

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРГО САХАРНОГО

**А. Е. Романюкин**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, [sorgo.vniizk@mail.ru](mailto:sorgo.vniizk@mail.ru), ORCID ID: 0000-0003-4349-8489;

**Н. А. Ковтунова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, [n-beseda@mail.ru](mailto:n-beseda@mail.ru), ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

**В. А. Шуршалин**, агроном лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID ID: 0000-0003-1541-7231;

**Г. М. Ермолина**, кандидат сельскохозяйственных наук, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID ID: 0000-0003-0168-5966

*ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»*,

*347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: [vniizk30@mail.ru](mailto:vniizk30@mail.ru)*

Культура сорго – одна из самых пластичных и неприхотливых кормовых культур, возделываемых в аридных зонах. Она отличается высоким качеством листостебельной массы, которую можно использовать в кормопроизводстве в различном виде (как в одновидовых силосах, так и в смеси с другими культурами). Целью исследований является оценка изменчивости основных элементов продуктивности зеленой массы сорго сахарного в зависимости от метеорологических показателей. Исходным материалом стали 180 коллекционных образцов сорго сахарного, представленных образцами в основном из России, США и Украины. Методы селекции классические (гибридизация, отбор и инцухт). Метеорологические условия в годы проведения исследований (2017–2021 гг.) были контрастны. Гидротермический коэффициент за период вегетации сорго указывает, что самым засушливым оказался 2018 г. (ГТК = 0,38). Коэффициент варьирования образцов коллекции сорго сахарного по урожайности зеленой массы на силос указывает на сильную изменчивость данного показателя ( $V = 27\text{--}35\%$ ). Урожайность зеленой массы находится в тесной прямой корреляционной связи с длиной ( $0,73 \pm 0,05$ ) и средней – с шириной листовой поверхности ( $0,61 \pm 0,06$ ). Коэффициент варьирования показал, что образцы коллекции сорго по признакам «длина листа» ( $V = 15,3\%$ ) и «ширина листа» ( $V = 11,8\%$ ) имеют среднюю изменчивость, а по признаку «количество листьев на растении» ( $V = 7,4\%$ ) отличаются стабильностью. Корреляционно-регрессионный анализ показал, что длина листа находится в средней обратной зависимости от температуры воздуха ( $r = -0,42 \pm 0,06$ ) и сильной прямой – от количества осадков ( $r = 0,78 \pm 0,05$ ). Ширина листа практически не зависит от метеорологических условий. Количество листьев имеет среднюю отрицательную связь с температурой воздуха ( $r = -0,55 \pm 0,06$ ), с количеством осадков связь слабая. Длина и ширина листа являются маркерными показателями высокой урожайности, поэтому их можно использовать при отборе растений на продуктивность.

**Ключевые слова:** сорго сахарное, урожайность, корреляция, метеорологические условия, длина и ширина листа, облиственность.

**Для цитирования:** Романюкин А. Е., Ковтунова Н. А., Шуршалин В. А., Ермолина Г. М. Изменчивость основных элементов продуктивности сахарного сорго // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 3. С. 69–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-69-76.



## VARIABILITY OF THE MAIN ELEMENTS OF SWEET SORGHUM PRODUCTIVITY

**A. E. Romanyukin**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, [sorgo.vniizk@mail.ru](mailto:sorgo.vniizk@mail.ru),

ORCID ID: 0000-0003-4349-8489;

**N. A. Kovtunova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, [n-beseda@mail.ru](mailto:n-beseda@mail.ru),

ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

**V. A. Shurshalin**, agronomist of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-1541-7231;

**G. M. Ermolina**, Candidate of Agricultural Sciences, technician-researcher of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-0168-5966

*Agricultural Research Center "Donskoy",*

*347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: [vniizk30@mail.ru](mailto:vniizk30@mail.ru)*

Sorghum is one of the most adaptable and undemanding forage crops cultivated in arid zones. The crop is characterized with high quality foliage, which can be used in fodder production in various forms (both in single-crop silage and in multi-crop mixtures). The purpose of the current study was to estimate the variability of the main productivity elements of sweet sorghum green mass depending on weather indicators. The initial material was presented by 180 collection samples of sweet sorghum from Russia, the USA and Ukraine. There have been used conventional breeding methods, such as hybridization, selection and inbreeding. The weather conditions during the study years of 2017–2021 were contrasting. The hydrothermal coefficient for the vegetation period of sorghum indicates that the year of 2018 was the driest one (HTHC = 0.38). The variability coefficient of collection samples of sweet sorghum according to green mass productivity has shown a strong variability of this indicator ( $V = 27\text{--}35\%$ ). The green mass productivity

had a close direct correlation with the length of a leaf ( $0.73 \pm 0.05$ ) and an average correlation with its width ( $0.61 \pm 0.06$ ). The variability coefficient has shown that the samples of sorghum collection had an average variability according to the traits 'leaf length' ( $V = 15.3\%$ ) and 'leaf width' ( $V = 11.8\%$ ), and were stable according to the trait 'number of leaves per plant' ( $V = 7.4\%$ ). Correlation and regression analysis has shown that 'leaf length' had an average inverse correlation with air temperature ( $r = -0.42 \pm 0.06$ ) and a strong direct correlation with precipitation ( $r = 0.78 \pm 0.05$ ). The trait 'leaf width' is practically independent of weather conditions. The number of leaves had an average negative correlation with air temperature ( $r = -0.55 \pm 0.06$ ), and a weak correlation with amount of precipitation. A leaf length and width are marker indicators of high productivity, so they can be used in plant selection for productivity.

**Keywords:** sweet sorghum, productivity, correlation, weather conditions, leaf length, leaf width, foliage.

**Введение.** В последние годы наблюдаются сильные колебания урожайности кормовых культур по годам. И связано это прежде всего со значительным отклонением температурного и водного режимов от среднемноголетних данных. Урожайность любой культуры – это потенциальные возможности сорта при взаимодействии с факторами внешней среды, и особенно метеорологическими (Васильченко и др., 2016; Биктимиров и Низаева, 2021; Cunningham and Ragland, 2019; Ковтунов и Барановский, 2020). Потери из-за неблагоприятных условий в отдельные годы могут составлять до 50–65% и более. Один и тот же сорт в различных условиях возделывания имеет разную высоту растений, кустистость, облиственность (Биктимиров и др., 2019; Abreha et al., 2022). Культура сорго отличается от других кормовых культур своей пластичностью и неприхотливостью к условиям возделывания, считается наиболее перспективной среди зерновых культур, возделываемых в аридной зоне (Алабушев и др., 2013; Муслимов и др., 2018; Zhu et al., 2017; Ковтунов, 2018). Эти особенности позволяют получать высокие урожаи зеленой массы сорговых культур в неблагоприятные для других культур годы. Сорго сахарное – это уникальное растение не только по биологическим особенностям, но и по хозяйственно ценным признакам. Оно отличается высоким качеством листостебельной массы, которую мож-

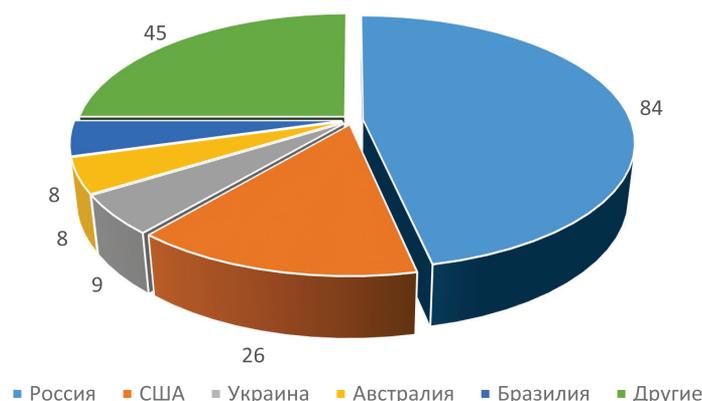
но использовать в кормопроизводстве в различном виде (как в одновидовых силосах, так и в смеси с другими культурами). Растения данной культуры высокорослые (до 3 м), кустистые (2–3 стебля), хорошо облиственные (до 45%), сочностебельные, с высоким содержанием сахаров в соке стеблей (Kovtunova et al., 2020).

Целью исследований является оценка изменчивости основных элементов продуктивности зеленой массы сорго сахарного в зависимости от метеорологических показателей.

Для выполнения данной цели были поставлены задачи:

- провести корреляционный анализ основных количественных признаков и выявить маркерные показатели высокой урожайности зеленой массы сорго сахарного;
- изучить влияние метеорологических условий на величину основных элементов продуктивности (длина, ширина и количество листьев) и оценить их изменчивость.

**Материалы и методы исследований.** Исходным материалом являлись 180 коллекционных образцов ВНИИР им. Н.И. Вавилова и других научно-исследовательских институтов, а также селекционный материал, созданный в лаборатории сорго кормового ФГБНУ «АНЦ «Донской». Коллекция представлена образцами из России, США, Украины, Бразилии, Австралии и других стран (рис. 1).



**Рис. 1.** Распределение коллекционных образцов сорго сахарного по происхождению  
**Fig. 1.** Distribution of the collection samples of sweet sorghum according to their origin

Работа по созданию и изучению новых сортов сорго сахарного проводилась в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноградский район Ростовской области). Почвенный покров опытного участка представлен обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое 3,6% (Алабушев и др., 2008). Методы селекции классические (гибридизация, отбор и ин-

цухт). Исследования проводили в 2017–2021 гг. согласно Методическим указаниям по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур ВНИИРа (1968); Методики полевого опыта (2014). Посев осуществляли селекционной сеялкой Клен-4,2 в оптимальные сроки (I–II декада мая) – 340 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. В качестве стандарта использовали

сорт Зерноградский янтарь. Подготовка почвы и уходные мероприятия проводили в соответствии с Рекомендациями по возделыванию сорго сахарного (2013). Уборку зеленой массы сорго сахарного проводили в фазу молочно-восковой спелости зерна методом сплошного учета.

Метеорологические условия в годы исследований (2017–2021 гг.) были контрастны. Гидротермический коэффициент (за период вегетации сорго) указывает, что самым засушливым оказался 2018 г. – 0,38 (очень засушливо), количество осадков – 93,4 мм, в 2019 г. ГК составил 0,60 (средне засушливо), 143,2 мм осадков, а 2017, 2020 и 2021 гг. – 0,77; 0,82 и 0,93 – недостаточно влажно, 185,1; 199,1 и 201,6 мм осадков соответственно. Температура воздуха в среднем за вегетацию варьировала от 21,2 (2021 г.) до 23,9 °С (2018 г.), во все годы наблюдались дни с температурой воздуха выше 40 °С.

**Результаты и их обсуждение.** Урожайность зеленой массы сорго сахарного – главный показатель приспособленности сорта к определенным почвенно-климатическим условиям. Зеленая масса включает в себя стебли, листья и метелку. Причем листья у сорго сахарного составляют от 30 до 50% от общей массы при уборке в начале молочно-восковой спелости. При запоздании с уборкой наблюдается снижение биомассы за счет усыхания листьев.

Минимальные значения урожайности зеленой массы на силос составляли 11–15 т/га, максимальные – 55–78 т/га. Средние значения колебались в пределах 30–40 т/га. Коэффициент варьирования по годам указывает на сильную изменчивость урожайности (27–35%) и значительную зависимости от внешних условий (табл. 1).

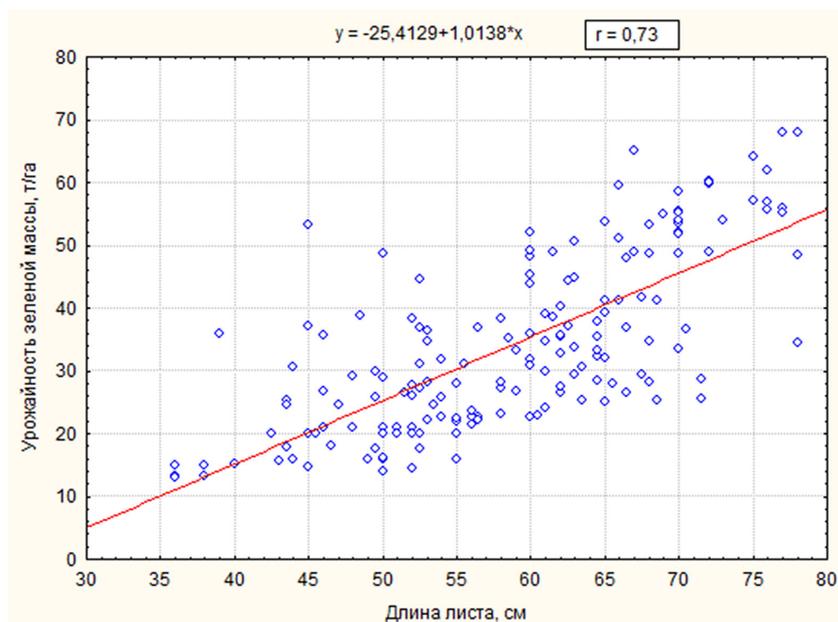
**Таблица 1. Варьирование урожайности образцов коллекции сорго сахарного (2017–2021 гг.)**  
**Table 1. Variability of productivity of the collection samples of sweet sorghum (2017–2021)**

Год	Min, т/га	Max, т/га	Среднее, т/га	S*, т/га	V*, %	Стандарт Зерноградский янтарь, т/га
2017	12	72	35	11,2	35	35
2018	11	60	34	9,4	27	32
2019	12	55	30	9,8	28	30
2020	13	75	36	12,6	34	30
2021	15	78	40	11,9	35	37
Среднее	13	68	35	11,0	33,8	33

\*S – стандартное отклонение, V – коэффициент варьирования.

Урожайность зеленой массы находится в сильной прямой корреляционной зависимости от длины ( $r = 0,73 \pm 0,05$ ) и средней – от ширины листовой поверхности ( $r = 0,61 \pm 0,06$ ). С количеством листьев по данным 2017–2021 гг. связь слабая ( $r = 0,29 \pm 0,07$ ), однако этот признак также представляет интерес, так как является составной частью биомассы.

При увеличении длины листа на 1 см урожайность возрастает на 1,01 т/га, при увеличении ширины даже на 1 мм – на 0,67 т/га (рис. 2, 3). Этим объясняется значительное превосходство по урожайности зеленой массы более облиственных средне- и позднеспелых форм сорго сахарного над раннеспелыми образцами.



**Рис. 2. Зависимость урожайности зеленой массы сорго сахарного от длины листовой поверхности (2017–2021 гг.)**  
**Fig. 2. Correlation between sweet sorghum green mass productivity and a leaf length (2017–2021)**

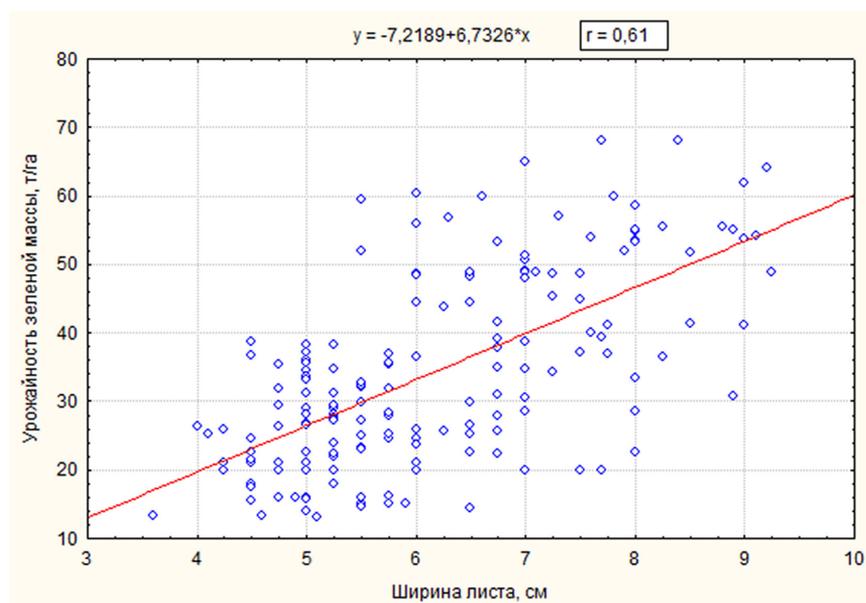


Рис. 3. Зависимость урожайности зеленой массы сорго сахарного от ширины листовой поверхности (2017–2021 гг.)

Fig. 3. Correlation between sweet sorghum green mass productivity and a leaf width (2017–2021)

В среднем по коллекции минимальная длина листа варьировала от 26 до 45 см, максимальная – 75–94 см, в среднем значения состав-

ляли 56–60 см. Коэффициент варьирования по годам показал, что изменчивость данного признака средняя – 13,1–19,6% (табл. 2).

Таблица 2. Варьирование длины листа образцов коллекции сорго сахарного (2017–2021 гг.)  
Table 2. 'Leaf length' variability of the collection samples of sweet sorghum (2017–2021)

Год	Min, см	Max, см	Среднее, см	S*, см	V*, %	Стандарт Зерноградский январь, см
2017	32	78	58	9	15,3	73
2018	26	78	57	8	19,6	48
2019	36	75	56	7	14,6	56
2020	45	75	60	7	13,7	63
2021	40	94	60	6	13,1	68
Среднее	36	78	59	8	15,3	62

\*S – стандартное отклонение, V – коэффициент варьирования.

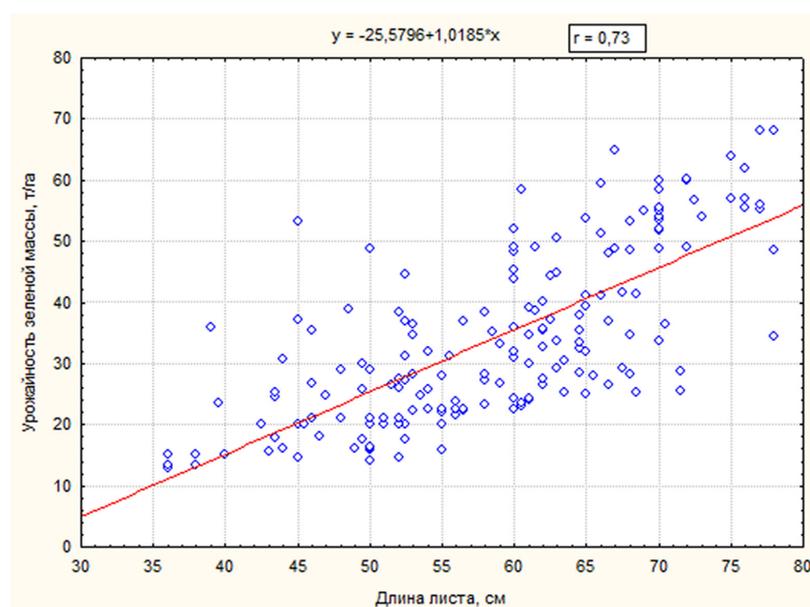


Рис. 4. Зависимость длины листа образцов сорго сахарного от средней температуры воздуха (2017–2021 гг.)

Fig. 4. Correlation between a leaf length of the sweet sorghum samples and mean air temperature (2017–2021)

Было установлено, что длина листа находится в средней обратной зависимости от средней температуры воздуха ( $r = -0,42 \pm 0,06$ ) и сильной прямой – с количеством осадков ( $r = 0,78 \pm 0,05$ ). При увеличении средней за вегетацию темпе-

ратуры воздуха на  $1^\circ\text{C}$  длина листа снижается на  $0,83$  см (рис. 4). И наоборот, при увеличении осадков за вегетацию на  $1$  мм длина также возрастает на  $0,03$  см (рис. 5).

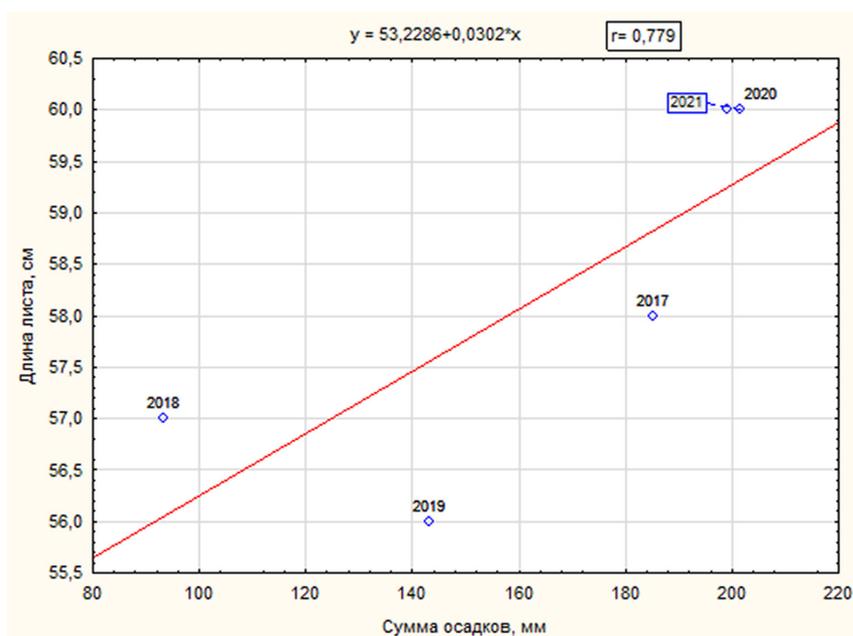


Рис. 5. Зависимость длины листа образцов сорго сахарного от количества осадков (2017–2021 гг.)

Fig. 5. Correlation between a leaf length of the sweet sorghum samples and amount of precipitation (2017–2021)

По ширине листа минимальные значения составили  $2,9$ – $4,5$  см, максимальные –  $9,3$ – $10,0$  см, в среднем по коллекции значения

данного показателя в 2017–2021 гг. варьировали в пределах  $5,9$ – $6,5$  см (табл. 3).

Таблица 3. Варьирование ширины листа образцов коллекции сорго сахарного (2017–2021 гг.)

Table. 3. 'Leaf width' variability of the collection samples of sweet sorghum (2017–2021)

Год	Min, см	Max, см	Среднее, см	S*, см	V*, %	Стандарт Зерноградский янтарь, см
2017	3,5	9,3	5,9	1,2	13,3	6,8
2018	2,9	10,0	6,5	1,1	12,4	7,0
2019	3,8	9,0	6,0	0,9	9,9	4,5
2020	4,5	9,3	6,3	0,8	9,4	6,2
2021	3,5	9,3	6,4	1,1	12,1	6,3
Среднее	3,5	9,4	6,2	1,0	11,8	6,2

\*S – стандартное отклонение, V – коэффициент варьирования.

Коэффициент варьирования имел значения  $9,4$ – $13,3\%$ , что говорит о средней изменчивости признака. Установлено, что ширина листа практически не зависит от средней температуры воздуха и количества осадков – корреляционная связь слабая.

Коэффициент варьирования по количеству листьев ( $V = 7,4\%$ ) указывает на стабильность признака по годам. Минимальные значения наблюдались в пределах  $6$ – $8$  шт., максимальные –  $14$ – $19$  шт., в среднем по коллекции значения данного показателя в 2017–2021 гг. были в пределах  $9$ – $11$  шт. на растении, т.е. большая часть коллекции хорошо облиственная (табл. 4).

Корреляционно-регрессионный анализ показал, что количество листьев снижается на  $0,5$  шт. при увеличении температуры воздуха во время вегетации на  $1^\circ\text{C}$ , коэффициент корреляции составил  $r = -0,55 \pm 0,06$  (рис. 6). С количеством осадков связь слабая.

Длина и ширина листа являются маркерными показателями высокой урожайности, поэтому их можно использовать при отборе растений на продуктивность. При этом следует учитывать, что длина листьев сильно зависит от метеорологических условий: в более увлажненные годы она принимает максимальные значения, и наоборот, в сильно засушливые – минимальные значения.

Таблица 4. Варьирование количества листьев у образцов коллекции сорго сахарного (2017–2021 гг.)

Table 4. 'Number of leaves' variability of the collection samples of sweet sorghum (2017–2021)

Год	Min, шт.	Max, шт.	Среднее, шт.	S*, шт.	V*, %	Стандарт Зерноградский январь, шт.
2017	6	14	9	1,0	5,7	11
2018	6	16	10	1,7	7,9	10
2019	7	18	11	2,0	9,3	11
2020	6	16	9	1,7	8,8	11
2021	8	19	11	1,7	5,2	11
Среднее	7	17	10	1,6	7,4	11

\*S – стандартное отклонение, V – коэффициент варьирования.

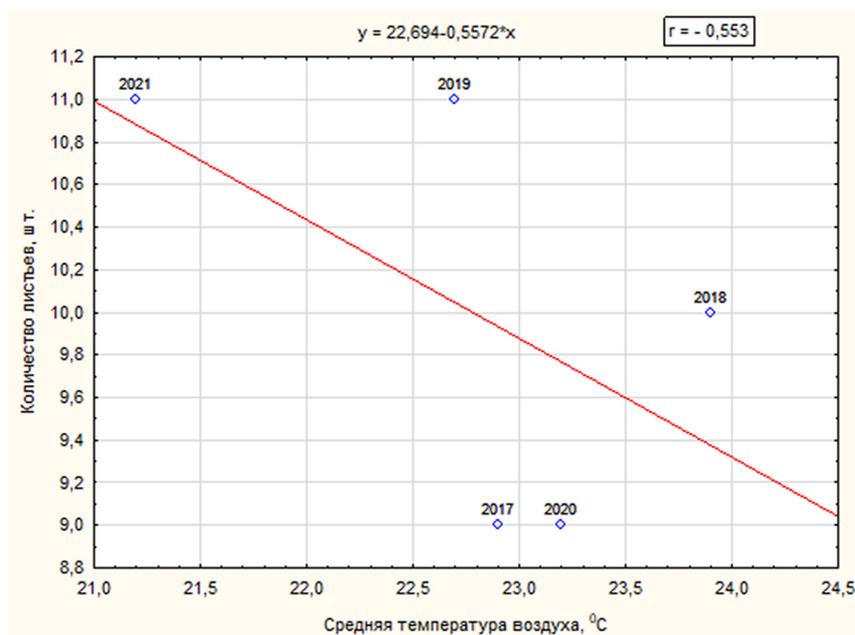


Рис. 6. Зависимость количества листьев у образцов сорго сахарного от средней температуры воздуха (2017–2021 гг.)

Fig. 6. Correlation between 'number of leaves' of the sweet sorghum samples and mean air temperature (2017–2021)

### Выводы

1. Коэффициент варьирования образцов коллекции сорго сахарного по урожайности зеленой массы на силос указывает на сильную изменчивость данного показателя ( $V = 27\text{--}35\%$ ). Урожайность зеленой массы находится в тесной прямой корреляционной связи с длиной ( $0,73 \pm 0,05$ ) и средней – с шириной листовой поверхности ( $0,61 \pm 0,06$ ).

2. Коэффициент варьирования показал, что образцы коллекции сорго по признакам «длина листа» ( $V = 15,3\%$ ) и «ширина листа» ( $V = 11,8\%$ ) имеют среднюю изменчивость, а по признаку «количество листьев на растении» ( $V = 7,4\%$ ) отличаются стабильностью.

3. Корреляционно-регрессионный анализ показал, что длина листа находится в средней обратной зависимости от температуры воздуха ( $r = -0,42 \pm 0,06$ ) и сильной прямой – от количества осадков ( $r = 0,78 \pm 0,05$ ). Ширина листа практически не зависит от метеорологических условий. Количество листьев имеет среднюю отрицательную связь с температурой воздуха ( $r = -0,55 \pm 0,06$ ), с количеством осадков связь слабая.

4. Длина и ширина листа являются маркерными показателями высокой урожайности, поэтому их можно использовать при отборе растений на продуктивность.

### Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Горпиниченко С. И., Ковтунов В. В. Состояние и проблемы селекции сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2013. № 5(29). С. 5–9.
2. Алабушев А. В., Коломийцев Н. Н., Лысенко И. Н., Пахайло А. И., Филиппов Е. Г., Щербakov В. И., Янковский Н. Г. Южно-Российские технологии ячменя. Ростов н/Д: ООО «Терра Принт», 2008. 272 с. EDN: VDJSZX.
3. Биктимиров Р. А., Низаева А. А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов зернового сорго в условиях Республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 39–43. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-39-43.

4. Биктимиров Р.А., Шакирзянов А.Х., Низаева А.А. Экологическая стабильность кормового сорго в Республике Башкортостан // Достижения науки и техники. 2019. Т. 33, № 8. С. 46–49. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10810.
5. Васильченко С.А., Метлина Г.В., Ковтунов В.В. Влияние метеоусловий на продуктивность сорго зернового в южной зоне Ростовской области // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 120. С. 744–754.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
7. Ковтунов В.В. Посевная площадь и урожайность сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 47–49. DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-47-49.
8. 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(71). С. 39–44. DOI 10.31367/2079-8725-2020-71-5-39-44.
9. Методические указания по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур. Л.: ВИР, 1968. 51 с.
10. Муслимов М.Г., Куркиев К.У., Таймазова Н.С., Ковтунова Н.А., Горпиниченко С.И. Оценка продуктивности некоторых интродуцированных и местных сортов зерновых культур в условиях Республики Дагестан // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6. С. 25–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-25-29.
11. Abreha K.B., Enyew M., Carlsson A.S., Vetukuri R.R., Feyissa T., Motlhaodi T., Ng'uni D., Geleta M. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress // *Planta*. 2022. № 255, 20. DOI:10.1007/s00425-021-03799-7.
12. Cunningham M.D., Ragland W.W. Plant Composition and Feeding Value of Sudangrass and Sorghum-Sudangrass in a Controlled Grazing System// *Journal of Dairy Science*, 2019. Vol. 54, I. 10. P. 1461–1464 DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(71)86047-2.
13. Kovtunova N., Kovtunov V., Popov A., Volodin A., Shishova E., Romanyukin A. Inheritance of the main quantitative traits in sweet sorghum hybrids F1. E3SWeb of Conferences. 2020. 175. 01012 DOI: 10.1051/e3sconf/202027501012.
14. Zhu Y., Wang X., Huang L., Lin C., 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 // *Plant Sci*. 2017. № 8: 687. DOI: 10.3389/fpls.2017.00687.

#### References

1. Alabushev A.V., Gorpnichenko S.I., Kovtunov V.V. Sostoyanie i problemy selektsii sorgo zernovogo [State and problems of grain sorghum breeding] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2013. № 5(29). S. 5–9.
2. Alabushev A.V., Kolomiitsev N.N., Lysenko I.N., Pakhailo A.I., Filippov E.G., Shcherbakov V.I., Yankovskii N.G. Yuzhno-Rossiiskie tekhnologii yachmenya [South Russian technologies of barley]. Rostov n/D: OOO «Terra Print», 2008. 272 s. EDN: VDJSZX.
3. Biktimirov R.A., Nizaeva A.A. Otsenka ekologicheskoi stabil'nosti i plastichnosti sortov zernovogo sorgo v usloviyakh Respubliki Bashkortostan [Estimation of ecological stability and adaptability of grain sorghum varieties in the conditions of the Republic of Bashkortostan] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2021. № 1(73). S. 39–43. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-39-43.
4. Biktimirov R.A., Shakirzyanov A. Kh., Nizaeva A.A. Ekologicheskaya stabil'nost' kormovogo sorgo v respublike Bashkortostan [Ecological stability of forage sorghum in the Republic of Bashkortostan] // *Dostizheniya nauki i tekhniki*. 2019. Vol. 33, №8. S. 46-49. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10810.
5. Vasil'chenko S.A., Metlina G.V., Kovtunov V.V. Vliyaniye meteouсловий na produktivnost' sorgo zernovogo v yuzhnoi zone Rostovskoi oblasti [The effect of weather conditions on grain sorghum productivity in the southern part of the Rostov region] // *Nauchnyi zhurnal KubGAU*. 2016. №120. S. 744–754.
6. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. М.: Альянс, 2014. 351 с.
7. Kovtunov V.V. Posevnaya ploshchad' i urozhainost' sorgo zernovogo [Sown area and productivity of grain sorghum] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2018. № 3(57). S. 47–49. DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-47-49.
8. Kovtunov V.V., Baranovskii A.V. Vliyaniye gустоты stoyaniya rastenii na urozhainost' sorta sorgo zernovogo Ataman v usloviyakh Luganskoi oblasti [The effect of plant density on productivity of the grain sorghum variety 'Ataman' in the conditions of the Luhansk region] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2020. № 5(71). S. 39–44. DOI 10.31367/2079-8725-2020-71-5-39-44.
9. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kolleksiонnykh obraztsov kukuruzy, sorgo i krupyanykh kul'tur [Methodical recommendations for the study of collection samples of maize, sorghum and groats]. Л.: ВИР, 1968. 51 с.
10. Муслимов М.Г., Куркиев К.У., Таймазова Н.С., Ковтунова Н.А., Горпиниченко С.И. Оценка продуктивности некоторых интродуцированных и местных сортов зерновых культур в условиях Республики Дагестан [Estimation of productivity of some introduced and local varieties of grain crops in the conditions of the Republic of Dagestan] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2018. № 6. S. 25–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-25-29.
11. Abreha K.B., Enyew M., Carlsson A.S., Vetukuri R.R., Feyissa T., Motlhaodi T., Ng'uni D., Geleta M. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress // *Planta*. 2022. № 255, 20. DOI:10.1007/s00425-021-03799-7.
12. Cunningham M.D., Ragland W.W. Plant Composition and Feeding Value of Sudangrass and Sorghum-Sudangrass in a Controlled Grazing System// *Journal of Dairy Science*, 2019. Vol. 54, I. 10. P. 1461–1464. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(71)86047-2.

13. Kovtunova N., Kovtunov V., Popov A., Volodin A., Shishova E., Romanyukin A. Inheritance of the main quantitative traits in sweet sorghum hybrids F1. E3SWeb of Conferences. 2020. № 175. 01012 DOI: 10.1051/e3sconf/202027501012.

14. Zhu Y., Wang X., Huang L., Lin C., 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 // Plant Sci. 2017. № 8: 687. DOI: 10.3389/fpls.2017.00687.

Поступила: 18.02.22; доработана после рецензирования: 13.04.22; принята к публикации: 13.04.22.

**Критерии авторства.** Авторы подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Романюкин А.Е. – концептуализация исследований, подготовка рукописи, закладка и выполнение полевых опытов; Ковтунова Н.А. – концептуализация и проектирование исследований, анализ данных, подготовка данных, финальная доработка текста; Шуршалин В.А. – выполнение полевых опытов, сбор и анализ данных, подготовка рукописи; Ермолина Г.М. – закладка и выполнение полевых опытов.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**