

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТА СОРГО ЗЕРНОВОГО АТАМАН В УСЛОВИЯХ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. В. Ковтунов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, e-mail: kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

А. В. Барановский², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и экологии окружающей среды, e-mail: Lnau_sorgo2011@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2098-0889

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

²ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», 91008, г. Луганск, городок ЛНАУ, 1

Часто повторяющиеся засушливые годы, резкое снижение урожайности и валовых сборов зерновых культур требуют научно обоснованного подбора культур, стабилизирующих его производство. В современных условиях альтернативной для основных яровых зерновых культур является засухоустойчивая культура сорго. В Луганской области среднегодовая сумма осадков составляет 475 мм, что подтверждает преимущество в выращивании сорго зернового над другими яровыми зерновыми культурами. Однако густота растений для современных рекомендованных сортов зернового сорго применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям еще недостаточно изучена. Цель исследований – изучить и выделить оптимальную густоту стояния растений сорта сорго зернового Атаман в условиях Луганской области. Исследования проводились на базе Луганского национального аграрного университета в 2018–2019 гг. Посев сорго проводился с нормой 350 тыс. всхожих зерен на гектар. В фазе полных всходов вручную была сформирована густота растений согласно схеме опыта (от 40 до 340 тыс./га). Изучение нового раннеспелого сорта зернового сорго Атаман селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» показало, что, независимо от влагообеспеченности года и теплового режима в период вегетации, целесообразно выращивать данный сорт при густоте растений в интервале 140–220 тыс./га. В условиях Луганской области на фоне минерального питания $N_{60}P_{40}$ возможно формирование урожайности сорго зернового сорта Атаман на уровне 5,06–5,52 т/га зерна и более. Вегетационный период сорта Атаман в зависимости от густоты стояния и погодно-климатических условий года составляет 90–102 дня, что позволяет проводить его уборку в I–II декадах сентября без досушки зерна. Сорт не полегает и не осыпается, а также устойчив к повреждению злаковой тлей.

Ключевые слова: сорго зерновое, сорт, густота растений, норма высева, урожайность, раннеспелость, масса 1000 зерен.

Для цитирования: 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.



THE EFFECT OF PLANT DENSITY ON PRODUCTIVITY OF THE GRAIN SORGHUM VARIETY 'ATAMAN' IN THE LUGANSK REGION

V. V. Kovtunov¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for grain sorghum breeding and seed production, e-mail: kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

A. V. Baranovsky², Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture and environmental ecology, e-mail: Lnau_sorgo2011@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2098-0889

¹Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

²Lugansk national agricultural university, 91008, Lugansk, Gorodok LRAU, 1

Frequently occurred dry years and a sharp decrease of productivity and gross harvests of grain crops require scientifically grounded selection of grain crops that stabilize its production. Currently, the drought resistant sorghum varieties can become a good alternative for the main spring grain crops. In the Luhansk region, the average annual amount of precipitation is 475 mm, which confirms the advantage in growing grain sorghum over other spring grain crops. However, plant density of the modern recommended grain sorghum varieties related to specific soil and climatic conditions has not yet been studied enough. The purpose of the current research was to study and highlight the optimal plant density of the grain sorghum variety 'Ataman' in the conditions of the Luhansk region. The study was carried out on the basis of the Luhansk National Agricultural University in 2018–2019. Sorghum was sown at the rate of 350,000 germinated grains per hectare. In a sprouting phase, plant density was manually formed according to the experimental scheme (from 40 to 340 thousand/ha). The study of the new early-ripening grain sorghum variety 'Ataman', developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy", showed that regardless of the moisture supply and the thermal regime during vegetation, it was advisable to grow this variety with a plant density of 140–220 thousand/ha. In the conditions of the Luhansk region with mineral nutrition $N_{60}P_{40}$, it was possible to form the productivity of the

grain sorghum variety 'Ataman' at the level of 5.06–5.52 t/ha of grain and more. The vegetation period of the variety 'Ataman', depending on the plant density and weather/climatic conditions of the year, was 90–102 days, which made it possible to harvest it in the 1st–2nd decade of September without additional drying of the grain. The variety did not lodge or shed its grain, and was also resistant to grain aphids.

Keywords: grain sorghum, variety, plant density, seeding rate, productivity, early ripeness, 1000 grain weight.

Введение. Изменение климата является одной из наиболее серьезных проблем, с которыми столкнется мировое сельское хозяйство в решении главной задачи – обеспечить потребности растущего населения продовольствием. Продовольственная безопасность в долгосрочной перспективе зависит от того, насколько успешно удастся адаптировать сельскохозяйственные системы к экстремальным климатическим и погодным явлениям. В настоящее время очень актуален вопрос дальнейшего повышения объемов производства зерна для обеспечения продовольственной безопасности (Барановский и др., 2014; Васильченко и др., 2017; Некрасова и др., 2018).

Постепенное глобальное изменение климата в сторону потепления обусловило снижение продуктивности основных сельскохозяйственных культур, которое в стрессовых ситуациях могут достигать 50–60% (Барановский и др., 2014).

Часто повторяющиеся засушливые годы, резкое снижение урожайности и валовых сборов зерновых культур требуют научно обоснованного подбора культур, стабилизирующих его производство (Алабушев и др., 2013). В современных условиях альтернативной для основных яровых зерновых культур – ячменя и кукурузы – является сорго (Муслимов и др., 2018).

Сорго зерновое – это теплолюбивая культура, которая гораздо легче переносит воздушную и почвенную засуху, суховеи и высокие температуры, чем другие культурные растения, и является пятой по важности зерновой культурой после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя по объемам производства в мире (Алабушев и др., 2013; Горпиниченко и др., 2018).

По данным Н. А. Шепеля (1994) сорго в степных засушливых условиях, при среднегодовой сумме осадков в интервале 400–600 мм, обеспечивает значительно более высокую урожайность в сравнении с другими яровыми зерновыми культурами – ячменем, овсом, кукурузой, просом.

Согласно данным Луганского ЦГМ за последние 12 лет (2008–2019 гг.), в Луганской области среднегодовая сумма осадков составляет 475 мм, что подтверждает преимущество в выращивании сорго зернового над кукурузой и другими яровыми зерновыми культурами.

Благодаря созданию широкого спектра высокоурожайных раннеспелых сортов и гибридов зернового сорго, максимально адаптированных к выращиванию в степных засушливых регионах, основной задачей в повышении урожайности культуры является дальнейшее совершенствование технологии ее возделывания. Существенную роль здесь играет выбор не только сроков сева сорго, но и наиболее оптимальной густоты стояния растений, мак-

симально использующих фотосинтетический потенциал посевов этой достаточно пластичной к густоте растений культуре (Барановский и др., 2014).

Результаты работ Н. А. Шепеля (1994) свидетельствуют, что в условиях юга Украины и Северного Кавказа при пунктирном способе посева с междурядьем 70 см оптимальная густота растений для среднеспелых сортов должна быть в пределах 100–120 тыс./га, для раннеспелых – 140–180 тыс./га.

А. В. Алабушев (2000) доказал, что для засушливой зоны Северного Кавказа сорго на зерно целесообразно высевать ширококрядным способом с нормой 300 тыс./га всхожих семян, а при проведении послевсходового боронования норму посева следует увеличить до 500 тыс./га.

Различающиеся результаты получены и для крайне засушливых условий Луганской области. Таким образом, густота растений для современных рекомендованных сортов зернового сорго применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям еще недостаточно изучена и требует уточнения.

Цель исследований – изучить и выделить оптимальную густоту стояния растений сорта сорго зернового Атаман в условиях Луганской области.

Для изучения данного вопроса был выбран наиболее новый (в Гостреестр селекционных достижений РФ включен в 2018 г.) белозерный раннеспелый сорт Атаман. Данный сорт может использоваться как на кормовые цели, так и в качестве сырья в перерабатывающей промышленности для производства крахмала, спирта, крупы и других продуктов переработки. Кроме этого, сорт создан (ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Ростовская область, г. Зерноград) в сходных по почвенно-климатическим условиям Луганской области.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводились на опытном поле Луганского национального аграрного университета в полевом севообороте кафедры земледелия и экологии окружающей среды в период 2018–2019 гг. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный маломощный слабосмытый на лесовидном суглинке. Посев сорго в 2018 г. был проведен 8 мая, в 2019 г. – 16 мая с нормой 350 тыс./га семян. В фазе полных всходов вручную была сформирована густота растений согласно схеме опыта (от 40 до 340 тыс./га). До посева вносились минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{40}$. Исследования проводили в соответствии с общепринятой методикой полевого эксперимента (Доспехов, 2014). В период исследований погодные условия были очень контрастными: 2018 г. был сухой и жаркий (ГТК за вегетационный период – 0,60), а 2019 г. –

благоприятный для поздних зерновых культур (ГТК за вегетационный период – 1,37).

За период апрель – сентябрь в 2018 г. выпало 234,8 мм осадков, в 2019 г. – 386,2 мм (среднемноголетнее значение – 309 мм). За этот же период средняя температура воздуха в 2018 г. составила 19,4 °C, в 2019 г. – 17,9 °C (среднемноголетнее значение – 17,3 °C).

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных фенологических наблюдений отмечено, что новый сорт сорго зернового Атаман в условиях Луганской области сохраняет свою скороспелость и характеризуется высокой устойчивостью к полеганию (табл. 1).

1. Морфо-биологическая характеристика сорта сорго зернового Атаман в зависимости от густоты растений (2018–2019 гг.)
1. Morpho-biological traits of the grain sorghum variety 'Ataman' depending on plant density (2018–2019)

Густота растений, тыс./га	Высота растений, см	Длина ножки метелки, см	Дата полной спелости зерна	Период вегетации «всходы – полная спелость зерна», суток	Полегание, %
2018 г.					
40	96,7	8,2	23.VIII	90	0
60	97,2	7,8	23.VIII	90	0
80	98,2	6,8	24.VIII	91	0
100	100,8	8,4	24.VIII	91	0
140	101,6	8,6	25.VIII	92	0
180	100,1	9,7	25.VIII	92	0
220	95,1	8,8	25.VIII	92	0
260	91,6	8,1	26.VIII	93	0
300	89,7	8,2	27.VIII	94	0
340	86,3	8,2	27.VIII	94	0
$\bar{x}$	95,5	8,3	–	92	0
S	5,1	0,7	–	1	0
2019 г.					
40	106,4	12,2	1.IX	97	0
60	107,7	7,8	1.IX	97	0
80	106,4	6,8	2.IX	98	0
100	103,5	8,4	2.IX	98	0
140	102,0	8,6	3.IX	99	0
180	100,7	9,7	3.IX	99	0
220	95,1	8,8	4.IX	100	0
260	92,6	8,1	5.IX	101	0
300	92,2	8,2	5.IX	101	0
340	89,6	8,2	6.IX	102	0
$\bar{x}$	99,4	8,7	–	99	0
S	6,5	1,4	–	2	0

В засушливом 2018 г. посев сорго сорта Атаман был проведен 8 мая, полная спелость зерна в зависимости от густоты стояния растений отмечена 23–27 августа, а период вегетации варьировал от 90 до 94 дней. Вегетационный период в 2019 г. был более увлажненный и менее теплый. В этих условиях при посеве культуры 16 мая полное созревание наблюдалось 1–6 сентября, а период вегетации «всходы – полная спелость зерна» составил 97–102 дня. Установлено, что с увеличением густоты растений данного сорта сорго от 40 до 340 тыс./га период вегетации удлиняется с 90 до 94 дней в теплый, засушливый год и с 97 до 102 дней

в благоприятный по увлажнению год. Выявлена тесная отрицательная корреляционная зависимость между количеством растений на 1 м² и высотой растений ($r = -0,79 \pm 0,22 \dots -0,98 \pm 0,07$) (рис. 1).

Существенного влияния густоты стояния растений на длину ножки метелки ($r = 0,26 \pm 0,34 \dots -0,26 \pm 0,34$) отмечено не было.

Анализ основных показателей структуры биологического урожая зернового сорго показал, что наиболее продуктивными были посевы сорта при густоте растений в диапазоне от 140 до 220 тыс./га (табл. 2).

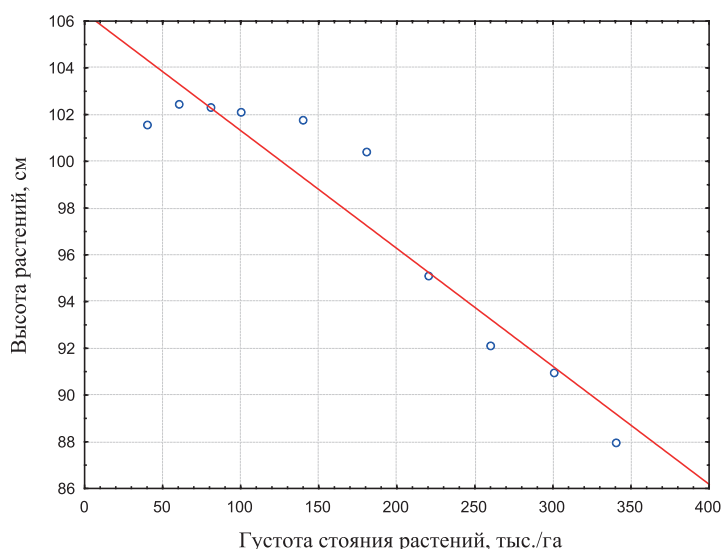


Рис. 1. Зависимость высоты растений сорго зернового Атаман от их густоты стояния (2018–2019 гг.)
Fig. 1. Dependence of plant height of the grain sorghum variety 'Ataman' on plant density (2018–2019)

**2. Показатели структуры биологического урожая и урожайность
 зерна сорго зернового Атаман в зависимости от густоты растений (2018–2019 гг.)**
**2. Indicators of the biological yield structure and productivity
 of the grain sorghum variety 'Ataman' depending on plant density (2018–2019)**

№ п/п	Густота растений, тыс./га	Число продуктивных стеблей, шт./м²	Структура метелки		Соотношение зерно : солома	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Урожайность зерна, т/га	Прибавка к средней по опыту (±), т/га
			масса метелки, г	масса зерна с метелки, г					
2018 год									
1	40	11	39,0	31,2	1 : 1,54	21,5	776	3,28	–1,22
2	60	14	35,4	28,4	1 : 1,49	21,2	772	3,84	–0,66
3	80	17	31,3	25,2	1 : 1,54	21,2	779	4,32	–0,18
4	100	19	31,7	25,4	1 : 1,32	20,4	768	4,73	+0,23
5	140	20	32,1	25,4	1 : 1,34	20,8	764	5,06	+0,56
6	180	22	29,5	24,7	1 : 1,34	19,5	769	5,39	+0,89
7	220	25	25,2	21,2	1 : 1,45	20,0	758	5,25	+0,75
8	260	26	23,0	18,3	1 : 1,55	19,2	753	4,78	+0,28
9	300	29	18,4	14,8	1 : 1,73	19,0	757	4,29	–0,21
10	340	31	15,4	13,2	1 : 1,97	18,2	758	4,04	–0,46
$\bar{x}$	–	–	–	–	–	–	–	4,50	–
HCP ₀₅	–	–	–	–	–	–	–	0,28	–
2019 год									
1	40	13	39,2	31,5	1 : 1,54	31,7	786	3,92	–0,88
2	60	17	32,1	25,8	1 : 1,64	31,4	785	4,38	–0,42
3	80	19	31,0	25,7	1 : 1,58	31,8	782	4,81	+0,01
4	100	20	30,8	26,1	1 : 1,61	29,6	790	5,13	+0,33
5	140	21	31,0	25,2	1 : 1,55	30,7	795	5,29	+0,49
6	180	24	28,0	23,0	1 : 1,57	28,5	799	5,52	+0,72
7	220	27	24,7	19,9	1 : 1,64	27,9	794	5,37	+0,57
8	260	28	23,5	18,0	1 : 1,75	27,4	790	5,05	+0,25
9	300	30	19,9	15,0	1 : 1,99	27,1	787	4,50	–0,30
10	340	33	16,6	12,4	1 : 1,90	26,7	786	4,09	–0,71
$\bar{x}$	–	–	–	–	–	–	–	4,80	–
HCP ₀₅	–	–	–	–	–	–	–	0,27	–

В условиях засушливого года данная густота стояния растений обеспечивает формирование 20–25 продуктивных стеблей на 1 м² с массой зерна с метелки 20,2–32,1 г, а в более увлажненный год – 21–27 продуктивных метелок на 1 м² и массой зерна с метелки 19,9–25,2 г.

При такой густоте растений была сформирована урожайность зерна в 2018 г. на уровне 5,06–5,39 т/га, а в 2019 г. – 5,29–5,52 т/га, что существенно выше средних значений по опытам на 0,33–0,89 т/га (HCP₀₅ = 0,27–0,28). Также в этом интервале густоты растений в 2019 г.

получена более высокая натура зерна сорго (794–799 г/л). Однако в острозасушливый год (2018 г.) наиболее высокие значения натуры зерна (772–779 г/л) отмечены при густоте растений 40–80 тыс./га.

Максимальные показатели продуктивности отдельной метелки также получены на варианте с минимальной и пониженной густотой растений в опыте (40–80 тыс./га). Особенно это

относится к массе 1000 зерен, которая была наибольшей (31,2–31,5 г) при густоте растений 40 тыс./га. В 2018 и 2019 гг. исследований установлена закономерная тенденция снижения массы 1000 зерен при увеличении густоты посевов сорго ($r = -0,96 \pm 0,10 \dots -0,95 \pm 0,11$) (рис. 2). Эту закономерность необходимо учитывать в семеноводстве сорго.

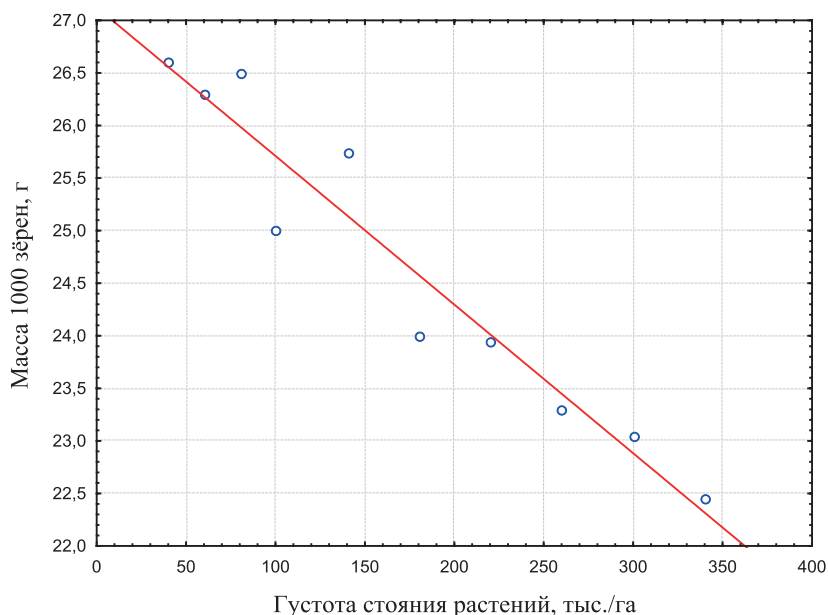


Рис. 2. Зависимость массы 1000 зерен сорго зернового Атаман от густоты стояния растений (2018–2019 гг.)
Fig. 2. Dependence of 1000 grain weight of the grain sorghum variety 'Ataman' on plant density (2018–2019)

В вариантах с густотой растений 140–180 тыс./га получены и наиболее высокие выходы зерна со всей наземной массы растений (в воздушно-сухом состоянии): соотношение зерна к листостебельной массе в 2018 г. составило 1 : 1,34, а в 2019 г. – 1 : 1,55 и 1 : 1,57 соответственно.

Таким образом, на основе проведенных исследований установлено, что для раннеспелого сорта Атаман в условиях Луганской области оптимальный интервал густоты растений в посевах необходимо формировать на уровне 140–220 тыс./га. При этом максимальная урожайность зерна (5,39–5,52 т/га) наблюдалась при густоте стояния растений 180 тыс./га.

Кроме того, необходимо отметить, что за годы исследований растения сорго зернового сорта Атаман практически не повреждались (5–10%) обыкновенной злаковой тлей.

Выводы

1. В условиях Луганской области в годы изучения наиболее высокая урожайность зерна (2018 г. – 5,06–5,39 т/га; 2019 г. – 5,29–5,52 т/га) нового раннеспелого белозерного сорта сорго зернового Атаман получена при формировании густоты растений в посевах на уровне 140–220 тыс./га. Оптимальная густота стояния – 180 тыс./га растений.

2. В зависимости от влагообеспеченности года, температурного режима, а также густоты стояния растений вегетационный период сорта сорго зернового Атаман составляет 90–102 дня, что позволяет проводить его уборку в I–II декадах сентября без досушивания зерна на сушилке.

3. Независимо от густоты стояния растений изученный сорт не полегает и не осыпается.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В. Адаптивная технология выращивания сорго зернового в засушливой зоне Северного Кавказа. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2000. С. 170–173.
2. Алабушев А. В., Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А. Качество зерна коллекционных образцов сорго зернового. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2013. 144 с.
3. Барановский А. В., Денисенко А. И., Дранищев Н. И. и др. Рекомендации по технологии выращивания и использованию сорговых культур (научно-практические рекомендации). Луганск: ООО «Копир-центр Луганск», 2014. 56 с.
4. Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние агроприемов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3(51). С. 59–63.

5. Горпиниченко С. И., Ковтунова Н. А., Шишова Е. А. и др. Особенности семеноводства сорго в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 5–9.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд. Перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб., 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.
7. Муслимов М. Г., Куркиев К. У., Таймазова Н. С. и др. Оценка продуктивности некоторых интродуцированных и местных сортов зерновых культур в условиях Республики Дагестан // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 25–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-25-29.
8. Некрасова О. А., Некрасов Е. И. Изучение комбинационной способности озимой пшеницы (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2(56). С. 17–20.
9. Шепель Н. А. Сорго. Волгоград: Комитет по печати, 1994. 448 с.

References

1. Alabushev A. V. Adaptivnaya tekhnologiya vyrashchivaniya sorgo zernovogo v zasushlivoj zone Severnogo Kavkaza [Adaptive technology of grain sorghum cultivation in the arid zone of the North Caucasus]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2000. S. 170–173.
2. Alabushev A. V., Kovtunov V. V., Kovtunova N. A. Kachestvo zerna kollekcionnyh obrazcov sorgo zernovogo [Grain quality of the collection grain sorghum samples]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2013. 144 s.
3. Baranovskij A. V., Denisenko A. I., Dranishchev N. I. i dr. Rekomendacii po tekhnologii vyrashchivaniya i ispol'zovaniyu sorgovyh kul'tur (nauchno-prakticheskie rekomendacii) [Recommendations on the technology of sorghum cultivation and use (scientific and practical recommendations)]. Lugansk: OOO "Kopir-centr Lugansk", 2014. 56 s.
4. Vasil'chenko S. A., Metlina G. V. Vliyanie agropriyomov vozdel'nyaniya na urozhajnost' nuta v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [Influence of agricultural cultivation methods on the chickpea productivity in the southern zone of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 3(51). S. 59–63.
5. Gopinichenko S. I., Kovtunova N. A., Shishova E. A. i dr. Osobennosti semenovodstva sorgo v Rostovskoj oblasti [Features of sorghum seed production in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 5–9.
6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]: uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij. Stereotip. izd. Perepech. s 5-go izd., dop. i pererab., 1985 g. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
7. Muslimov M. G., Kurkiev K. U., Tajmazova N. S. i dr. Ocenka produktivnosti nekotoryh introducirovannyh i mestnyh sortov zernovyh kul'tur v usloviyah Respubliki Dagestan [Evaluation of the productivity of some introduced and local grain crops varieties in the conditions of the Republic of Dagestan] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 25–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-25-29.
8. Nekrasova O. A., Nekrasov E. I. Izuchenie kombinacionnoj sposobnosti ozimoy pshenicy (obzor) [Study of the winter wheat combining ability (review)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 2(56). S. 17–20.
9. Shepel' N. A. Sorgo [Sorghum]. Volgograd: Komitet po pečati, 1994. 448 s.

Поступила: 30.06.20; принята к публикации: 22.07.20.

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. Ковтунов В. В. – концептуализация исследований, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Барановский А. В. – концептуализация исследований, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.