

О.П. Кибальник, ✉
 Д.С. Семин,
 И.Г. Ефремова,
 С.В. Кибальник

Российский научно-исследовательский
 и проектно-технологический институт
 сорго и кукурузы, Саратов, Россия

✉ kibalnik79@yandex.ru

Поступила в редакцию:
 17.02.2023

Одобрена после рецензирования:
 02.06.2023

Принята к публикации:
 20.06.2023

Oksana P. Kibalnik, ✉
 Dmitry S. Semin,
 Irina G. Efremova,
 Stanislav V. Kibalnik

Russian Research and Design-Technological
 Institute of Sorghum and Corn, Saratov,
 Russia

✉ kibalnik79@yandex.ru

Received by the editorial office:
 17.02.2023

Accepted in revised:
 02.06.2023

Accepted for publication:
 20.06.2023

Корреляционные взаимосвязи хозяйственно-ценных признаков образцов сахарного сорго в засушливых условиях Нижнего Поволжья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Сахарное сорго является одной из ведущих кормовых культур в регионах засушливого земледелия. Всестороннее углубленное изучение и улучшение селекционно-ценных показателей, определение корреляций между признаками для выявления наиболее прочных зависимостей с целью ускорения селекционного процесса являются актуальными.

Методы. Полевая оценка 11 морфометрических показателей и элементов продуктивности исследуемых образцов (всего 43) проведена по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Оценка сопряженности признаков проведена согласно корреляционному анализу с помощью программы «Агрос 2.09».

Результаты. Выявлена разная степень сопряженности признаков. В среднем за 2020–2022 гг. урожайность биомассы сахарного сорго зависела от семенной продуктивности ($r = 0,70$), крупности семян ($r = 0,41$), площади наибольшего листа ($r = 0,39$). Вместе с тем урожайность семян коррелировала с массой 1000 зерен и площадью наибольшего листа ($r = 0,45–0,46$). Отмечена достоверная положительная корреляционная связь высоты растений при созревании с выдвинутостью ножки соцветия ($r = 0,58$). Установлено, что у сахарного сорго крупность семян коррелировала с площадью наибольшего листа ($r = 0,49$). В то же время длина и ширина соцветия имеют сопряженность, равную 0,46. Кроме того, в отличающиеся по метеорологическим условиям годы наблюдалась различная степень проявления взаимосвязей между рассматриваемыми признаками, что необходимо учитывать при проведении селекционного процесса. Знание особенностей корреляционных связей обеспечивает ускорение создания новых сортов с заданными параметрами.

Ключевые слова: сахарное сорго, сорт, линия, селекционно-ценные признаки, урожайность, корреляция

Для цитирования: Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г., Кибальник С.В. Корреляционные взаимосвязи хозяйственно-ценных признаков образцов сахарного сорго в засушливых условиях Нижнего Поволжья. *Аграрная наука*. 2023; 372(7): 92–96. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-92-96>

© Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г., Кибальник С.В.

Correlation relationships of economically valuable characteristics of sugar sorghum samples in arid conditions of the Lower Volga region

ABSTRACT

Relevance. Sugar sorghum is one of the leading forage crops in the regions of arid agriculture. Comprehensive in-depth study and improvement of breeding-valuable indicators, determination of correlations between traits to identify the strongest dependencies in order to accelerate the breeding process is relevant.

Methods. The field assessment of 11 morphometric indicators and productivity elements of the studied samples (43 in total) was carried out according to the methodology of the state variety testing of agricultural cultures. The assessment of the conjugacy of features was carried out according to the correlation analysis using the «Agros 2.09» program.

Results. The different degree of conjugacy of the signs is revealed. On average, in 2020–2022, the yield of sugar sorghum biomass depended on seed productivity ($r = 0.70$), seed size ($r = 0.41$), the area of the largest leaf ($r = 0.39$). At the same time, the seed yield correlated with the mass of 1000 grains and the area of the largest leaf ($r = 0.45–0.46$). There was a significant positive correlation between the height of plants at maturity and the extension of the inflorescence stem ($r = 0.58$). It was found that in sugar sorghum, the seed size correlated with the area of the largest leaf ($r = 0.49$). At the same time, the length and width of the inflorescence have a conjugacy equal to 0.46. In addition, in years differing in meteorological conditions, there was a different degree of manifestation of the interrelationships between the considered signs, which must be taken into account when conducting the selection process. Knowledge of the features of correlations provides acceleration of the creation of new varieties with the specified parameters.

Key words: sugar sorghum, variety, line, breeding and valuable traits, yield, correlation

For citation: Kibalnik O.P., Semin D.S., Efremova I.G., Kibalnik S.V. Correlation relationships of economically valuable characteristics of sugar sorghum samples in arid conditions of the Lower Volga region. *Agrarian science*. 2023; 372(7): 92–96 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-92-96>

© Kibalnik O.P., Semin D.S., Efremova I.G., Kibalnik S.V.

Введение/Introduction

Сельскохозяйственное производство базируется на растениеводстве, основой которого является получение высоких урожаев качественной продукции полевых культур. В богарных условиях сахарное сорго отличается высокой продуктивностью, широкой адаптивностью, уникальной засухоустойчивостью, что привлекает большое внимание сельскохозяйственных производителей. Основное направление возделывания сахарного сорго в производстве кормов — в виде зеленой массы, сена, силоса, сенажа, зернофуража, моноорма, брикетов [1]. Способность растений сахарного сорго накапливать в соке стеблей сахара до 12–20% обуславливает многоцелевое использование этой культуры и расширяет потенциальные возможности ее как источника сырья для использования в различных областях перерабатывающей промышленности: пищевой — сорговый сироп и мед в производстве напитков, дрожжей, спирта, кондитерских изделий [2]; технической — стебли и зерна в получении биоэтанола [3]. В связи с разнонаправленностью применения сахарного сорго селекционеры широко привлекают исходный материал из мировой коллекции генетических ресурсов ВИР для создания новых высокопродуктивных сортов и гибридов с высоким содержанием сахаров в соке стебля [4].

Для оптимизации и ускорения процесса по созданию исходного материала и новых сортов культурных растений с нужными признаками особую роль играют изучение сопряженности хозяйственно-ценных показателей, установление их силы и направления с использованием корреляционного анализа, имеющих важное значение в селекционной работе с разными сельскохозяйственными растениями [5–9], в том числе и с сорговыми культурами [10–12].

В связи с этим сформировались цель исследований по изучению корреляционных связей между селекционными признаками образцов сахарного сорго, установление их силы и направления, выделение признаков, существенно связанных между собой.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2020–2022 гг. Материалом для изучения служили 43 образца сахарного сорго, в том числе 11 сортов и 32 селекционные линии питомников конкурсного и предварительного сортоизучения селекционного института (табл. 1).

Площадь делянок в питомниках составила: конкурсного сортоиспытания — 30,8 м², предварительного — 15,4 м². Повторность трехкратная. Густота стояния растений скорректирована вручную — 100–150 тыс. раст/га. Посев образцов сахарного сорго проведен в III декаде мая селекционной кассетной сеялкой СКС-6-10. Агротехника выращивания — зональная, разработанная научными учреждениями Нижнего Поволжья. Закладка делянок и оценка морфометрических признаков растений осуществлена согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур¹. Оценка содержания водорастворимых сахаров проведена в полевых условиях с использованием рефрактометра RL 2 (Польша). Результаты исследования подвергались статистической обработке в программе Agros версии 2.09

Таблица 1. Характеристика образцов сахарного сорго по хозяйственно-ценным признакам
Table 1. Characteristics of sugar sorghum samples according to economically valuable characteristics

Образцы	Хозяйственно-ценные признаки	
Сорта и гибриды (всего 11)		
Волжское 51, Флагман, Капитал, Чайка, Сахара, Волонтер, Севилья, F1 Момент, F1 Калибр, Шахерезада, Изольтда	Образцы данной группы характеризуются высотой при созревании (в пределах 162,2–201,3 см). В соке стебля синтезируется от 11,7 до 18,3% водорастворимых сахаров. Формируют в богарных условиях урожайность биомассы от 20,30 до 32,15 т/га, в том числе семян 2,40–5,04 т/га. Масса 1000 семян: варьирование величины признака в пределах 19,6–26,3 г. Сорта и линии отличаются высокой устойчивостью к засухе и похолоданию, а также не полегают. Доступны к использованию на территории от Центрально-Черноземного до Уральского региона РФ	
Селекционные линии (всего 32)		
Л-39/12, Л-42/13, Л-44/13, Л-52/13, Л-59/13, Л-62/17, Л-66/13, Л-80/12, Л-5, Л-1, Л-7, Л-10, Л-6, Л-87/13, Л-99/13, Л-65/17,	Л-3/14, Л-111/15, Л-111-а/15, Л-79, Л-104/14, Л-6/16, Л-5-1, Л-9/2, Л-16/18, Л-28, Л-34, Л-35, Л-75, Л-187, Л-105/14, Л-67/13	Высота растений при созревании линий варьирует в пределах 142,2–206,6 см. Новый исходный материал значительно различается по содержанию сахаров в соке стебля (наименьшее — 5,4%, максимальное — 18,4%), что позволяет расширить направление использования (кормовое и техническое). Данные урожайности свидетельствуют о потенциале селекционных линий: урожайность биомассы — от 15,02 до 37,65 т/га, урожайность семян — от 2,58 до 4,62 т/га. Масса 1000 семян варьировала в пределах 17,8–28,1 г

методом корреляционного анализа². Определялась взаимосвязь между наиболее важными показателями и элементами продуктивности (11 признаков) образцов сахарного сорго: высота растений при созревании, площадь наибольшего и флагового листа, длина и ширина соцветия, выдвинутость ножки соцветия, содержание суммы водорастворимых сахаров в соке стебля, урожайность биомассы и семян, масса 1000 семян, величина общей кустистости растений.

Годы исследования оказались различными по климатическим условиям: в 2020 году сумма активных температур составила 2530 °С, осадки — 195,8 мм, показатель ГТК — 0,77, в 2021-м сумма активных температур равнялась 2835 °С, осадки — 176,7 мм, показатель ГТК — 0,62 за период вегетации растений; 2022 год оказался более прохладным и влажным, сумма активных температур — 2516 °С, осадки достигли 198,2 мм, показатель ГТК — 0,75.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты исследований обнаружили среднюю степень варьирования большинства показателей образцов в 2020–2022 гг. и в среднем за годы изучения. К числу признаков с наименьшей изменчивостью величины показателя отнесена высота растений при созревании: коэффициент вариации в 2020 году равнялся 10,8%, в 2021-м — 10,3%, в 2022-м — 8,5%. В среднем за годы исследований варьирование составило 7,8% (табл. 2).

Показатели площади наибольшего и флагового листа образцов сахарного сорго варьировали более значительно: в среднем за годы исследований $V = 17,2–18,8\%$ соответственно. Длина соцветия образцов колебалась от 18,5 до 26,8 см при среднем значении признака 22,8 см, варибельность составила 9,1% в среднем

¹ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / ред. В.И. Голочаев, Е.В. Кириловская. М.: Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. 1989; 94.

² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 2011; 352.

за годы исследований. Выявлена более значительная изменчивость ширины соцветий образцов, достигающая 22,2% за три года. Высокое значение коэффициента вариации обнаружено у показателей «выдвинутость ножки метелки» (34,6%) и «содержание сахаров в соке стебля» (21,3%) в среднем за годы исследований.

Урожайность биомассы образцов сорго отличилась меньшим варьированием признака (17,6% за три года) при колебании показателя в пределах 15,02–37,65 т/га со средней по питомникам 25,20 т/га. Наряду с этим по урожайности семян сахарного сорго выявлено среднее варьирование в 2020–2022 гг. — 20,1%.

Элемент зерновой продуктивности — показатель «масса 1000 семян» — варьировал у образцов в меньшей степени: 15,0% — в 2020 году, 17,5% — в 2021-м,

Таблица 2. Оценка статистических параметров по морфометрическим показателям и элементам продуктивности сортов и линий сахарного сорго
Table 2. Evaluation of statistical parameters by morphometric indicators and elements of productivity of varieties and lines of sugar sorghum

Признак	Год	Значение признака (min-max)	Средняя	Ошибка ср.	Коэффициент вариации V, %
Высота растений при созревании, см	2020	145,5–224,7	182,6	3,0	10,8
	2021	145,7–212,7	174,1	2,7	10,3
	2022	121,0–218,6	184,7	2,4	8,5
	среднее	142,2–206,6	181,0	2,1	7,8
Площадь наибольшего листа, см ²	2020	127,7–393,1	216,1	8,2	25,0
	2021	127,9–266,6	197,5	5,6	18,7
	2022	151,8–270,7	202,3	4,9	16,0
	среднее	155,6–308,4	208,0	5,4	17,2
Площадь флагового листа, см ²	2020	64,4–163,0	104,8	4,6	29,1
	2021	42,9–124,8	70,0	3,1	29,6
	2022	62,4–133,6	94,9	3,2	22,2
	среднее	63,6–144,2	93,3	2,7	18,8
Длина соцветия, см	2020	17,8–29,6	23,3	0,4	12,6
	2021	14,0–26,5	21,1	0,4	14,0
	2022	18,2–31,3	23,8	0,5	13,6
	среднее	18,5–26,8	22,8	0,3	9,1
Ширина соцветия, см	2020	5,2–20,8	11,3	0,5	28,3
	2021	5,0–13,2	9,7	0,4	24,9
	2022	7,5–21,8	12,8	0,5	24,2
	среднее	7,0–16,2	11,3	0,4	22,2
Выдвинутость ножки метелки, см	2020	2,4–33,5	15,4	1,1	48,7
	2021	0,0–24,8	15,1	0,8	36,7
	2022	4,8–36,0	21,7	1,0	30,3
	среднее	6,8–26,8	16,9	0,9	34,6
Содержание сахаров в соке стебля, %	2020	7,1–20,3	15,8	0,5	21,9
	2021	7,1–20,9	13,8	0,5	22,5
	2022	0,0–17,7	11,2	0,6	33,3
	среднее	5,4–19,4	14,2	0,5	21,3
Урожайность биомассы, т/га	2020	15,01–49,35	28,33	1,12	26,0
	2021	15,52–28,68	21,66	0,54	16,2
	2022	14,50–30,90	22,47	0,66	19,2
	среднее	15,02–37,65	25,20	0,7	17,6
Урожайность семян, т/га	2020	2,25–6,30	3,99	0,2	30,1
	2021	2,30–3,88	2,65	0,05	12,5
	2022	2,24–5,10	3,29	0,13	25,6
	среднее	2,40–5,04	3,48	0,1	20,1
Масса 1000 семян, г	2020	17,6–29,8	22,9	0,5	15,0
	2021	14,6–27,4	20,8	0,6	17,5
	2022	17,2–27,3	22,2	0,4	13,4
	среднее	17,8–28,1	22,3	0,5	13,6
Кустистость общая, шт.	2020	1,21–2,29	1,55	0,05	20,2
	2021	1,58–3,47	2,83	0,49	14,2
	2022	1,00–1,76	1,30	0,03	14,3
	среднее	1,29–2,32	1,69	0,03	12,8

13,4% — в 2022-м, 13,6% — в среднем за годы исследований. Варьирование показателя «общая кустистость» у образцов сорго составило 14,2–20,2% в годы исследований, а в среднем равнялось 12,8%.

Получены различные данные о степени сопряженности рассмотренных признаков. Высота при созревании растений оказала существенное влияние на ряд хозяйственно-ценных признаков. Отмечена достоверная положительная корреляционная связь высоты растений с длиной соцветия: коэффициент корреляции в 2020 году составил 0,62, в 2021-м — 0,36, в 2022-м — 0,23, в среднем за три года — 0,35 (табл. 3).

Установлена связь высоты при созревании и выдвинутости ножки соцветия. Коэффициент корреляции: в 2020 году $r = 0,65$, в 2021-м $r = 0,20$, в 202-м $r = 0,69$. В среднем за три года $r = 0,58$. Обнаружена взаимосвязь между высотой растений при созревании и содержанием сахаров в соке стебля, коэффициент корреляции варьировал от 0,14 до 0,53 в 2020–2022 гг. Результаты корреляционного анализа данных за три года выявили также среднюю положительную корреляцию между признаками — 0,53.

Установлена средняя взаимосвязь показателей выдвинутости ножки соцветия с содержанием сахаров в соке стебля — от 0,28 до 0,51 за годы исследований при значении $r = 0,49$ в среднем за изучаемый период.

Выявлена средняя положительная связь площади наибольшего и флагового листа: в 2020 году $r = 0,39$, в 2021-м $r = 0,46$, в 2022-м $r = 0,52$. В среднем за 2020–2022 гг. — 0,32. Установлена также средняя взаимосвязь площади наибольшего листа с урожайностью биомассы. Коэффициент корреляции в 2020 году составил 0,39, в 2021-м — 0,10, в 2022-м — 0,30. В среднем за 2020–2022 гг. — 0,39. Эта взаимосвязь согласуется с результатами исследователей А.В. Алабушева и сотрудников [11], в которых установлена значительная связь между общей продуктивностью сахарного сорго, высотой растений и длиной листа. Достоверная взаимосвязь

Таблица 3. Существенные корреляционные связи между хозяйственно-ценными признаками образцов сахарного сорго, 2020–2022 гг.

Table 3. Significant correlations between economically valuable characteristics of sugar sorghum samples, 2020–2022

Коррелирующие признаки:	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее за 202–2022 гг.
урожайность биомассы — урожайность зерна	0,67**	0,47**	0,63**	0,70**
урожайность биомассы — масса 1000 семян	0,38**	0,25	0,38**	0,41**
урожайность биомассы — площадь наибольшего листа	0,39**	0,10	0,30*	0,39**
урожайность зерна — масса 1000 зерен	0,44**	0,36*	0,42**	0,46**
урожайность семян — площадь наибольшего листа	0,48**	0,01	0,28	0,45**
высота растений при созревании — длина соцветия	0,62**	0,36*	0,23	0,35*
высота растений при созревании — выдвинутость ножки соцветия	0,65**	0,20	0,69**	0,58**
высота растений при созревании — содержание сахаров в соке стебля	0,53**	0,29*	0,14	0,53**
выдвинутость ножки соцветия — содержание сахаров в соке стебля	0,51**	0,28	0,28	0,49**
площадь наибольшего листа — площадь флагового листа	0,39**	0,46**	0,52**	0,32*
площадь наибольшего листа — масса 1000 зерен	0,38**	0,18	0,39**	0,49**
площадь флагового листа — длина соцветия	0,42**	0,59**	0,42**	0,34*
длина соцветия — ширина соцветия	0,58**	0,55**	0,47**	0,46**

Примечание: * значимо на уровне 5%, ** значимо на уровне 1%

обнаружена в среднем за 2020–2022 гг. между площадью наибольшего листа с массой 1000 зерен ($r = 0,49$), а также с урожайностью семян ($r = 0,45$).

Отмечена средняя связь между площадью флагового листа и длиной соцветия, по годам исследований коэффициент корреляции варьировал в пределах 0,42–0,59. В среднем за изучаемый период — $r = 0,34$. Выявлена положительная взаимосвязь параметров соцветия ($r = 0,46$), а также тесная взаимосвязь урожайности биомассы и зерна ($r = 0,70$). Установлена средняя положительная корреляция массы 1000 семян с урожайностью биомассы ($r = 0,41$) и семян ($r = 0,46$), что согласуется с результатами других исследований [13]. У образцов сахарного сорго установлена отрицательная связь между общей кустистостью растений и площадью листьев ($r = -0,31 \dots -0,25$), которая высоко проявилась при анализе трехлетних данных. В практической селекции эта взаимосвязь известна: на сильно кустящихся растениях, как правило, площадь листьев снижается.

Выводы/Conclusion

Оценено варьирование основных хозяйственно-ценных признаков у исходного материала сахарного сорго в среднем в 2020–2022 гг. Установлено слабое варьирование показателя высоты растений образцов — 7,8%. Средняя варибельность признаков у изучаемой группы образцов выявлена по площади наибольшего и флагового листа, длине соцветий, урожайности биомассы и семян, массе 1000 зерен, общей кустистости (12,8–18,8%). Более широкая амплитуда

изменчивости показателей отмечена по ширине соцветий (22,2%), выдвинутости ножки соцветий (34,6%), содержанию сахаров в соке стебля (21,3%).

Проведенные полевые исследования показали, что степень корреляционных взаимосвязей основных хозяйственно-ценных признаков образцов сахарного сорго в засушливых условиях Нижнего Поволжья различается и изменяется от отрицательной до средней положительной. В селекции на повышение продуктивности следует учитывать параметры соцветия и наибольшего листа, массу 1000 зерен, о чем свидетельствуют выявленные корреляции. Отмечена достаточно тесная положительная взаимосвязь урожайности биомассы и зерна ($r = 0,70$), также средняя корреляция с массой 1000 семян ($r = 0,41$) и площадью наибольшего листа ($r = 0,39$). Вместе с тем увеличение семенной продуктивности зависит от крупности семян и площади фотосинтезирующей поверхности растений ($r = 0,45–0,46$).

Обнаружена средняя зависимость в среднем за три года между высотой растений и выдвинутостью ножки соцветия ($r = 0,58$), площадью листьев ($r = 0,32$), а также площадью наибольшего листа и массой 1000 семян ($r = 0,49$). Средняя корреляция наблюдается между площадью флагового листа и длиной соцветия ($r = 0,34$). Среди достоверных отрицательных корреляций выявлена связь общей кустистости растений с площадью наибольшего листа ($r = 0,31$). Эти взаимосвязи необходимо учитывать для более целенаправленного отбора исходного материала в программах скрещиваний для эффективности и ускорения селекционного процесса.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Работа выполнена в рамках тематического плана ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» согласно госзаданию № 123011200031-6 Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

FINANCING:

The work was carried out within the framework of the thematic plan of the Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn according to the state task No. 123011200031-6 of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Романиюкин А.Е., Сухенко Н.Н., Ермолина Г.М. Урожайность и качество зеленой массы новых сортов сорго сахарного в АНЦ «Донской». *Аграрная наука*. 2022; (12): 93–97. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-93-97>
2. Володин А.Б., Капустин С.И., Саварцев М.А. Новые нетрадиционные источники сырья для производства пищевого и кормового сахара. *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*. 2016; 12: 305–308. <https://www.elibrary.ru/webjii>
3. Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И., Мамаева Л.А. Разработка технологии спирта из сахарного сорго отечественной селекции. *Новости науки в АПК*. 2018; (2-1): 32–43. <https://www.elibrary.ru/mdhtbc>
4. Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Старчак В.И., Степанченко Д.А., Куколева С.С. Использование мировой коллекции ВИР в селекции новых сортов и гибридов сахарного сорго для засушливых регионов РФ. *Аграрная наука*. 2023; (1): 78–82. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-78-82>
5. Теличко О.Н. Показатели хозяйственно-ценных признаков гибридов (F_3-F_4) вики яровой и их корреляционные взаимосвязи. *Вестник ДВО РАН*. 2021; (3): 40–44. https://doi.org/10.37102/0869-7698_2021_217_03_06
6. Турбаев А.Ж., Сергалиев Н.Х., Соловьев А.А. Сравнительное изучение сортообразцов яровой тритикале по показателям качества зерна. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2019; (1): 19–33. <https://www.elibrary.ru/lxqjma>
7. Бобкова О.Н., Скорина В.В. Оценка взаимосвязи между основными хозяйственно-ценными признаками разновидностей салата латук. *Овощи России*. 2019; (2): 43–48. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-43-48>

REFERENCES

1. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Romanyukin A.E., Sukhenko N.N., Ermolina G.M. Green mass productivity and quality of new sweet sorghum varieties in the ARC "Donskoy". *Agrarian science*. 2022; (12): 93–97 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-365-12-93-97>
2. Volodin A.B., Kapustin S.I. New non-traditional sources of raw materials for the production of food and feed sugar. *New and nontraditional plants and prospects of their utilization*. 2016; 12: 305–308 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/webjii>
3. Askarbekov E.B., Baygazieva G.I., Mamaeva L.A. Development of ethyl alcohol technology from sweet sorghum of domestic selection. *Novosti nauki v APK*. 2018; (2-1): 32–43 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/mdhtbc>
4. Kibalnik O.P., Efremova I.G., Semina D.S., Starchak V.I., Stepanchenko D.A., Kukoleva S.S. The use of the VIR world collection in the selection of new varieties and hybrids of sugar sorghum for arid regions of the Russian Federation. *Agrarian science*. 2023; (1): 78–82 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-366-1-78-82>
5. Telichko O.N. Indicators of economically valuable traits of hybrids F_3-F_4 of spring vetch and their correlations. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2021; (3): 40–44 (In Russian). https://doi.org/10.37102/0869-7698_2021_217_03_06
6. Turbayev A.Z., Sergaliev N.K., Soloviev A.A. Comparative study of some genotypes of spring triticale for grain qualities. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2019; (1): 19–33 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/lxqjma>
7. Bobkova O.N., Skorina V.V. Assessment of the relationship between the main economically values of the variety of lettuces. *Vegetable crops of Russia*. 2019; (2): 43–48 (In Russian). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-43-48>

8. Донгак М.М. Влияние климатических условий на продуктивность выделенных селекционных линий мягкой яровой пшеницы в Республике Тыва. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017; (11-1): 107–111. <https://www.elibrary.ru/zsukul>
9. Толстопятова О.С., Голованова Е.В., Толстопятов С.Н. Зависимость урожайности основных сельскохозяйственных культур Белгородской области от климатических показателей. *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2019; (1): 141–146. <https://www.elibrary.ru/zejyjl>
10. Алабушев А.В., Сухенко Н.Н., Лушпина О.А., Ковтунов В.В. Корреляционные связи количественных признаков сорго зернового. *Научный журнал КубГАУ*. 2017; 128: 932–941. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-128-062>
11. Алабушев А.В., Ковтунова Н.А., Романыкин А.Е., Горпиниченко С.И., Ермолина Г.М. Основные факторы повышения урожайности и качества зеленой массы сорго. *Успехи современного естествознания*. 2017; (6): 50–55. <https://www.elibrary.ru/zbnfcf>
12. Старчак В.И., Жужукин В.И., Жук Е.А., Бычкова В.В. Оценка корреляционных взаимосвязей морфологических признаков зернового сорго селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». *Аграрный научный журнал*. 2020; (6): 38–42. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i6pp38-42>
13. Ковтунов В.В., Горпиниченко С.И., Беседа Н.А. Исходный материал для селекции сорго зернового. *Вестник аграрной науки Дона*. 2010; (2): 76–80. <https://www.elibrary.ru/pydhhn>

8. Dongak M.M. Influence of climatic conditions on efficiency of the allocated selection lines of a soft spring wheat in Republic Tuva. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2017; (11-2): 107–111 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zsukul>
9. Tolstopyatov O.S., Golovanova E.V., Tolstopyatov S.N. The dependence of the major crops of the Belgorod region from climatic indicators. *Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives*. 2019; (1): 141–146 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zejyjl>
10. Alabushev A.V., Sukhenko N.N., Lushpina O.A., Kovtunov V.V. Correlation among quantitative traits of sorghum grain. *Scientific Journal of KubSAU*. 2017; 128: 932–941 (In Russian). <https://doi.org/10.21515/1990-4665-128-062>
11. Alabushev A.V., Kovtunova N.A., Romanyukin A.E., Gorpichenko S.I., Ermolina G.M. The principal factors of improvement of productivity and quality of sorghum saccharatum green mass. *Advances in current natural sciences*. 2017; (6): 50–55 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/zbnfcf>
12. Storchak V.I., Zhuzhukin V.I., Zhuk E.A., Bychkova V.V. Evaluation of correlation relationships of morphophysiological features of grain sorghum selection of RosNIISK "Rossorgo". *Agricultural Scientific Journal*. 2020; (6): 38–42 (In Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i6pp38-42>
13. Kovtunov V.V., Gorpichenko S.I., Beseda N.A. Initial material for grain sorghum selection. *Don agrarian science bulletin*. 2010; (2): 76–80 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/pydhhn>

ОБ АВТОРАХ:**Оксана Павловна Кибальник,**

кандидат биологических наук, главный научный сотрудник, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Россия kibalnik79@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1808-8974>

Дмитрий Сергеевич Семин,

кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела сорговых культур, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Россия sds-balashov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0442-6933>

Ирина Григорьевна Ефремова,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела сорговых культур, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Россия efremova-irina1946irina@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7188-9332>

Станислав Викторович Кибальник,

младший научный сотрудник отдела сорговых культур, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Россия aksar70@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4683-3393>

ABOUT THE AUTHORS:**Oksana Pavlovna Kibalnik,**

Candidate of Biological Sciences, Chief Researcher, Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, 4 1st Institutskiy proezd, Saratov, 410050, Russia kibalnik79@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1808-8974>

Dmitriy Sergeevich Semin,

Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Department of Sorghum Crops, Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, 4 1st Institutskiy proezd, Saratov, 410050, Russia sds-balashov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0442-6933>

Irina Grigorevna Efremova,

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Department of Sorghum Crop, Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn,, 4 1st Institutskiy proezd, Saratov, 410050, Russia efremova-irina1946irina@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7188-9332>

Stanislav Viktorovich Kibalnik,

Junior Research of the Department of Sorghum cultures, Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, 4 1st Institutskiy proezd, Saratov, 410050, Russia aksar70@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4683-3393>