность сухого вещества и сбор переваримого протеина – сильную ( $C_v = 20,6-22,5\%$ ). По урожайности зеленой массы изученные сорта интенсивные, с повышенной отзывчивостью на высокий агрофон ( $b_i = 1,88-3,00$ ) и невысокой стабильностью ( $S_i^2 = 39,2-68,6$ ). По содержанию сухого вещества и сырого протеина сорта хорошо адаптированные к разнообразным условиям среды.

**Ключевые слова:** сорт, суданская трава, урожайность, корреляция, дисперсионный анализ, пластичность, стабильность

## PARAMETERS OF ADAPTABILITY AND VARIABILITY OF PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SUDANESE GRASS HERBAGE

N.A. Kovtunova, *PhD in Agricultural Sciences*  
A.E. Romanyukin, *PhD in Agricultural Sciences*  
V.V. Kovtunov, *PhD in Agricultural Sciences*  
N.S. Kravchenko, *PhD in Biological Sciences*  
FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”, Zernograd, Rostov region, Russia  
E-mail: n-beseda@mail.ru

**Abstract.** Productivity of an agricultural crop is the result of correlation between quantitative characteristics of a plant and environmental conditions. The analysis of Sudan grass varieties' dependence on external conditions, determination of their variability, adaptability and stability is of great relevance for science and production. The purpose of the current research was to analyze the variability of the main

economically valuable traits of Sudan grass and their dependence on meteorological conditions, to determine ecological adaptability parameters of the Sudan grass varieties. The study was carried out in 2012–2021, the objects of which were the Sudan grass varieties developed by the Federal State Budgetary Scientific Institution “ARC “Donskoy”. There has been established that the greatest effect on the variability of green mass productivity, the content of dry matter and crude protein in the dry matter of Sudan grass was made by the factor “year” (74.6; 81.3 and 62.1%, respectively). The analysis has shown that green mass productivity is in a strong direct correlation with the amount of precipitation ( $r=0.71-0.79$ ); the percentage of crude protein correlates with the sum of temperatures during the period of ‘sprouts – heading stage’ ( $r = 0.71-0.77$ ). On average, through the years of study, the largest productivity of green mass (40 t/ha) and dry matter (9.3 and 9.8 t/ha), and yields of digestible protein (0.59 and 0.64 t/ha, respectively) were identified in the varieties ‘Alisa’ and ‘Gratsiya’. The coefficient of variability has shown that green mass productivity, content of dry matter and crude protein have an average variability ( $Cv = 15.4-17.6\%$ ), and dry matter productivity and the yields of digestible protein are strong ( $Cv = 20.6-22.5\%$ ). According to the green mass productivity, the studied varieties were intensive, with increased responsiveness to a high agricultural background ( $bi = 1.88-3.00$ ) and low stability ( $Si^2 = 39.2-68.6$ ). According to the content of dry matter and crude protein, the varieties can be classified as well-adapted to various environmental conditions.

**Keywords:** variety, Sudan grass, yield, correlation, analysis of variance, plasticity, stability

Урожайность сельскохозяйственной культуры – это результат взаимодействия количественных признаков растения с условиями внешней среды. При большом разнообразии климатических и почвенных условий России необходимо искать сорта для конкретной зоны. Так как потенциальная урожайность любой культуры зависит от влияния факторов внешней среды, особенно метеорологических, потери от них в отдельные годы составляют до 50...65% и более. [2, 5, 6, 10, 13] Один и тот же сорт в различных условиях возделывания имеет разную высоту растений, кустистость, облиственность. Отклик сортов на изменение внешних условий вызван свойствами и признаками, заложенными в генотипе. Сорта, сохраняющие высокую урожайность независимо от внешних условий – экологически пластичные. Знания по данному показателю позволяют подбирать сорта для каждой климатической зоны, что особенно актуально при районировании сортов и гибридов. [4, 13] Высокая и стабильная урожайность в меняющихся условиях возделывания – важное достоинство сорта, которое помогает эффективно использовать другие факторы интенсификации производства (удобрения, орошение и другое).

Несмотря на то, что суданская трава одна из самых засухоустойчивых и жаростойких кормовых культур, она очень сильно отзывается на улучшение условий возделывания. На урожайность и качество суданской травы влияют рост температур, уменьшение количества осадков, увеличение повторяемости и продолжительности засух, а также выпадение осадков в виде ливней. [1, 5, 15] Поэтому анализ зависимости сортов суданской травы от внешних условий, определение их изменчивости, пластичности и стабильности – актуальные задачи для науки и производства.

Цель работы – изучение изменчивости основных хозяйственно ценных признаков суданской травы и их зависимость от метеорологических условий, определение параметров экологической адаптивности сортов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2012–2021 годах на полях ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (г. Зерноград, Ростовская область). Почва – обыкновенный карбонатный чернозем.

Метеорологические условия были контрастными, что позволило сделать объективный анализ со-

ртов суданской травы по параметрам пластичности. Гидротермический коэффициент по данным метеостанции «Зерноград» указывает на очень сильную засуху в 2018 году (ГТК = 0,34), в остальные годы он соответствовал засушливой и очень засушливой зоне (ГТК = 0,49...0,88).

Объект изучения – сорта суданской травы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» – *Александрина* (стандарт), *Алиса*, *Грация* и *Анастасия*.

Закладку опыта, наблюдения и учеты осуществляли в конкурсном испытании согласно методике государственного сортоиспытания. [11] Посев суданской травы проводили в оптимальные сроки – I...II декады мая сеялкой «Альфа» рядовым способом (ширина междурядья 15 см). Норма высева – 1,6 млн всх. семян/га. Учетная площадь делянок – 25 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, расположение систематическое. Подготовку почвы и мероприятия по уходу вели в соответствии с Технологией возделывания суданской травы на семена. [7] Уборка зеленой массы – дважды (два укоса) в фазе начала выметывания, высота среза – 5...6 см.

Содержание сырого протеина определяли в лаборатории биохимической оценки растений ФГБНУ «АНЦ «Донской» по методу Кьельдаля.

Полученные данные статистически обрабатывали по методике полевого опыта [8] с использованием компьютерных программ Ms. Excel и Statistica 10. Коэффициенты пластичности и стабильности рассчитывали по методике S.A. Eberhart, W.A. Russel в изложении В.А. Зыкина по формулам:

$$bi = \frac{\sum Y_{ij} * I_j}{\sum I_j^2}, \quad (1)$$

где  $Y_{ij}$  – урожайность/признак/ i-го сорта за j-й год;  $I_j$  – величина индекса условий среды за j-й год.

$$\sigma d^2 = \frac{\sum \sigma_{ij}^2}{(n-2)}, \quad (2)$$

где  $\sum \sigma_{ij}^2$  – сумма квадратов отклонений фактической урожайности от теоретической; n – число пунктов.

Параметр экологической пластичности ( $bi$ ) показывает как сорт реагирует на улучшение условий выращивания:  $bi > 1$  – обладает большей отзывчивостью на улучшение условий;  $bi < 1$  – реагирует слабее и больше подходит к экстенсивному фону;  $bi = 1$  – полное соответствие с усло-

виями выращивания и их изменением;  $b_i = 0$  — никак не реагирует.

Чем ниже коэффициент дисперсии (экологическая стабильность  $S_i^2$ ) в числовом эквиваленте, тем стабильнее ведет себя сорт в тех или иных условиях. [9]

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Урожайность растений отражает все биологические особенности сорта и его отношение к условиям возделывания. Результаты проведенного двухфакторного дисперсионного анализа показали, что варианты, отражающие изменчивость урожайности по сортам и годам, достоверны с высокой вероятностью ( $p < 0,001$ ). Наибольший вклад в изменчивость урожайности зеленой массы у суданской травы вносит фактор В (год) (74,6%), доля фактора А (сорт) составляет 13,6% (табл. 1).

Согласно данным ряда исследователей, сорт играет главную роль при формировании урожайности. [3, 4, 12] Невысокие значения изменчивости, вызванные фактором А, в наших исследованиях можно объяснить тем, что изучаемые сорта — одни из самых продуктивных и стабильных по данному показателю. Урожайность зеленой массы по годам значительно различалась (рис. 1, 4-я стр. обл.).

Наибольшая урожайность зеленой массы по сортам суданской травы в среднем сформировалась в 2021 и 2017 годах — 51 и 46 т/га соответственно, наименьшая (по 32 т/га) в 2013 и 2018. Наибольшая урожайность (40 т/га) у сортов *Алиса* и *Грация*.

В ходе корреляционно-регрессионного анализа установлено, что урожайность зеленой массы находится в сильной прямой связи с количеством осадков в фазе «всходы-выметывание» ( $r = 0,71...0,79$  по сортам) и средней обратной со средней температурой воздуха за тот же период ( $r = -0,43...-0,60$ ). При повышении количества осадков на 1 мм в период «всходы-выметывание» урожайность зеленой массы у сорта *Александрина* увеличивается на 0,139 т/га, а при повышении средней температуры воздуха на 1°C — снижается на 2,317 т/га. Такая тенденция наблюдается по всем изученным сортам (рис. 2, 4-я стр. обл.).

Урожайность сухого вещества — один из главных продуктивных показателей у суданской травы, так как в основном ее используют в виде сена. Сухое вещество — носитель питательной ценности грубых кормов. Знание содержания сухого вещества

в корме необходимо и для составления правильного рациона сбалансированного питания. Содержание сухого вещества и сырого протеина очень зависит от погодных условий. [1, 14]

На рисунке 3 (4-я стр. обл.) показано изменение содержания сухого вещества за 2012–2021 годы. Наибольшие значения показателя отмечены в 2012, 2014 и 2021 годах.

По результатам дисперсионного анализа установили, что условия возделывания вносят большой вклад в изменчивость содержания сухого вещества в зеленой массе у суданской травы (81,3%). Доля фактора А (сорт) незначительна — 12,2% (табл. 1).

На основании корреляционно-регрессионного анализа можно сделать вывод, что содержание сухого вещества в зеленой массе не зависит от количества осадков, а с суммой температур за период «всходы-выметывание» имеет слабую отрицательную связь ( $r = -0,31...-0,39$ ). На рисунке 4 (4-я стр. обл.) приведен график зависимости содержания сухого вещества от суммы температур на примере сорта *Алиса*. Коэффициент корреляции составил  $r = -0,39$ , при увеличении суммы осадков на 1°C содержание сухого вещества снижается на 0,01%.

Одна из важнейших задач при создании новых сортов и гибридов — селекция на качество. Главный качественный признак суданской травы — содержание протеина. [2, 3, 14] Наибольший показатель в среднем за годы исследований отмечен у сорта *Грация* — 9,95% (рис. 5, 4-я стр. обл.). Благоприятным для накопления сырого протеина оказался 2018 год (в среднем по сортам — 11,95%), в котором наблюдались минимальные значения урожайности зеленой массы (32 т/га). Самые неблагоприятные условия в 2019 и 2021 годах (7,98 и 8,08%), однако урожайность имела высокие значения (37 и 50 т/га).

Согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа, приведенным в таблице 1, вклад фактора В в общую изменчивость признака составил 62,4%, фактора А — 10,3%.

Содержание сырого протеина находится в сильной положительной связи с суммой температур за период «всходы-выметывание» ( $r = 0,71...0,77$ ) и очень слабой отрицательной — с суммой осадков за этот период ( $r = -0,16...-0,28$ ). При увеличении суммы температур на 1°C содержание сырого протеина повышается на 0,01% (*Александрина*), а при увеличении осадков на 1 мм — снижается на 0,01% (рис. 6, 4-я стр. обл.).

Корреляционной связи метеоусловий за период «первый-второй укос» с урожайностью и качеством зеленой массы суданской травы не выявлено.

Основные результативные показатели продуктивности и качества у суданской травы — урожайность зеленой массы и сухого вещества, сбор переваримого протеина. Наибольшая урожайность зеленой массы (40 т/га), сухого вещества (9,3 и 9,8 т/га) и сбор переваримого протеина (0,59 и 0,64 т/га соответственно) в среднем за годы исследований отмечены у *Алисы* и *Грации* (табл. 2).

Значительные различия по изученным признакам наблюдали как по генотипам, так и годам испытаний. В качестве меры относительной стабильности признака использовали коэффициент вариации ( $C_v$ ). Установлено, что содержание су-

**Таблица 1.**  
Доля влияния факторов на основные хозяйственно ценные показатели сортов суданской травы, 2012–2021 годы

Источник вариации	Урожайность зеленой массы, т/га	Содержание, %	
		сухое вещество	сырой протеин
Общий	100	100	100
	13,6	12,2	10,3
Фактор А (сорт)	Fфакт.=10,33; Fтеор.=3,05	Fфакт.=16,98; Fтеор.=3,05	Fфакт.=3,40; Fтеор.=3,05
	74,6	81,3	62,4
Фактор В (год)	Fфакт.=18,90; Fтеор.=2,34	Fфакт.=37,69; Fтеор.=3,05	Fфакт.=6,85; Fтеор.=3,05
Случайные отклонения	11,8	6,5	27,3

**Таблица 2.**  
**Изменчивость основных хозяйственно ценных показателей**  
**сортов суданской травы, 2012–2021 годы**

Показатель	<i>Александрина</i> , С	<i>Алиса</i>	<i>Грация</i>	<i>Анастасия</i>	Среднее
Урожайность зеленой массы					
Среднее, т/га НСР <sub>05</sub> =5,3	34	40	40	37	38
Min...max, т/га	26...43	33...53	34...53	30...53	–
Cv, %	16,1	17,2	16,1	19,8	17,3
b <sub>i</sub>	1,88	2,29	2,49	3,00	–
Si <sup>2</sup>	39,2	48,7	54,6	68,6	–
Содержание сухого вещества					
Среднее, % НСР <sub>05</sub> =2,7	23,2	23,3	24,5	23,3	23,3
Min...max, %	19,1...29,7	19,8...29,5	16,9...28,4	20,0...27,5	–
Cv, %	15,8	13,9	18,8	12,6	15,3
b <sub>i</sub>	1,41	1,17	1,66	1,23	–
Si <sup>2</sup>	2,81	2,57	4,56	1,78	–
Урожайность сухого вещества					
Среднее, т/га НСР <sub>05</sub> =1,1	7,9	9,3	9,8	8,6	8,9
Min...max, т/га	7,6...13,6	7,3...12,6	8,7...14,1	6,6...13,2	–
Cv, %	22,5	19,0	23,9	24,8	22,6
Содержание сырого протеина					
Среднее, % НСР <sub>05</sub> =0,89	9,1	9,7	10,0	8,1	9,2
Min...max, %	7,1...11,8	7,0...13,1	8,1...12,4	6,9...10,5	–
Cv, %	18,0	21,6	15,4	15,5	17,6
b <sub>i</sub>	1,48	1,91	1,44	0,76	–
Si <sup>2</sup>	0,88	1,15	0,66	1,39	–
Сбор переваримого протеина					
Среднее, т/га НСР <sub>05</sub> =0,08	0,47	0,59	0,64	0,46	0,54
Min...max, т/га	0,36...0,66	0,39...0,70	0,39...0,76	0,38...0,86	–
Cv, %	18,2	16,2	22,5	25,7	20,6

ного вещества и сырого протеина имеют среднюю изменчивость (Cv = 15,4...17,6%), а урожайность сухого вещества и сбор переваримого протеина – сильную (Cv = 20,6...22,5%). Следует учитывать, что абсолютные значения данного показателя подвержены внешним условиям и могут привести к искажению результатов оценки отзывчивости сортов. [2, 13] Степень реакции сортов (генотипа) на изменения внешней среды характеризуют коэффициенты пластичности (bi) и стабильности (Si<sup>2</sup>). По урожайности зеленой массы изученные сорта относятся к интенсивным, с повышенной отзывчивостью на высокий агрофон (bi = 1,88...3,00) и невысокой стабильностью (Si<sup>2</sup> = 39,2...68,6). Наиболее стабильный результат показал сорт *Александрина* (Si<sup>2</sup> = 39,2). По содержанию сухого вещества сорта хорошо адаптированные к разнообразным условиям среды (bi = 1,17...1,66; Si<sup>2</sup> = 1,78...4,56), особенно сорт *Анастасия* (bi = 1,23; Si<sup>2</sup> = 1,78). По количеству сырого протеина в сухом веществе зеленой массы изученные сорта также можно отнести к хорошо

адаптированным к условиям среды (bi = 0,76...1,91; Si<sup>2</sup> = 0,66...1,39). Высокая пластичность и стабильность по данному показателю отмечена у *Александрины* и *Грации* (bi = 1,48 и 1,44; Si<sup>2</sup> = 0,88 и 0,66 соответственно).

Таким образом, использование разнообразных методов оценки адаптивности сортов суданской травы позволяет избежать ошибки, связанной с влиянием внешних факторов, и провести более информативный, объективный анализ сортов сельскохозяйственных культур.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алабушев А.В., Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Ермолина Г.М. Кормовая ценность суданской травы в зависимости от срока уборки // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019. Т. 20. № 4. С. 343–350. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.4.343-350.
2. Антимонов А.К., Косых Л.А., Сыркина Л.Ф., Антимонова О.Н. Влияние метеорологических условий на продуктивность и качество зерна сорго зернового // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019. № 6 (80). С. 93–96.
3. Антимонов А.К., Сыркина Л.Ф., Косых Л.А., Антимонова О.Н. Селекционная ценность перспективных сортов суданской травы в ФГБНУ «Поволжский НИИСС» // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018. Т. 20. № 2-2 (82). С. 396–399.
4. Барановский А.В., Курдюкова О.Н., Косонова Т.М., Гелюх В.Н. Урожайность, пластичность и стабильность современных гибридов зернового сорго в условиях Луганской области // *Аграрный научный журнал*. 2022. № 2. С. 8–13. DOI: 10.28983/asj.y2022i2pp8-13.
5. Биктимиров Р.А., Шакирзянов А.Х., Низаева А.А. Экологическая стабильность и пластичность кормового сорго в Республике Башкортостан // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 8. С. 46–49. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10810.
6. Верхоламочкин С.В., Бельченко С.А., Васькина Т.И. Агрэкологическое испытание сортов и гибридов сорго кормового [sorghum bicolor (L.) Moench] в условиях Юго-Западной части Центральной России // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 3. С. 27–38.
7. Горпиниченко С.И., Беседа Н.А., Ермолина Г.М. и др. Технология возделывания суданской травы на семена. Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2011. 20 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2014. 351 с.
9. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Исламгулов Д.Р. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений: 2-е изд., перераб. и доп. Уфа: Башкирский ГАУ, 2011. 100 с.
10. Косых Л.А., Казарина А.В. Влияние метеорологических условий на хозяйственно ценные признаки льна масличного в лесостепной зоне Среднего Поволжья // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 2 (50). С. 98–104. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-98-104.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур // *Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры*. М., 1989. 194 с.
12. Муслимов М.Г., Куркиев К.У., Абдуллаев К.М. Сортовой потенциал как важнейший фактор повышения



- урожайности сорго в современных экономических условиях // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 3 (39). С. 114–117.
13. Фоменко М.А., Грабовец А.И., Олейникова Т.А., Мельникова О.В. Параметры адаптивности и гомеостатичности сортов озимой мягкой пшеницы в степной зоне Ростовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 4 (32). С. 105–111.
  14. Шишова Е.А. Качество зеленой массы суданской травы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 2 (46). С. 145–151.
  15. 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 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126201012>.
- REFERENCES**
1. Alabushev A.V., Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Ermolina G.M. Kormovaya cennost' sudanskoj travy v zavisimosti ot sroka uborki // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2019. T. 20. № 4. S. 343–350. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.4.343-350.
  2. Antimonov A.K., Kosyh L.A., Syrkina L.F., Antimonova O.N. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na produktivnost' i kachestvo zerna sorgo zernovogo // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 6 (80). S. 93–96.
  3. Antimonov A.K., Syrkina L.F., Kosyh L.A., Antimonova O.N. Selekcionnaya cennost' perspektivnykh sortov sudanskoj travy v FGBNU «Povolzhskij NIIS» // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2018. T. 20. № 2-2 (82). S. 396–399.
  4. Baranovskij A.V., Kurdyukova O.N., Kosogova T.M., Gelyuh V.N. Urozhajnost', plastichnost' i stabil'nost' sovremennykh gibridov zernovogo sorgo v usloviyah Luganskoj oblasti // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2022. № 2. S. 8–13. DOI: 10.28983/asj.y2022i2pp8-13.
  5. Biktimirov R.A., Shakirzyanov A.H., Nizaeva A.A. Ekologicheskaya stabil'nost' i plastichnost' kormovogo sorgo v Respublike Bashkortostan // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33. № 8. S. 46–49. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10810.
  6. Verholamochkin S.V., Bel'chenko S.A., Vas'kina T.I. Agrokologicheskoe ispytanie sortov i gibridov sorgo kormovogo [sorghum bicolor (L.) Moench] v usloviyah Yugo-Zapadnoj chasti Central'noj Rossii // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2021. № 3. S. 27–38.
  7. Gorpichenko S.I., Beseda N.A., Ermolina G.M. i dr. Tekhnologiya vozdel'yvaniya sudanskoj travy na semena. Rostov-na-Donu: ZAO «Kniga», 2011. 20 s.
  8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
  9. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Islamgulov D.R. Metodika rascheta i ocenki parametrov ekologicheskoy plastichnosti sel'skohozyajstvennykh rastenij: 2-e izd, pererab. i dop. Ufa: Bashkirskij GAU, 2011. 100 s.
  10. Kosyh L.A., Kazarina A.V. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na hozyajstvenno cennye priznaki l'na maslichnogo v lesostepnoj zone Srednego Povolzh'ya // Vestnik Ul'yanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2020. № 2 (50). S. 98–104. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-98-104.
  11. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur // Vypusk vtoroj. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury. M., 1989. 194 s.
  12. Muslimov M.G., Kurkiev K.U., Abdullaev K.M. Sortovoj potencial kak vazhnejshij faktor povysheniya urozhajnosti sorgo v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyah // Problemy razvitiya APK regiona. 2019. № 3 (39). S. 114–117.
  13. Fomenko M.A., Grabovec A.I., Olejnikova T.A., Mel'nikova O.V. Parametry adaptivnosti i gomeostatichnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy v stepnoj zone Rostovskoj oblasti // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2019. № 4 (32). S. 105–111.
  14. Shishova E.A. Kachestvo zelenoj massy sudanskoj travy // Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2017. № 2 (46). S. 145–151.
  15. 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 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126201012>.