

## МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ СОРГО ЗЕРНОВОГО ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

**А. А. Калюжный**, техник по научно-техническому обеспечению (I категории) лаборатории координации и научно-технической оценки, kaluznyj216@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-9139-2545;

**П. И. Костылев**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, p-kostylev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

**В. В. Ковтунов**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты оценки сортов и образцов сорго зернового в коллекционном питомнике. Цель исследований – анализ коллекционного материала зернового сорго и выделение лучших сортообразцов для селекционной работы. Изучение образцов проводили в 2020–2023 гг. в лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового ФГБНУ АНЦ «Донской». Объектом исследований служили 40 образцов и сортов сорго зернового. Морфометрический анализ проводили по методикам в изложении Б. А. Доспехова (2014). В качестве стандартного сорта использовали Зерноградское 88. В процессе анализа были выявлены образцы, превышающие стандарт по массе 1000 семян, числу зерен на метелке и урожайности с делянки. По урожайности были выделены следующие образцы: Майло 168/Combeine 7078, № 93-23-13, Хегари, Китайское 3, ДН – 33ф, D.D. Yellow Sooner Milo-2501, № 50-13 которые показали урожайность более 600 г/м<sup>2</sup>. По массе 1000 семян наибольшую селекционную ценность представляет образец № 61-13 с массой 1000 зерен 39,3 г. По количеству зерен на метелке выделен сорт Китайское 3 (2324 шт.). Отмеченные образцы рекомендуется использовать в качестве источников в селекционных программах по сорго зерновому.

**Ключевые слова:** сорго зерновое, сорт, образец, коллекция, генофонд.

**Для цитирования:** Калюжный А. А., Костылев П. И., Ковтунов В. В. Морфо-биологическое изучение коллекции сорго зернового ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 5. С. 64–70. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-94-5-64-70.



## MORPHO-BIOLOGICAL STUDY OF THE GRAIN SORGHUM COLLECTION OF THE FSBSI «ARC «DONSKOY»

**A. A. Kalyuzhny**, technician for scientific and technical support (category 1) of the laboratory for coordination and scientific and technical assessment, kaluznyj216@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-9139-2545;

**P. I. Kostylev**, Doctor of Agricultural Sciences, professor, main researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, p-kostylev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

**V. V. Kovtunov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for grain sorghum breeding and seed production, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705

FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the estimation results of the grain sorghum varieties and samples in a collection nursery. The purpose of the study was to analyze the collection material of grain sorghum and select the best variety samples for breeding work. The study of the samples was carried out in the laboratory for grain sorghum breeding and seed production of the FSBSI "ARC "Donskoy" in 2020–2023. The objects of the study were 40 grain sorghum samples and varieties. Morphometric analysis was carried out according to the methods presented by B. A. Dospikhov (2014). The variety 'Zernogradskoe 88' was used as a standard one. During the analysis, there have been identified the samples that exceeded the standard variety in 1000-grain weight, number of grains per panicle, and productivity per plot. According to productivity there have been identified such samples as 'Milo 168/Combeine 7078', 'No. 93-23-13', 'Hegari', 'Kitayskoe 3', 'DN – 33f', 'D.D. Yellow Sooner Milo-2501', 'No. 50-13', which produced over 600 g/m<sup>2</sup>. According to 1000-grain weight, the sample 'No. 61-13' was of the greatest breeding value with a 1000-grain weight of 39.3 g. According to number of grains per panicle the variety 'Kitayskoe 3' was the best with 2324 pcs. The identified samples have been recommended for use in breeding programs as grain sorghum sources.

**Keywords:** grain sorghum, variety, sample, collection, genepool.

**Введение.** Сорго занимает одно из первых мест по посевным площадям среди основных сельскохозяйственных культур. Эта ценная культура имеет широкое распространение во многих странах мира. Зерно сорго является основным продуктом питания для примерно

500 млн человек в 30 странах Африки и Азии. Несмотря на этот вклад в мировое производство продовольствия, большая часть зерна сорго в мире, и почти вся в западных странах, используется в качестве корма для животных. Основное применение сорго зерново-

го – это корм для животных и рыбы, в спиртовой и частично в пищевой промышленности. Сочетание важной способности сорго противостоять жаре и засухе и превосходные функциональные свойства зерна сорго в здоровом питании предполагают большую сосредоточенность на разработке новых продуктов питания. В Азии, Африке и Соединенных Штатах Америки из сорго производят муку, крупы, крахмал, пиво, алкогольные напитки и другие продукты (Khoddami et al., 2023).

В сухих районах, где частые засухи серьезно снижают урожайность традиционных кормовых культур, необходимо широкое внедрение сорго, более устойчивого к засухе. В районах с осадками менее 500 мм сорго обеспечивает более стабильный и высокий урожай зерна, особенно в периоды острой засухи, по сравнению с другими кормовыми культурами. Поэтому неудивительно, что в последние годы сорго показывает самый высокий прирост валового сбора зерна – более 70 % (Abreha et al., 2021).

Главной причиной, мешающей широкому использованию сорго в наше время, остается недостаток подходящих сортов и гибридов, которые были бы адаптированы к специфике различных климатических зон и способствовали развитию промышленного производства семян. В засушливых регионах юга России необходимо увеличить посевные площади засухоустойчивого высокопродуктивного сорго зернового. В зонах недостаточного увлажнения оно должно стать основной культурой, повышающей продуктивность севооборотов (Гурский, 1984).

Необходимым условием эффективного использования генетического материала являются его правильная оценка, характеристика и документирование, чтобы гарантировать, что любая группа образцов с желаемыми характеристиками может быть легко идентифицирована и использована в программах селекции. Сегодня изучение и консервация коллекций сорго, собранных из различных мест, обязательно требуют хорошего знания существующего разнообразия материала и разработки соответствующих и устойчивых стратегий сохранения (Dahlberg et al., 2021). Недостаток информации негативно сказывается на управлении, использовании и повышении генетического разнообразия коллекции в рамках программ по селекции сорго (Boyle et al., 2019).

Целью исследования являлся анализ исходного материала сорго зернового и отбор луч-

ших образцов для использования в селекционном процессе ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Для достижения цели были поставлены следующие задачи.

1. Провести сравнительную оценку образцов сорго зернового по количественным признакам.

2. Отобрать лучшие формы для селекции сорго зернового.

#### Материалы и методы исследований.

Исследования проводили с использованием материально-технической базы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Опыты закладывали в коллекционном питомнике. В качестве исходного материала для селекции сорго зернового послужили 39 перспективных образцов сорго зернового и один сорт сорго зернового Зерноградское 88, который используется в качестве стандарта. Оригинатор – ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Сорт сорго зернового Зерноградское 88 включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2013 году. Допущен к использованию в Северо-Кавказском регионе.

Посев проводили селекционной сеялкой «Клен 4.2», учетная площадь делянки – 5 м<sup>2</sup>, ширина междурядий – 70 см. Глубина заделки семян – 5–6 см. После посева почву прикатывали кольчатыми катками. Уходные мероприятия проводили в соответствии с Рекомендациями по технологии возделывания сорго зернового, сахарного и суданской травы (2018). В процессе вегетации осуществляли наблюдения за растениями с регистрацией фаз вегетации, общего их состояния и развития. Биометрические данные учитывали в фазу полной спелости. Изучение коллекционных образцов сорго осуществлялось в соответствии с Широким унифицированным классификатором СЭВ и международным классификатором СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* (1982).

Математическую обработку данных исследования проводили по Б. А. Доспехову (2014).

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследований, проведенных на опытных участках ФГБНУ «АНЦ «Донской», были установлены значительные различия коллекционных образцов сорго зернового по морфо-биологическим признакам, таким как продолжительность вегетационного периода, высота растений, размеры метелки, число зерен с метелки и масса зерновки (таблица).

**Характеристика коллекционных образцов сорго зернового (в среднем за 2020–2023 гг.)**  
**Characteristics of grain sorghum collection samples (mean in 2020–2023)**

Образцы, сорта	Период «всходы – полная спелость», дни	Высота растения, см	Масса 1000 зерен, г	Количество зерен в метелке, шт.	Урожайность, г/м <sup>2</sup>
Зерноградское 88, st	95	99	26,1	1656	529
Крымбел	97	133	27,9	1380	490
Крупинка 10	96	129	24,3	1532	516
Коричневое 11	101	116	17,6	1448	372
Пионер 878 /Геническое бурое 129	108	115	23,8	2157	569

Продолжение табл.

Образцы, сорта	Период «всходы – полная спелость», дни	Высота растения, см	Масса 1000 зерен, г	Количество зерен в метелке, шт.	Урожайность, г/м <sup>2</sup>
D.D. Yellow Sooner Milo-2501	104	100	29,2	1958	668
Kadeiba-3732	99	109	26,9	1645	514
Пионер 412/Милловское 6	95	93	24,1	1140	333
Пионер 88/412№26	96	114	30,6	1366	544
Майло 168/Combeine 7078	98	110	21,9	2072	609
Пионер 88 41/ S51-63-09	99	106	22,7	1300	397
Троистое	97	110	23,8	1495	431
Зерновое 1-14	96	142	24,3	1345	526
№ 7-2/2	95	95	22,0	1336	340
NK222/Одноплодное 8-31	96	125	24,6	1430	497
Геническое 129-6 /ДН59-8-14	101	148	30,5	1560	581
ДН -35ф	105	128	20,3	2183	622
Милловское 12-1	105	82	25,0	1144	369
Милловское 84	107	80	32,5	1315	580
к-10989	103	101	22,8	1245	445
№ 2-13	92	135	20,6	2063	571
№ 8-13	100	140	27,5	1398	505
№ 13-13	100	134	22,5	2049	583
№ 36-13	99	122	28,2	1526	588
№ 50-13	105	121	28,8	1658	627
№ 53-13	96	147	34,4	1312	592
№61-13	102	120	39,3	1055	360
№ 93-23-13	101	104	27,0	1942	697
№ 26-14	102	103	33,9	928	334
Кафрское белое	101	135	26,8	1620	493
Spur Feterita	100	149	38,0	1378	560
Хегари	101	125	27,4	2041	635
Dwarf Freed C.J. №971	103	128	27,9	1384	509
КС-2 раннее	97	101	27,2	1711	570
КС-3 карл. Раннее	101	101	22,5	1946	579
КУ-3	92	94	24,3	1179	374
КУ-29 Майло низкое	106	102	29,9	1702	557
Д 577/19	89	127	35,4	623	338
Китайское 1	97	101	24,1	1789	410
Китайское 3	103	103	25,6	2324	644
Стандартное отклонение	4	18	4,7	376	103

Продолжительность вегетационного периода – важный лимитирующий фактор, поэтому одной из основных задач селекции сорго зернового является выведение скороспелых сортов.

В условиях Северного Кавказа особое внимание следует уделять источникам раннеспелости и холодостойкости, так как посев раннеспелых холодостойких сортов и гибридов в ранние сроки позволяет растениям сформировать урожай до наступления жаркого сухого периода лета, а следовательно, иметь более устойчивый урожай сорго (Алабушев и др., 2003).

По продолжительности вегетационного периода сорта сорго в Ростовской области распределены на три группы: раннеспелые – до 100 дней, среднеспелые – 101–120, поздние – более 120 дней. Это позволяет дать характеристику продолжительности их периода вегетации применительно к агроклиматическим условиям (Большаков и Коломиец, 2003).

Амплитуда варьирования образцов коллекции сорго зернового в среднем за 4 года по длине вегетационного периода была значительной – от 89 до 107 дней с охватом двух групп спелости (рис. 1).

Из 40 образцов коллекции сорго зернового ФГБНУ «АНЦ «Донской» 54 % являются раннеспелыми с продолжительностью вегетационного периода 89–100 дней. Наиболее раннеспелыми являются образцы 577/19 (89 дней), КУ-3 (92 дня) и № 2-13 (92 дня).

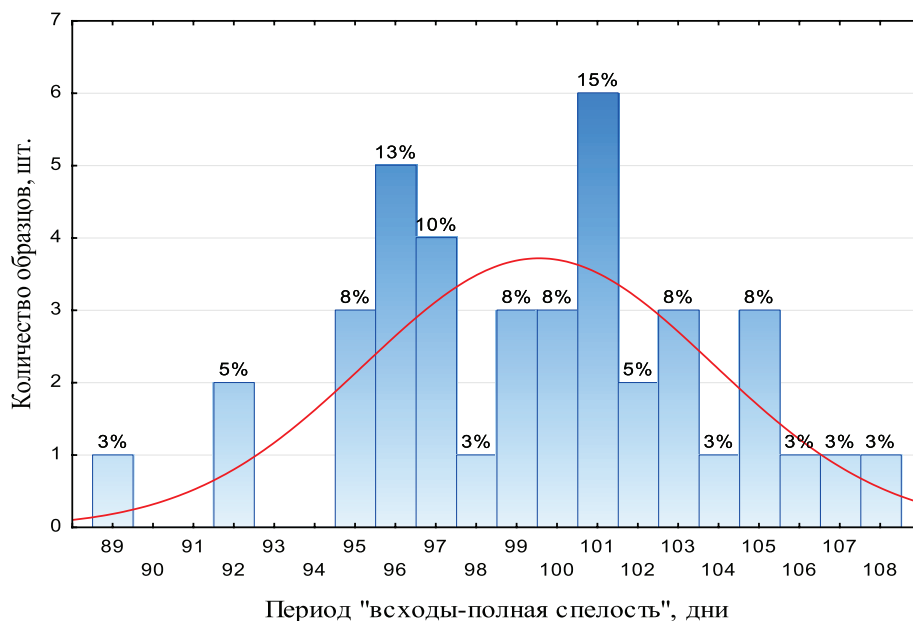
Высота растений имеет большое значение, так как, во-первых, имеет прямую связь с устойчивостью к полеганию, во-вторых, для успешной уборки растения сорго зернового должны быть низкорослыми.

Если у силосных сортов и гибридов высота растений в значительной степени обуславливает уровень урожайности зеленой массы, то у зерновых высота растений более 150 см сильно усложняет механизированную уборку зерновой части урожая. Для производствен-

ных посевов сорго зернового направления оптимальной является высота 100–120 см.

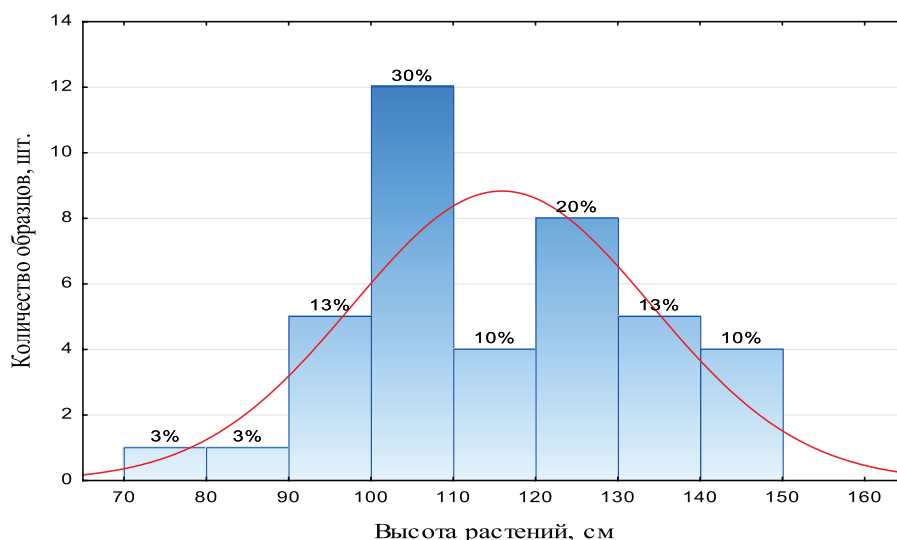
Коллекция сорго была разнообразна по высоте растений – от 80 до 152 см. Распределение

растений по этому признаку было асимметричным, с преобладанием форм с высотой 100–130 см (рис. 2).



**Рис. 1.** Распределение образцов коллекции сорго зернового по продолжительности вегетационного периода (2020–2023 гг.)

**Fig. 1.** Distribution of grain sorghum collection samples according to a vegetation period length (2020–2023)



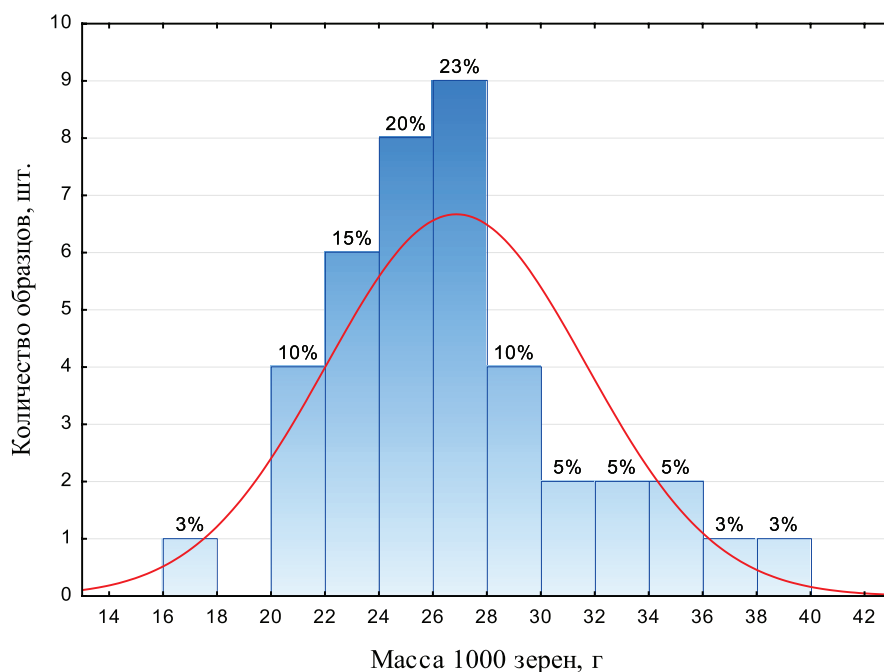
**Рис. 2.** Распределение коллекционных образцов по высоте растений (2020–2023 гг.)

**Fig. 2.** Distribution of collection samples according to plant height (2020–2023)

При появлении необходимости снижения высоты у создаваемых сортов в коллекции имеются источники низкорослости: Пионер 412 / Миловское 6 (93 см), Миловское 84 (80 см), Миловское 12-1 (82 см), КУ-3(94 см).

В Ростовской области создаются благоприятные условия для формирования урожая с высокой массой 1000 зерен (Шепель, 1994). В наших исследованиях масса 1000 зерен варьировала от 17,6 до 39,3 г (рис. 3). Преобладали формы со средней массой 1000 зерен 26–28 г.

Однако для селекционной работы требуются формы с крупным зерном. Они имеют большой запас питательных веществ в эндосперме, лучше прорастают с глубины почвы, где содержится больше влаги. Кроме того, крупа из такого зерна обладает более высокими товарными качествами. В процессе изучения коллекционного материала был выделен относительно крупнозерный образец сорго: № 61-13 с массой 1000 зерен 39,3 г.

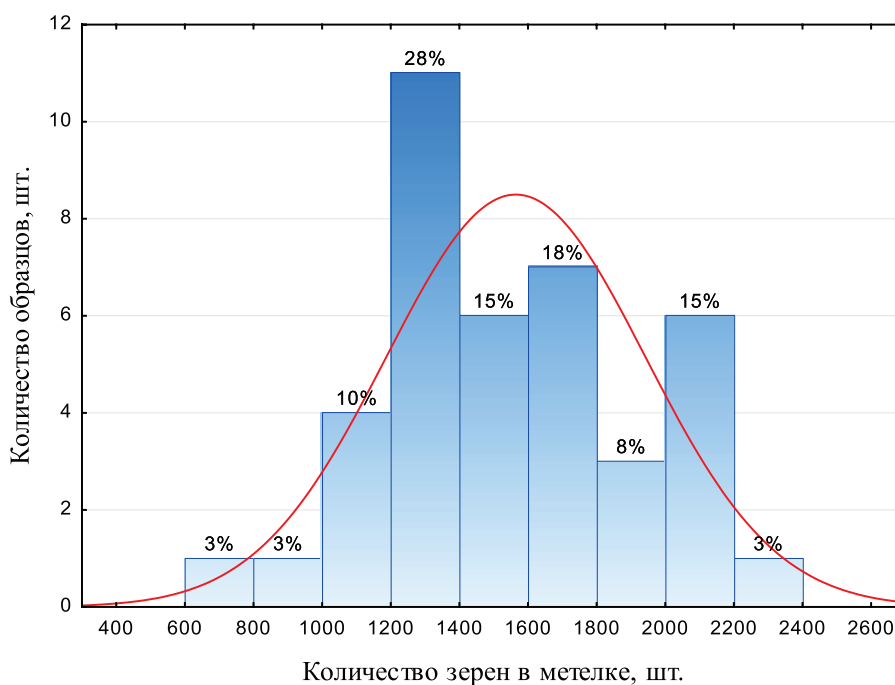


**Рис. 3.** Распределение образцов коллекции сорго зернового по массе 1000 зерен (2020–2023 гг.)  
**Fig. 3.** Distribution of grain sorghum collection samples according to 1000-grain weight (2020–2023)

Количество зерен на одной метелке зависит от сорта и условий выращивания и колеблется от 1800–2200 у сортов до 3000–5600 у гибридов. При этом общая урожайность зерна обусловлена увеличенным числом зерен в метелке и повышенной массой 1000 семян (Исаков, 1982). Количество семян в значительной степени является наиболее важным компонентом урожайности сорго зернового.

Распределение изученных образцов по количеству зерен на метелке показало, что эта величина варьировала от 623 до 2324 шт. (рис. 4).

При этом у основной массы образцов растения несли на метелках от 1200 до 1800 зерен. Наибольшее число зерен на метелке имел образец Китайское 3 (2324 шт.). Его можно использовать для селекционной работы.



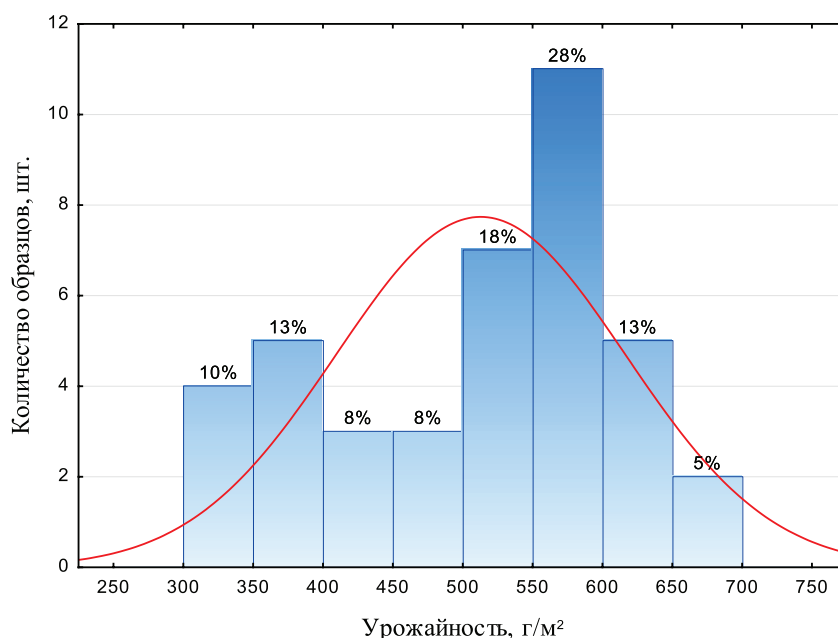
**Рис. 4.** Распределение образцов коллекции сорго зернового по количеству зерен на метелке (2020–2023 гг.)  
**Fig. 4.** Distribution of grain sorghum collection samples according to number of grains per panicle (2020–2023)

Урожайность – это сложный признак, состоящий из множества количественных элементов. Она определяется массой 1000 зерен, числом и массой зерна с метелки и другими признаками. Правильная оценка роли отдельных элементов продуктивности в формировании урожая способствует достижению целей, поставленных перед селекционерами (Гурский, 1984).

Распределение образцов сорго по урожайности зерна показало, что основная масса

образцов формировала урожайность от 450 до 600 г/м<sup>2</sup>, хотя имелись и низко- и высокоурожайные формы: от 300 до 700 г/м<sup>2</sup>.

Наибольшую селекционную ценность представляют 18 % образцов, таких как Майло 168/Combeine 7078 (609 г/м<sup>2</sup>), № 93-23-13 (697 г/м<sup>2</sup>), Хегари (635 г/м<sup>2</sup>), Китайское 3 (644 г/м<sup>2</sup>), ДН-33ф (622 г/м<sup>2</sup>), D.D. Yellow Sooner Milo-2501 (668 г/м<sup>2</sup>), № 50-13 (627 г/м<sup>2</sup>), которые показали урожайность, превосходящую стандарт на величину стандартного отклонения (рис. 5).



**Рис. 5.** Распределение образцов сорго зернового по урожайности зерна (2020–2023 гг.)  
**Fig. 5.** Distribution of grain sorghum samples according to grain productivity (2020–2023)

### Выводы.

1. В процессе биометрического анализа установлена изменчивость вегетационного периода сорго зернового от 89 до 107 дней, выделены источники раннеспелости – Д 577/19 (вегетационный период 89 дней), КУ-3 (92 дня), № 2-13 (92 дня).

2. Высота растений варьировала от 80 до 152 см, при необходимости снижения высоты у высокорослых форм в коллекции выявлены источники низкорослости: Пионер 412/Миловское 6 (93 см), Миловское 84 (80 см), Миловское 12-1 (82 см), КУ-3 (94 см).

3. Масса 1000 зерен варьировала от 17,6 до 39,3 г, преобладали формы с величинами 26–28 г. В процессе изучения коллекционного

материала был выделен крупнозерный образец сорго – № 61-13 с массой 1000 зерен 39,3 г.

4. Количество зерен на метелке изученных образцов варьировало от 600 до 2324 шт., наибольшее число зерен на метелке имел образец Китайское 3.

5. По урожайности зерна образцы распределились в пределах от 300 до 700 г/м<sup>2</sup>. Для селекционной работы на продуктивность рекомендуется использовать в гибридной выделенные образцы: Майло 168/Combeine 7078 (609 г/м<sup>2</sup>), № 93-23-13 (697 г/м<sup>2</sup>), Хегари (635 г/м<sup>2</sup>), Китайское 3 (644 г/м<sup>2</sup>), ДН-33ф (622 г/м<sup>2</sup>), D.D. Yellow Sooner Milo-2501 (668 г/м<sup>2</sup>), № 50-13 (627 г/м<sup>2</sup>).

### Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Анипенко Л. Н., Гурский Н. Г., Коломиец Н. Я. и др. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2003. 368 с.
2. Большаков А. З., Коломиец Н. Я. Сорго: от селекции к технологии. Методическое пособие. Ростов н/Д.: ООО «Ростиздат», 2003. 112 с.
3. Гурский, Н. Г. Морфо-биологические особенности и урожайность новых сортов сорго зернового в условиях предкавказских черноземов Ростовской области // В кн.: Сорго – ценная кормовая культура. Ростов н/Д., 1984. С. 31.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.

5. Abreha K. B., Enyew M., Carlsson A. S., Vetukuri R. R., Feyissa T., Motlhaodi T., Geleta M. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress // *Planta*. 2021. Vol. 255, DOI: 10.1007/s00425-021-03799-7
6. Boyle R. E., Brenton Z. W., Kresovich S. Genetic and genomic resources of sorghum to connect genotype with phenotype in contrasting environments // *The Plant Journal*. 2019. Vol. 97, P. 19–39. DOI: 10.1111/tpj.14113
7. Dahlberg, J.A. Classifying the genetic diversity of sorghum: A revised classification of sorghum of California, USA; and DT Rosenow, formerly Agricultural Research and Extension Center–Texas A&M University, USA // *In Achieving sustainable cultivation of sorghum*. 2018. Vol. 1, (pp. 23–86). Burleigh Dodds Science Publishing.
8. Khoddami A., Messina V., Venkata K.V., Farahnaky A., Blanchard C.L., Roberts T.H. Sorghum in foods: Functionality and potential in innovative products // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023. Vol. 63, № 9. P. 1170–1186. DOI: 10.1080/10408398.2021.1960793

### References

1. Alabushev A.V., Anipenko L.N., Gurskii N.G., Kolomiets N.Ya. i dr. Sorgo (seleksiya, semenovodstvo, tekhnologiya, ekonomika) [Sorghum (breeding, seed production, technology, economy)]. Rostov n/D.: ZAO «Kniga», 2003. 368 s.
2. Bol'shakov A. Z., Kolomiets N. Ya. Sorgo: ot seleksii k tekhnologii [Sorghum: from breeding to technology]. Metodicheskoe posobie. Rostov n/D.: OOO «Rostizdat», 2003. 112 s.
3. Gurskii, N.G. Morfo-biologicheskie osobennosti i urozhainost' novykh sortov sorgo zernovogo v usloviyakh predkavkazskikh chernozemov Rostovskoi oblasti [Morphological and biological characteristics and productivity of new grain sorghum varieties in the pre-Caucasian blackearth of the Rostov region]. V kn.: Sorgo – tsennaya kormovaya kul'tura. Rostov n/D., 1984. S. 31.
4. Dospekhov, 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)]. Izd. 5-e, pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
5. Abreha K. B., Enyew M., Carlsson A. S., Vetukuri R. R., Feyissa T., Motlhaodi T., Geleta M. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress // *Planta*. 2021. Vol. 255, DOI: 10.1007/s00425-021-03799-7
6. Boyle R. E., Brenton Z. W., Kresovich S. Genetic and genomic resources of sorghum to connect genotype with phenotype in contrasting environments // *The Plant Journal*. 2019. Vol. 97, P. 19–39. DOI: 10.1111/tpj.14113
7. Dahlberg, J.A. Classifying the genetic diversity of sorghum: A revised classification of sorghum of California, USA; and DT Rosenow, formerly Agricultural Research and Extension Center–Texas A&M University, USA // *In Achieving sustainable cultivation of sorghum*. 2018. Vol. 1, (pp. 23–86). Burleigh Dodds Science Publishing.
8. Khoddami A., Messina V., Venkata K.V., Farahnaky A., Blanchard C.L., Roberts T.H. Sorghum in foods: Functionality and potential in innovative products // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023. Vol. 63, № 9. P. 1170–1186. DOI: 10.1080/10408398.2021.1960793

Поступила: 05.09.24; доработана после рецензирования: 24.09.24; принята к публикации: 25.09.24.

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

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

**Авторский вклад.** Калужный А.А. – сбор и анализ данных, написание текста статьи; Костылев П.И. – научное руководство, постановка цели и задач, концептуализация исследования; Ковтунов В.В. – сбор и предоставление образцов для анализа.

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