

УДК 633.174/1+631.559

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-384-7-125-129

Н.А. Ковтунова ✉

В.В. Ковтунов

А.Е. Романюкин

Аграрный научный центр «Донской»,  
Зерноград, Россия

✉ n-beseda@mail.ru

Поступила в редакцию:  
20.02.2024Одобрена после рецензирования:  
30.05.2024Принята к публикации:  
15.06.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-384-7-125-129

Natalia A. Kovtunova ✉

Vladimir V. Kovtunov

Alexander E. Romanyukin

Agricultural Research Center “Donskoy”,  
Zernograd, Russia

✉ n-beseda@mail.ru

Received by the editorial office:  
20.02.2024Accepted in revised:  
30.05.2024Accepted for publication:  
15.06.2024

## Ширина листа — маркерный признак высокой урожайности зеленой массы сорго сахарного

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Цель работы — на основе корреляционно-регрессионного анализа выявить основные признаки, оказывающие влияние на урожайность зеленой массы сорго сахарного. Определен маркерный признак высокой урожайности сорго сахарного — ширина листа, относительная простота измерения которого значительно облегчает селекционную работу при анализе урожайности в полевых условиях, а также выделены образцы коллекции с высокими значениями признака, рекомендуемые использовать как источники.

**Методика.** Исследования проводились в 2021–2023 гг. Объект исследований — коллекционные образцы сорго сахарного. Почвенный покров опытного участка представлен обыкновенным карбонатным черноземом. Метеорологические условия в 2021–2023 гг. были контрастны. ГТК за май — сентябрь в 2021 г. составил 0,82, в 2022-м — 0,52, в 2021-м — 0,81, что говорит о средней засушливости (2022 г.) и недостаточной увлажненности в 2021 и 2023 гг.

**Результаты.** Установлено, что при повышении площади листовой поверхности от 96 до 450 см<sup>2</sup> урожайность зеленой массы на силос увеличивается с 15 до 46 т/га. Корреляционный анализ подтверждает данную связь —  $r = 0,50 \pm 0,06$ . Прослеживается рост урожайности зеленой массы на 0,08 т/га при увеличении площади листа на 1 см<sup>2</sup>. При увеличении ширины листа с 3 до 10 см урожайность зеленой массы возрастает с 18 до 48 т/га. Согласно корреляционно-регрессионному анализу, увеличение ширины листа на 1 см сопровождается ростом урожайности на 4,8 т/га при  $r = 0,52 \pm 0,06$ . Выделены образцы с наибольшими значениями ширины и площади листовой поверхности: Зерноградское 1 УК, Волжское 51/1, Sweet Oxley Amber, K-1798/1, K-3054/1, K-4575, Зерноградское 1/1332.

**Ключевые слова:** сорго, урожайность, сорт, площадь листа, корреляция

**Для цитирования:** Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Романюкин А.Е. Ширина листа — маркерный признак высокой урожайности зеленой массы сорго сахарного. *Аграрная наука*. 2024; 384(7): 125–129.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-125-129>

© Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Романюкин А.Е.

## Leaf width as a marker trait of high productivity of sweet sorghum green mass

### ABSTRACT

**Relevance.** The purpose of the work is to identify the main signs influencing the yield of the green mass of sugar sorghum on the basis of correlation and regression analysis. There has been identified a marker trait for high productivity of sweet sorghum, it is leaf width, the relative ease of measurement of which greatly facilitates breeding work when analyzing productivity in the field, and there have been identified collection samples with high values of the trait, recommended for use as sources.

**Methods.** The study was carried out in 2021–2023. The objects of the study are collection samples of sweet sorghum. The soil of the experimental plot is represented by ordinary carbonate blackearth. Weather conditions of 2021–2023 were contrasting. The meteorological conditions in 2021–2023 were contrasting. The GTC for May — September in 2021 was 0.82, in 2022 — 0.52, in 2021 — 0.81, which indicates average aridity (2022) and insufficient moisture in 2021 and 2023.

**Results.** There has been established that with an increase in leaf surface area from 96 to 450 cm<sup>2</sup>, the yield of green mass for silage increases from 15 to 46 t/ha. Correlation analysis confirms this relationship  $r = 0.50 \pm 0.06$ . There is an increase in the yield of green mass by 0.08 t/ha with an increase in leaf area by 1 cm<sup>2</sup>. With an increase in leaf width from 3 to 10 cm, the yield of green mass increases from 18 to 48 t/ha. According to correlation and regression analysis, an increase in leaf width by 1 cm is accompanied by an increase in productivity by 4.8 t/ha at  $r = 0.52 \pm 0.06$ . There have been identified the samples with the largest values of width and leaf surface area Zernogradskoe 1 UK, Volzhskoe 51/1, Sweet Oxley Amber, K-1798/1, K-3054/1, K-4575, Zernogradskoe 1/1332.

**Key words:** sorghum, productivity, variety, leaf area, correlation

**For citation:** Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Romanyukin A.E. Leaf width as a marker trait of high productivity of sweet sorghum green mass. *Agrarian science*. 2024; 384(7): 125–129 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-125-129>

© Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Romanyukin A.E.

## Введение/Introduction

Сорго — это  $C_4$  культура с высокой кормовой продуктивностью, способностью отрастать и адаптивностью в засушливом климате. В условиях повышения засушливости климата в летний период селекция  $C_4$  культур, устойчиво осуществляющих фотосинтез при значительных повышениях температур, с более высокой эффективностью использования влаги и потенциальной урожайностью, становится актуальной [1]. Листья у таких растений характеризуются особым анатомическим строением кранц-типа и наличием крупных агранальных и мелких гранальных хлоропластов. Это в свою очередь позволяет предотвращать потери углекислого газа, снижать фотодыхание, особенно в условиях повышенной температуры и засухи [2]. Размер листьев является важным фактором, определяющим главным образом развитие площади листовой поверхности, влияя через нее на фотосинтез, транспирацию и в конечном счете на продуктивность растений. Установлено, что размер листа тесно связан с плотностью жилок [3]. В засушливых условиях узколистные растения из-за меньшей листовой поверхности легче переносят жару и имеют преимущества в эффективности использования воды [4].

Для кормовых культур лист играет большую роль, чем у зерновых, так как он непосредственно составляет значительную долю выращиваемой продукции [5, 6]. Однако урожайность любой культуры имеет сложный характер, обусловленный взаимосвязями различных компонентов. Знание корреляционных зависимостей необходимо для исследователей-селекционеров при составлении программ работы [7–9].

Согласно исследованиям Hernández и др. (2018 г.), урожайность сорго сахарного определяется главным образом высотой растений, по данным Kapbar и др. (2019 г.) — продолжительностью периода до цветения, а по Vendruscolo и др. (2016 г.) — размерами и количеством листьев [10–12].

Однако фенотипические признаки являются реакцией на воздействие не только генетических факторов, но и факторов внешней среды. Поэтому результаты корреляционного анализа могут быть использованы, только если получены в похожих условиях.

*Цель работы* — на основе корреляционно-регрессионного анализа выявить основные признаки, оказывающие влияние на урожайность зеленой массы сорго сахарного.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились в г. Зернограде Ростовской области (ФГБНУ «АНЦ «Донской») в 2021–2023 гг.

Объект исследований — коллекционные образцы (200 шт.) сорго сахарного, представленные генотипами различного эколого-географического происхождения (ФИЦ ВИГРП им. Н.И. Вавилова), а также сортами, созданными в различных научных учреждениях России, в том числе «АНЦ «Донской»».

Почвенный покров опытного участка представлен обыкновенным карбонатным черноземом: содержание гумуса — 3,2%, фосфора — 18,5–20,0 мг/кг, калия — 342–360 мг/кг почвы [13].

Метеорологические условия, по наблюдениям авторов, в 2021–2023 гг. были контрастны. ГТК за май — сентябрь в 2021 г. составил 0,82, в 2022-м — 0,52, в 2021-м — 0,81, что говорит о средней засушливости (2022 г.) и недостаточной увлажненности в 2021 и 2023 гг. При этом следует отметить, что, несмотря на равные значения ГТК в 2021 и 2023 гг., условия резко различались. Так, в 2021 г. сумма осадков за вегетационный период сорго составила 273,1 мм, из которых 38%, или 103,9 мм, выпали в июне, 18,7%, или 51,1 мм, — в августе, что выше среднемноголетней нормы на 45,7%, или на 32,6 мм, и на 13,0%, или 45,2 мм. В остальные месяцы недобор осадков составил 33–35%. В 2023 году сумма осадков составила 254,8 мм, из которых на май приходится 43,3%, или 110,4 мм. В остальные месяцы количество осадков было ниже среднемноголетней нормы на 10–48%.

Условия 2021 и 2023 гг. способствовали развитию хорошей корневой системы, листостебельной массы, высокому урожаю зеленой массы. Условия 2022 г., наоборот, были крайне неблагоприятны для роста и развития сорго. Сумма осадков 234,6 мм ниже на 8,7%, или на 23,2 мм, но во все месяцы вегетации наблюдался недобор осадков. Большая часть выпала в июне в виде ливневых дождей (55,8 мм) за 3–4 дня. Кроме того, в 2022 г. наблюдались наибольшие значения средней температуры воздуха в июне, июле и августе (23,1–26,6 °С), что выше нормы на 0,7–4,7 °С. В таких засушливых условиях растения сорго не смогли проявить потенциальную урожайность.

В качестве стандарта использовался сорт сорго сахарного Зерноградский январь. Уборка зеленой массы сорго сахарного проводилась в фазе молочно-восковой спелости зерна. Для анализа использовали самый большой лист 5 растений каждого образца, так как он наиболее тесно коррелирует с общей площадью листа у растений. У сорго и кукурузы это 3-й лист ниже флагового.

Площадь листа определяли по формуле<sup>1</sup>:

$$S = L \times (2h_1 + 2h_2 + 3h_3) / 8,$$

где  $L$  — длина листа,  $h_1$  — ширина листа у его края,  $h_2$  — ширина середины листа,  $h_3$  — ширина листа у основания.

Опыты проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур<sup>2</sup> (1989 г.). Обработка почвы и уход за посевами проводились в соответствии с «Рекомендациями по возделыванию сорго сахарного»<sup>3</sup> (2018 г.).

Статистический анализ полученных данных проведен по Б.А. Доспехову<sup>4</sup> (2014 г.) с использованием компьютерных программ Excel (США) и Statistica 10 (США).

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

В ходе корреляционного анализа установлено, что урожайность зеленой массы на силос у образцов коллекции сорго сахарного зависит главным образом от ширины ( $r = 0,52 \pm 0,06$ ) и площади листа ( $r = 0,50 \pm 0,06$ ). С признаками «высота растений», «количество листьев»,

<sup>1</sup> Соломко О.Б., Ключкова О.С., Цветков Г.В. Методика определения площади листьев. Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. — URL: <https://agrosbornik.ru/innovacii/106-2011-10-09-15-29-31.html> (дата обращения: 23.12.2023).

<sup>2</sup> Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Москва. 1989; 194.

<sup>3</sup> Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Горпиниченко С.И. и др. Рекомендации по технологии возделывания сорго зернового, сахарного и суданской травы. Саратов: ООО «Амирит». 2018; 28.

<sup>4</sup> Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2014; 351.

«диаметр стебля» связь оказалась слабее и составила  $0,35-0,40 \pm 0,06$ .

Площадь листовой поверхности у образцов коллекции варьировала от 96 до 450  $\text{см}^2$ . Наибольшие значения площади листовой поверхности (354–450  $\text{см}^2$ ) отмечены у образцов Saccaline, Сахарное чернопленчатое, Sweet Oxley Amber, Северное 44/1691, К-1798/1, К-3842/3, Волжское 51/1, К-1383, Зерноградское 1 УК, К-3054/1, К-4575.

Вся коллекция сорго сахарного была распределена по площади листовой поверхности по отношению к стандарту (274  $\text{см}^2$ ,  $s = 59$ ). При анализе графика распределения образцов коллекции сорго сахарного установлено, что значительно превысили стандарт (более чем на 59  $\text{см}^2$ ) по данному показателю 26 образцов, или 13% коллекции (рис. 1).

Среднегрупповая урожайность зеленой массы на силос в данной группе образцов выше, чем у стандарта, на 7–11 т/га. Кроме того, из графика распределения видно, что при повышении площади листовой поверхности от 96 до 450  $\text{см}^2$  урожайность зеленой массы на силос увеличивается с 15 до 46 т/га. Следует отметить, что повышение продуктивности происходит неравномерно. При увеличении площади листа с 96 до 214  $\text{см}^2$  среднегрупповое значение урожайности возрастает на 20%, а затем наблюдается более медленное повышение урожайности (на 7–11%).

Корреляционный анализ подтверждает данную связь —  $r = 0,50 \pm 0,06$ . Прослеживается рост урожайности зеленой массы на 0,08 т/га при увеличении площади листа на 1  $\text{см}^2$  (рис. 2). Эти данные согласуются с данными О.П. Кибальник и др., U.L. Arunah и др., согласно которым площадь листа вносит наибольший вклад в урожайность, чем другие параметры [14, 15].

Ширина листа у образцов коллекции варьировала в пределах 3,5–9,7 см, причем почти половина коллекции представлена образцами со средней шириной листа (49%), вторая половина — с узкой (49%). Широколистных форм (более 10 см) не выявлено (рис. 3).

В среднем по коллекции при увеличении ширины листа с 3 до 10 см урожайность зеленой массы возрастает с 18 до 48 т/га, причем значительное превышение по урожайности над стандартом отмечено у форм со средней шириной листа — на 6–13 т/га. Согласно корреляционно-регрессионному анализу увеличение ширины листа на 1 см сопровождается ростом урожайности на 4,8 т/га при  $r = 0,52$  (рис. 4). О значительном влиянии ширины листа на продуктивность растений указывалось в работах М. Kaplan и др., А. Kanbar и др. [16, 11].

В ходе изучения коллекции выделены образцы с наибольшими значениями ширины и площади листовой поверхности (табл.1). Все они относятся к среднеспелой группе созревания (100–120 дней), высокорослые и очень высокорослые (195–260 см), хорошо облиственные (более 9 листьев). Урожайность зеленой массы на силос у них значительно превышает стандарт Зерноградский янтарь (48–55 т/га).

Ранее было выявлено, что широкие листья доминируют над узкими, что делает эти образцы еще более ценными, так как гибриды, полученные с их

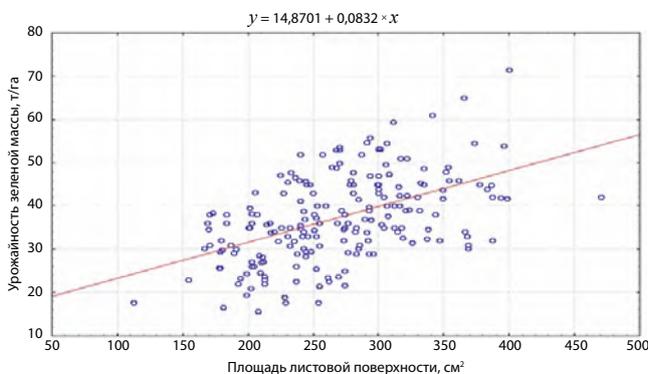
**Рис. 1.** Урожайность зеленой массы образцов коллекции сорго сахарного в зависимости от площади листовой поверхности, 2021–2023 гг.

**Fig. 1.** Productivity of green mass of sweet sorghum samples depending on leaf surface area, 2021–2023



**Рис. 2.** Зависимость урожайности зеленой массы сорго сахарного и площади листовой поверхности, 2021–2023 гг.

**Fig. 2.** Correlation between productivity of sweet sorghum green mass and leaf surface area, 2021–2023



**Рис. 3.** Урожайность зеленой массы образцов коллекции сорго сахарного в зависимости от ширины листа, 2021–2023 гг.

**Fig. 3.** Productivity of green mass of sweet sorghum samples depending on leaf width, 2021–2023



**Рис. 4.** Зависимость урожайности зеленой массы сорго сахарного и ширины листа, 2021–2023 гг.

**Fig. 4.** Correlation between productivity of sweet sorghum green mass and leaf width, 2021–2023

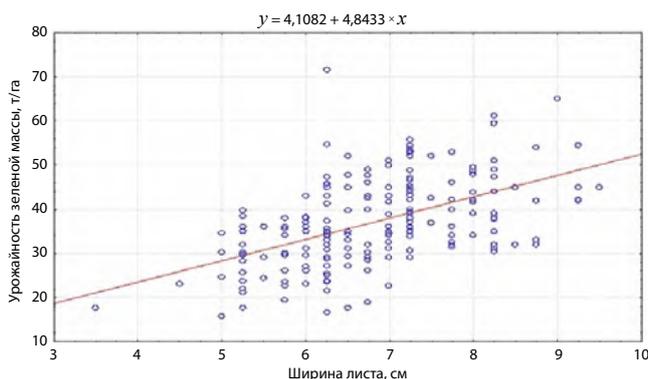


Таблица 1. Источники высокой площади листовой поверхности, 2021–2023 гг.

Table 1. Sources of high leaf surface area, 2021–2023

Образец	Ширина листа, см	Площадь листа, см <sup>2</sup>	Вегетационный период, дни	Высота растений, см	Количество листьев, шт.	Урожайность зеленой массы, т/га
Зерноградский январь, стандарт	7,3	274	114	192	11	35
Зерноградское 1 УК	8,8	396	117	195	10	54
Волжское 51/1	8,8	387	116	205	10	45
Sweet Oxley Amber	9,0	366	114	195	10	55
K-1798/1	9,3	373	119	225	14	55
K-3054/1	9,3	398	114	195	11	52
K-4575	9,3	450	114	260	10	48
Зерноградское 1/1332	9,5	378	110	245	13	51
Среднее по коллекции	6,8	287	110	210	10	37
s	1,1	59	7	26	1	7

участием, будут отличаться по урожайности [6], поэтому выделенные образцы рекомендуются к использованию в гибридизации с раннеспелыми формами как источники высокой площади листовой поверхности и широколиственности.

### Выводы/Conclusions

В ходе исследований установлено, что при повышении площади листовой поверхности и ширины листовой поверхности 3-го листа у сорго сахарного наблюдается рост урожайности зеленой массы на силос ( $r = 0,50 \pm 0,06$  и  $r = 0,52 \pm 0,06$ ).

Выделены образцы с наибольшими значениями ширины и площади листовой поверхности: Зерноградское 1 УК, Волжское 51/1, Sweet Oxley Amber, K-1798/1, K-3054/1, K-4575, Зерноградское 1/1332. Они рекомендуются к использованию в гибридизации с раннеспелыми формами как источники высокой площади листовой поверхности и широколиственности.

Низкая изменчивость, относительная простота измерения и высокая наследственность признака «ширина листа» делают его удобным в селекционных программах для использования в качестве маркерного признака высокой урожайности зеленой массы.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the 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 государственного задания ФГБНУ «АНЦ «Донской»» (тема № 0505-2022-0003).

### FUNDING

The work was carried out within the framework of the state task of the Federal State Budgetary Institution «ANTS "Donskoy"» (topic No. 0505-2022-0003).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Souza Ê.G.F. *et al.* Leaf diagnosis and productivity of forage sorghum fertigated with nitrogen doses in two harvests. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2021; 20: e1201. <https://doi.org/10.18512/rbms2021v20e1201>
- Cano F.J., Sharwood R.E., Cousins A.B., Ghannoum O. The role of leaf width and conductances to CO<sub>2</sub> in determining water use efficiency in C<sub>4</sub>. *New Phytologist*. 2019; 223(3): 1280–1295. <https://doi.org/10.1111/nph.15920>
- Florin L., Brodribb T.J., Anfodillo T. Transport efficiency through uniformity: organization of veins and stomata in angiosperm leaves. *New Phytologist*. 2016; 209(1): 216–227. <https://doi.org/10.1111/nph.13577>
- Zhi X. *et al.* Genetic basis of sorghum leaf width and its potential as a surrogate for transpiration efficiency. *Theoretical and Applied Genetics*. 2022; 135(9): 3057–3071. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04167-z>
- Kovtunova N., Kovtunov V., Popov A., Volodin A., Shishova E., Romanyukin A. Inheritance of the main quantitative traits in sweet sorghum hybrids F<sub>1</sub>. *E3S Web of Conferences*. 2020; 175: 01012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017501012>
- Kovtunova N.A., Romanyukin A.E., Kovtunov V.V., Kravchenko N.S. Параметры адаптивности и изменчивости урожайности и качества зеленой массы суданской травы. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2022; 6: 58–62. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/6/58-62>
- Костылев П.И., Аксенов А.В., Краснова Е.В. Оценка продуктивности образцов риса в условиях жесткой полевой засухи. *Зерновое хозяйство России*. 2023; 4: 35–42. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-87-4-35-42>
- Кривошеев Г.Я., Игнатиев А.С., Лупиного Д.Р., Арженковская Ю.Б., Шевченко Н.А. Взаимосвязь количественных признаков и урожайности зерна у гибридов восковидной кукурузы. *Зерновое хозяйство России*. 2023; 3: 29–35. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-86-3-29-35>
- Антимонов А.К., Антимонова О.Н. Вклад и значимость индексов селектируемых признаков в формировании прибавки урожайности проса посевного. *Аграрная наука*. 2023; 4: 105–109. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109>

### REFERENCES

- Souza Ê.G.F. *et al.* Leaf diagnosis and productivity of forage sorghum fertigated with nitrogen doses in two harvests. *Brazilian Journal of Maize and Sorghum*. 2021; 20: e1201. <https://doi.org/10.18512/rbms2021v20e1201>
- Cano F.J., Sharwood R.E., Cousins A.B., Ghannoum O. The role of leaf width and conductances to CO<sub>2</sub> in determining water use efficiency in C<sub>4</sub>. *New Phytologist*. 2019; 223(3): 1280–1295. <https://doi.org/10.1111/nph.15920>
- Florin L., Brodribb T.J., Anfodillo T. Transport efficiency through uniformity: organization of veins and stomata in angiosperm leaves. *New Phytologist*. 2016; 209(1): 216–227. <https://doi.org/10.1111/nph.13577>
- Zhi X. *et al.* Genetic basis of sorghum leaf width and its potential as a surrogate for transpiration efficiency. *Theoretical and Applied Genetics*. 2022; 135(9): 3057–3071. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04167-z>
- Kovtunova N., Kovtunov V., Popov A., Volodin A., Shishova E., Romanyukin A. Inheritance of the main quantitative traits in sweet sorghum hybrids F<sub>1</sub>. *E3S Web of Conferences*. 2020; 175: 01012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017501012>
- 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 of the Russian agricultural science*. 2022; 6: 58–62 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/6/58-62>
- Kostylev P.I., Aksenov A.V., Krasnova E.V. Estimation of the productivity of rice samples under severe field drought. *Grain Economy of Russia*. 2023; 4: 35–42 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-87-4-35-42>
- Krivosheev G.Ya., Ignatiev A.S., Lupinoga D.R., Arzhenovskaya Yu.B., Shevchenko N.A. Correlation between quantitative traits and grain productivity of the waxy maize hybrids. *Grain Economy of Russia*. 2023; 3: 29–35 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-86-3-29-35>
- Antimonov A.K., Antimonova O.N. Contribution and significance of the indices of the selection features in the formation of an increase in the yield of seed millet. *Agrarian science*. 2023; 4: 105–109 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109>

10. Pérez Hernández A., Quero-Carrillo A.R., Escalante Estrada J.A.S., Rodríguez González M.T., Garduño Velázquez S., Miranda-Jiménez L. Fenología, biomasa y análisis de crecimiento de cultivares de sorgo forrajero en valles altos. *Agronomía Costarricense*. 2018; 42(2): 107–117.

11. Kanbar A. *et al.* Morphological and molecular characterization of sweet, grain and forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) genotypes grown under temperate climatic conditions. *Plant Biosystems*. 2020; 154(1): 49–58. <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1569568>

12. Vendruscolo T.P.S. *et al.* Correlation and path analysis of biomass sorghum production. *Genetics and Molecular Research*. 2016; 15(4): gmr15049086. <https://doi.org/10.4238/gmr15049086>

13. Васильченко С.А., Метлина Г.В. Влияние сроков посева на продуктивность сортов сои селекции АНЦ «Донской» в южной зоне Ростовской области. *Зерновое хозяйство России*. 2018; 6: 9–13. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13>

14. Кибальник О.П., Богалов И.М., Семин Д.С., Ефремова И.Г., Сагалбеков У.М. Экологическое испытание сортов сахарного сорго в агроклиматических условиях России и Казахстана. *Аграрный вестник Урала*. 2023; 4: 15–27. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-233-04-15-27>

15. Arunah U.L., Chiezey U.F., Aliyu L., Ahmed A. Correlation and Path Analysis between Sorghum Yield to Growth and Yield Characters. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 2015; 5(19): 32–34.

16. Kaplan M., Kara R. Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Yield Parameters as Affected by Physiological Characteristics. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2014; 30(2): 115–122.

10. Pérez Hernández A., Quero-Carrillo A.R., Escalante Estrada J.A.S., Rodríguez González M.T., Garduño Velázquez S., Miranda-Jiménez L. Phenology, biomass and growth analysis in forage sorghum cultivars for highplateaus. *Agronomía Costarricense*. 2018; 42(2): 107–117 (in Spanish).

11. Kanbar A. *et al.* Morphological and molecular characterization of sweet, grain and forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) genotypes grown under temperate climatic conditions. *Plant Biosystems*. 2020; 154(1): 49–58. <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1569568>

12. Vendruscolo T.P.S. *et al.* Correlation and path analysis of biomass sorghum production. *Genetics and Molecular Research*. 2016; 15(4): gmr15049086. <https://doi.org/10.4238/gmr15049086>

13. Vasilchenko S.A., Metlina G.V. The effect of sowing date on productivity of soybean varieties developed by the ARC “Donskoy” in the south of the Rostov region. *Grain Economy of Russia*. 2018; 6: 9–13 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13>

14. Kibalnik O.P., Bogalov I.M., Semin D.S., Efremova I.G., Sagalbekov U.M. Ecological testing of varieties of sugar sorghum in the agro-climatic conditions of Russia and Kazakhstan. *Agrarian Bulletin of the Ural*. 2023; 4: 15–27 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-233-04-15-27>

15. Arunah U.L., Chiezey U.F., Aliyu L., Ahmed A. Correlation and Path Analysis between Sorghum Yield to Growth and Yield Characters. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 2015; 5(19): 32–34.

16. Kaplan M., Kara R. Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Yield Parameters as Affected by Physiological Characteristics. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2014; 30(2): 115–122.

#### ОБ АВТОРАХ

##### Наталья Александровна Ковтунова

ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук  
n-beseda@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0409-5855>

##### Владимир Викторович Ковтунов

ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук  
kowntunow85@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7510-7705>

##### Александр Егорович Романюкин

старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук  
sorgo.vniizk@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4349-8489>

Аграрный научный центр «Донской»,  
Научный городок, 3, Зерноград, 347740, Россия

#### ABOUT THE AUTHORS

##### Natalia Alexandrovna Kovtunova

Leading Researcher, Candidate of Agricultural Science  
n-beseda@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0409-5855>

##### Vladimir Viktorovich Kovtunov

Leading Researcher, Candidate of Agricultural Science  
kowntunow85@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-7510-7705>

##### Aleksander Egorovich Romanyukin

Senior Researcher, Candidate of Agricultural Science  
sorgo.vniizk@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4349-8489>

Agricultural Research Center “Donskoy”,  
3 Nauchny Gorodok, Zernograd, 347740, Russia



**РОССИЙСКИЙ  
ФОРУМ ПОЛЕВОДОВ**  
АГРОТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

## РОССИЙСКИЙ ФОРУМ ПОЛЕВОДОВ 2024

### АГРОТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

5-6 СЕНТЯБРЯ 2024 г. / ПЯТИГОРСК

**АГРО**БИЗНЕС

Организатор форума

Российский форум полеводцев — отраслевое мероприятие, посвященное актуальным вопросам выращивания, уборки и реализации пшеницы, подсолнечника, кукурузы, ржи, ячменя, овса, риса, просо, сорго и других культур.

#### ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Семена: обработка, подготовка к посеву
- Инновации в защите и питании подсолнечника, кукурузы, пшеницы
- Цифровизация сельского хозяйства
- Обработка почвы: вспашка, культивация, внесение удобрений
- Потенциал и качество семенного материала
- Прибыльная защита полевых культур
- Уборка урожая: механизация, агромониторинг с применением цифровых технологий

#### АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Руководство агрохолдингов и сельхозпредприятий, выращивающих пшеницу, подсолнечник, кукурузу, рожь, ячмень, овес, рис, просо, сорго и другие культуры, главы крестьянских фермерских хозяйств, семенные компании, производители агрохимии и средств защиты растений, компании, поставляющие оборудование и спецтехнику, представители органов власти, национальных союзов, ассоциаций.

По вопросам выступления и спонсорства:  
+7 (988) 248-47-17

По вопросам делегатского участия:  
+7 (909) 450-36-10  
+7 (960) 476-53-39

e-mail: [events@agbz.ru](mailto:events@agbz.ru)

Регистрация на сайте:  
[fieldagriforum.ru](http://fieldagriforum.ru)

