УДК 635.657:631.527
Код ВАК 4.1.2
https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-1873-1884

Элементы структуры урожая коллекционного материала нута на Нижнем Дону

Р. А. Гуленок[1]✉, **А. А. Козлов**[1], **И. В. Сеферова**[2]
[1] Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет, Ростовская область, Россия
[2] Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова», Санкт-Петербург, Россия
✉*E-mail: rozaliya.gulenok@mail.ru*

Аннотация. **Цель исследования** – изучить коллекционный материал нута по основным элементам структуры урожая в условиях Ростовской области, выделить генотипы, перспективные для использования в качестве родительских компонентов для гибридизации. **Материал и методы.** Объектом исследований являлся коллекционный материал нута, в том числе 20 сортов из коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова и 8 образцов, выделенных индивидуальным отбором. Полевые опыты закладывались в Аксайском районе Ростовской области в 2019–2021 гг. При выполнении работ придерживались методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и рекомендуемой зональной агротехники. **Научная новизна.** Для условий Нижнего Дона выделены высокопродуктивные коллекционные генотипы нута с различными значениями основных элементов структуры урожая. Изучена сила корреляционных связей между ними в условиях разных лет. **Результаты.** Наибольшее количество бобов наблюдалось у сортов Вектор, Волгоградский 10, Краснокутский 28 и Заволжский (28,0–29,2 шт.). Наибольшая масса 1000 зерен установлена у образцов а3 (502,6 г) и а1 (465,7 г), высокий уровень признака отмечен у генотипов а8, Зоовит, а5, а7, Галилео, Бонус, Триумф, Сфера и Волжанин 50 (306,3–380,4 г). Количество зерен на одном растении достигало наибольших значений у сортов Аватар, Заволжский, Волгоградский 10, Вектор и Краснокутский 36 (33,0–35,9 шт.). Наибольшая масса зерна с одного растения отмечена у генотипов а8, Заволжский, Галилео, Аватар, Краснокутский 123, Сфера, Розанна, а5, Бонус, а3, Триумф и а7 (8,4–10,6 г). Корреляционные связи между продуктивностью растения и элементами структуры урожая сильно колеблются в зависимости от условий года, поэтому наиболее оправданной для выделения лучших генотипов представляется оценка массы зерна с растения.

Ключевые слова: нут, *Cicer arietinum*, коллекция, генотип, элементы структуры урожая, продуктивность, корреляция

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическим планам по проектам № FNFZ-2024-0001 «Оценить перспективы использования коллекционного материала зерновых и зернобобовых культур для селекции в условиях Нижнего Дона» (ФГБНУ ФРАНЦ) и № FGEM-2022-0002 «Выявление возможностей генофонда бобовых культур для оптимизации их селекции и диверсификации использования в различных отраслях народного хозяйства» (ФИЦ ВИР).

Для цитирования: Гуленок Р. А., Козлов А. А., Сеферова И. В. Элементы структуры урожая коллекционного материала нута на Нижнем Дону // Аграрный вестник Урала. 2026. Т. 26, № 10. С. 1873–1884. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-1873-1884.

Дата поступления статьи: 18.12.2024, ***дата рецензирования:*** 13.03.2026, ***дата принятия:*** 29.05.2026.

© Gulenok R. A., Kozlov A. A., Seferova I. V., 2026

Yield structure elements of the chickpea germplasm on the Lower Don

R. A. Gulenok[1]✉, **A. A. Kozlov**[1], **I. V. Seferova**[2]
[1] Federal Rostov Agrarian Research Center, Rassvet settlement, Rostov region, Russia
[2] Federal Research Center "N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)", Saint Petersburg, Russia
✉*E-mail: rozaliya.gulenok@mail.ru*

Abstract. **The purpose** of this study is to screening the collection material of chickpeas by the basic yield structure elements in the conditions of the Rostov region, to identify genotypes that are perspective for use as parental components for hybridization. **Material and methods.** The object of the research was the collection genotypes of chickpea, including 20 varieties from the collection of the VIR and 8 samples was selected by individual selection. Field experiments were carried out in the Aksay district of the Rostov region in 2019–2021. **Scientific novelty.** Highly productive chickpea genotypes with different values of the main yield structure elements have been identified in the conditions of the Lower Don. The strength of the correlation links between them has been researched. **Results.** The highest amount pods per plant was observed in the varieties Vektor, Volgogradskiy 10, Krasnokutskiy 28 and Zavolzhskiy (28.0–29.2 pcs.). The highest 1000 seed weight was found in samples a3 (502.6 g) and a1 (465.7 g). The amount seed per plant was reached the highest values in the varieties Avatar, Zavolzhskiy, Volgogradskiy 10, Vektor and Krasnokutskiy 36 (33.0–35.9 pcs.). The highest seed weight per plant was observed in genotypes a8, Zavolzhskiy, Galileo, Avatar, Krasnokutskiy 123, Sfera, Rozanna, a5, Bonus, a3, Triumf and a7 (8.4–10.6 g). Correlation links between plant productivity and elements of the yield structure vary greatly depending on the conditions of the year. Therefore, the most justified method for identifying the best genotypes is to estimate the grain weight per plant.

Keywords: chickpea, *Cicer arietinum*, collection, germplasm, genotype, yield structure elements, productivity, correlation

Acknowledgments. This study was carried out within the framework of the state assignment in accordance with the thematic plans for projects No. FNFZ-2024-0001 "Assessing the prospects of using collection material of cereal and grain legume crops for breeding under Lower Don conditions" (FGBNU FRARTS) and No. FGEM-2022-0002 "Identifying the potential of the legume gene pool to optimize breeding and diversify utilization across various sectors of the national economy" (FRC VIR).

For citation: Gulenok R. A., Kozlov A. A., Seferova I. V. Yield structure elements of the chickpea germplasm on the Lower Don. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2026; 26 (10): 1873–1884. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-1873-1884. (In Russ.)

Date of paper submission: 18.12.2024, ***date of review:*** 13.03.2026, ***date of acceptance:*** 29.05.2026.

Постановка проблемы (Introduction)

Нут – древнейшая культура, которая играет существенную роль в обеспечении продовольствием отдельных регионов, велико его значение в обеспечении благосостояния в обществах, сохранивших традиционный уклад жизни [1]. Помимо привычного использования зерна нута в кулинарии, имеется огромный потенциал для его переработки методами промышленной биотехнологии для выделения концентратов и изолятов нутового белка, модификации белков нута, использования побочных продуктов его переработки [2]. Зерно нута – источник ценных биологически активных веществ и незаменимых жирных кислот [3]. Все это наряду с высокими агрономическими качествами нута служит предпосылками для увеличения роста посевных площадей этой культуры, роста валовых сборов зерна нута для удовлетворения собственных потребностей России в растительном белке и наращивания экспорта зерна нута. Для оптимизации производства нута необходима постоянная селекционная работа, позволяющая создавать все более продуктивные сорта, адаптированные к конкретным условиям выращивания.

Нут возделывается преимущественно в засушливых условиях, зачастую характеризующихся не только недостаточным количеством осадков, но и непостоянством их выпадения. Это обстоятельство существенно ограничивает прогнозирование урожайности зерна нута и составление математических

© Гуленок Р. А., Козлов А. А., Сеферова И. В., 2026

моделей. На первые позиции выходит адаптация как новая цель в селекции нута [4]. Важнейшим механизмом адаптации растений к действию условий окружающей среды и агрономических факторов является модификационная изменчивость элементов структуры урожая. Примерами могут служить увеличение количества бобов и продуктивности растения при уменьшении густоты стеблестоя нута [5], увеличение крупности зерна нута при ранних сроках сева [6; 7], острая реакция элементов структуры урожая нута на условия межвидовой конкуренции [8]. Неотъемлемой частью селекционной работы является анализ элементов структуры урожая и других показателей у такого материала, как сорта, ландрасы и селекционные линии, с последующим выделением источников целевых признаков [9].

Среди элементов структуры урожая нута первостепенное значение имеет количество завязавшихся на растении бобов. Нут во время цветения довольно уязвим для неблагоприятных метеорологических условий. При выпадении большого количества осадков, прохладной, влажной и пасмурной погоде происходят опадение цветков, аборт бобов и, как следствие, снижение урожая зерна [10; 11]. Высокие температуры также приводят к аборту бобов и потере урожая [12]. Количество бобов на растении в ряду других элементов структуры урожая отличается высокой наследуемостью [13], наиболее тесно связано с массой зерна с растения [14; 15] и урожайностью [16]. Поэтому количество бобов на растении используется как критерий отбора высокоурожайных генотипов, устойчивых к различным стрессорам [17].

Очень важным элементом структуры урожая является крупность зерна, влияние которой на урожайность слабее, чем количества бобов [18], однако она во многом определяет стоимость нута, так как для товарных партий желательной является масса 1000 зерен не менее 350 г [19].

Масса 1000 зерен нута – полигенно наследуемый признак [20], характеризующийся высокой наследуемостью [21] и в большей степени зависящий от генотипа, чем другие признаки [22; 23]. Но нужно принимать во внимание, что крупнозерные сорта зачастую низкорослые и имеют раскидистую форму куста [24], что может затруднять их механизированную уборку.

Влияние окружающей среды на величины элементов структуры урожая в большинстве случаев превалирует над наследственными факторами [25]. Разнообразие и непостоянство действия факторов внешней среды побуждают вести изучение селекционного материала в местных агроклиматических условиях, оценивать характер связей между хозяйственно-биологическими признаками и свойствами, вести поиск генотипов, эффективно сочетающих комплекс позитивных качеств. Цель настоящего исследования – изучить коллекционный материал нута по основным элементам структуры урожая в условиях Ростовской области, выделить генотипы, перспективные для использования в качестве родительских компонентов для гибридизации.

Методология и методы исследования (Methods)

Коллекционный питомник высевался в 2019–2021 годах на поле ФГБНУ ФРАНЦ в п. Рассвет Аксайского района Ростовской области. Материал исследований включал 28 генотипов нута. Из них 20 сортов были получены из коллекции ВИР: Приво 1, Волгоградский 10, Волжанин 50 (Волгоградская область), Вектор, Заволжский, Золотой юбилей, Краснокутский 123, Краснокутский 28, Краснокутский 36, Юбилейный, Бонус, Галилео, Сокол, Сфера, Шарик, Зоовит (Саратовская область), Донплаза (Ростовская область), Аватар (Орловская область), Розанна (Одесская область, Украина) и Триумф (совместной селекции учреждений Одесской области и Ставропольского края). Также коллекция включала образцы а1–а8, полученные в ФГБНУ ФРАНЦ индивидуальным отбором из товарных партий зерна.

Учеты, оценки и наблюдения выполняли согласно методике ГСИ[1], [2], элементы агротехники приближены к рекомендуемым зональным[3]. Посев проводился ручной сеялкой «Клен-1» рядового порционного высева. В первый год исследований ввиду ограниченности количества семян опыт закладывался на однорядковых делянках метровой длины семенами, полученными из ВИР. Во второй и третий год делянки были пятирядковые, посев выполнялся семенами собственной репродукции. Ширина междурядья – 30 см, межделяночное расстояние – 60 см. Норма высева – 20 зерен на рядок. Во все годы опыт закладывался в двукратной повторности. Уборка выполнялась снопами, структурный анализ осуществлялся после досушивания снопов с последующим обмолотом на молотилке МТПУ-500. Для взвешивания использовали электронные весы OHAUS SJX1502. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по общепринятым методикам с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel[4], [5].

[1] Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М. А. Федин [и др.]. Вып. 1. Общая часть. М., 1985. 270 с.

[2] Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М. А. Федин [и др.]. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. 270 с.

[3] Зональные системы земледелия Ростовской области 2022–2026 гг. / Подгот. А. И. Клименко [и др.]. Ростов н/Д.: Кн. изд-во, 2022. 734 с.

[4] Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: Выщ. шк., 1973. 320 с.

[5] Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

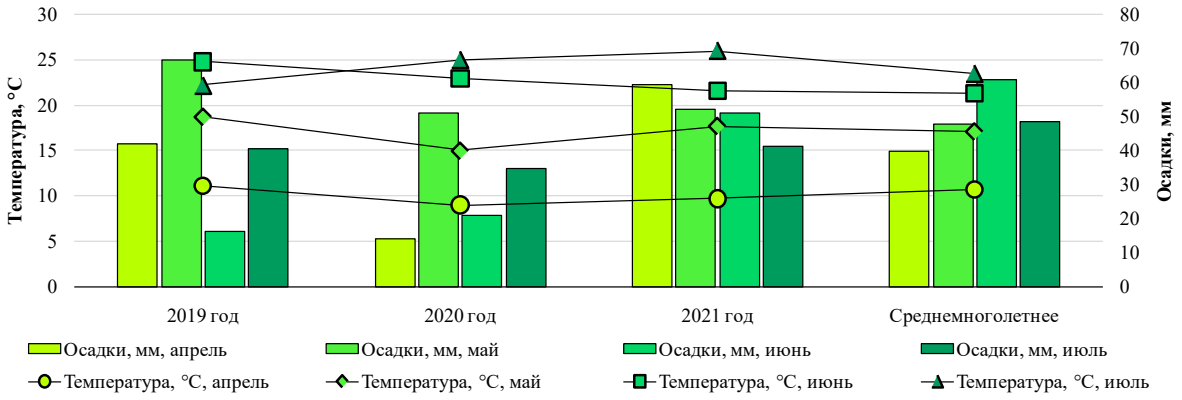


Рис. 1. Метеорологические условия вегетационного периода нута, п. Рассвет Ростовской области, 2019–2021 гг.

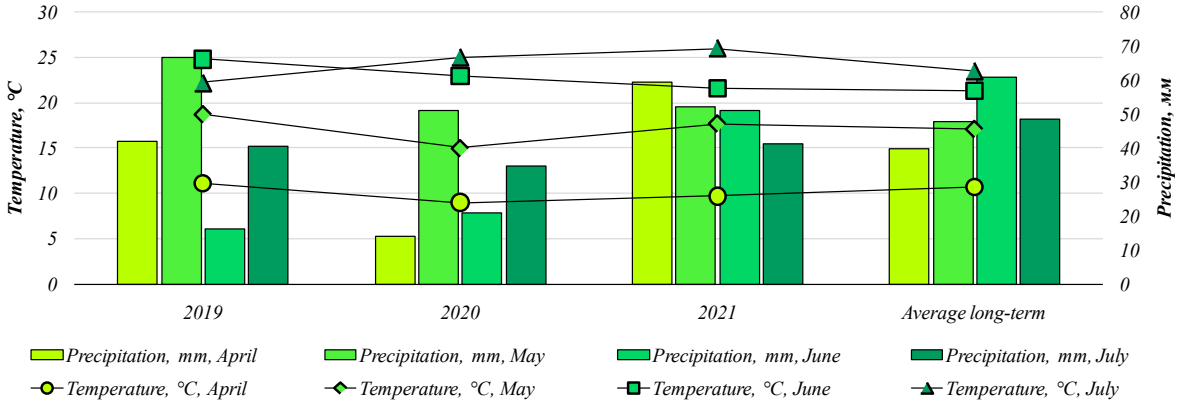


Fig. 1. Meteorological conditions the vegetation period of the chickpeas, Rassvet settlement, Rostov region, 2019–2021

Метеорологические условия сезонов исследований разнились (рис. 1). В 2019 году температуры апреля – июня превышали среднемноголетние значения. Температурный режим 2020 и 2021 годов ближе к среднемноголетним нормам, отличаясь чуть более прохладной весной и жарким летом.

Наиболее благоприятные по влагообеспеченности условия сложились в 2021 году: сумма осадков апреля – июля составила 203,8 мм против 197,1 мм среднемноголетних при довольно равномерном их распределении по месяцам; наименее благоприятные – в 2020 году: сумма осадков апреля – июля составила 120,8 мм. Параметры увлажнения 2019 года были удовлетворительны, обильные весенние осадки способствовали получению дружных всходов и начальному росту растений.

Результаты (Results)

Количество бобов на одном растении находится в зависимости как от наследственных качеств сорта, так и от условий внешней среды за период вегетации нута. В среднем за три года в наборе изученных сортов оно составляло 23,8 шт. (таблица 1) и, сильно завися от влагообеспеченности, варьировало от 12,8 шт. в 2020 году до 33,2 в 2021 году. Изученный коллекционный материал оказался довольно разнообразен по обсуждаемому показателю, размах варьирования которого в среднем за три года составил 16,2–29,2 шт. Распределение генотипов характеризуется левосторонней асимметрией, большинство образцов коллекции сосредоточено в классовых интервалах 20,6–27,0 шт. (рис. 2). Высокая завязываемость бобов отмечена у сортов Вектор (29,2 шт.), Волгоградский 10 (28,9 шт.), Краснокутский 28 (28,5 шт.) и Заволжский (28,0 шт.). Самые низкие значения – у крупносемянных образцов а3 (16,2 шт.) и а1 (16,7 шт.).

Количество зерен в бобе мало различалось в условиях разных лет. Наибольшая разница между средними по набору сортов значениями составила 0,11 зерна в бобе. Изученная коллекция обладает наименьшим разнообразием именно по количеству зерен в бобе (рис. 2): средний за три года коэффициент вариации составил 8,4 %. В условиях недостаточного увлажнения материал нута оказался лучше дифференцирован (11,2 %) по обсуждаемому признаку, чем в благоприятный по влагообеспеченности год (7,5 %). Безусловным лидером по озерненности боба является сорт орловской селекции Аватар (1,42 зерна в бобе). Высокие значения показателя отмечены у сортов Заволжский (1,26 шт.), Шарик (1,26 шт.) и Золотой юбилей (1,23 шт.). Наименьшее количество зерен в бобе наблюдалось у образцов а1 (0,97 шт.), Триумф (0,98 шт.), Волжанин 50 (1,02 шт.) и Краснокутский 28 (1,04 шт.). Значения ниже единицы объясняются тем, что во время снопового анализа с целью лучшего понима-

ния процесса формирования урожая учитывались как бобы полностью без семян, так и бобы с абортивными семенами. Наибольшее количество таких бобов наблюдалось у крупносемянного образца а1 в 2020 году при 0,83 зерен в бобе.

Масса 1000 зерен по изученному набору сортов составила 288,6 г, достигая 311,4 г в условиях хорошей влагообеспеченности (таблица 2). Распределение генотипов коллекции асимметрично, основное количество генотипов преимущественно принадлежит классовым интервалам 204,3–254,0 и 303,8–353,5 г (рис. 2). Наиболее крупное зерно формировали образцы а3 (502,6 г) и а1 (465,7 г) (рис. 3). Масса 1000 зерен свыше 300 г в среднем за три года отмечена у сортов и образцов коллекции а8 (380,4 г), Зоовит (346,5 г), а5 (338,5 г), а7 (337,0 г), Галилео (334,5 г), Бонус (331,4 г), Триумф (328,9 г), Сфера (310,3 г) и Волжанин 50 (306,3 г). Самое мелкое зерно у генотипов Краснокутский 28 (204,3 г), а4 (215,3 г) и Приво 1 (219,2 г).

Таблица 1

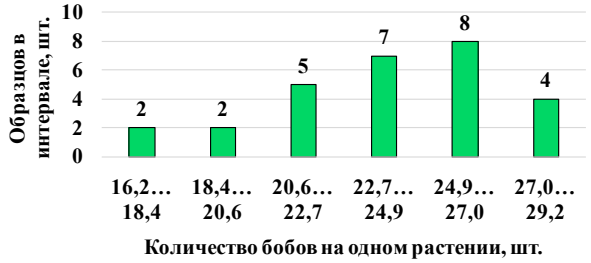
Характеристика коллекционного материала нута по зерновой продуктивности бобов, 2019–2021 гг.

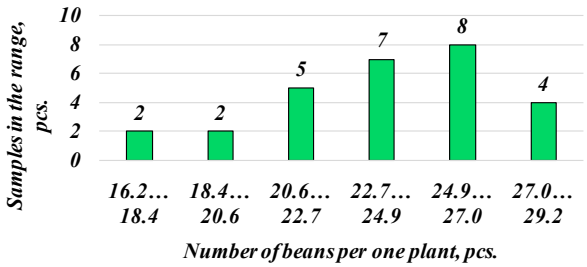
Год	Величина	Количество бобов на одном растении, шт.	Количество зерен в бобе, шт.	Масса зерен в бобе, г
2019	**Среднее**	**25,5**	**1,12**	**0,30**
	Минимум	14,0	0,92	0,17
	Максимум	34,8	1,45	0,52
	Коэффициент вариации, %	20,3	9,5	26,1
2020	**Среднее**	**12,8**	**1,10**	**0,30**
	Минимум	8,4	0,83	0,20
	Максимум	25,0	1,36	0,49
	Коэффициент вариации, %	29,7	11,2	23,2
2021	**Среднее**	**33,2**	**1,21**	**0,37**
	Минимум	22,8	1,08	0,27
	Максимум	45,1	1,45	0,55
	Коэффициент вариации, %	18,3	7,5	18,7
Среднее за три года	**Среднее**	**23,8**	**1,14**	**0,33**
	Минимум	16,2	0,97	0,21
	Максимум	29,2	1,42	0,52
	Коэффициент вариации, %	14,4	8,4	21,4

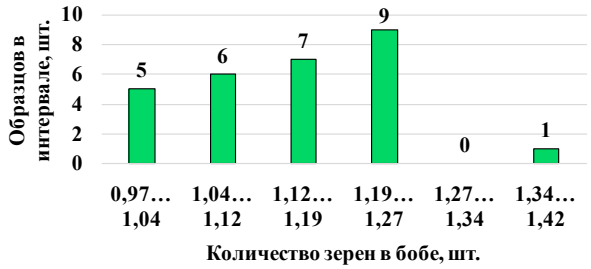
Table 1

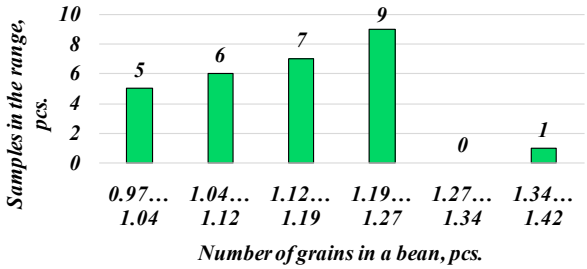
Characteristics genotypes of chickpea germplasm by grain yield of beans, 2019-2021

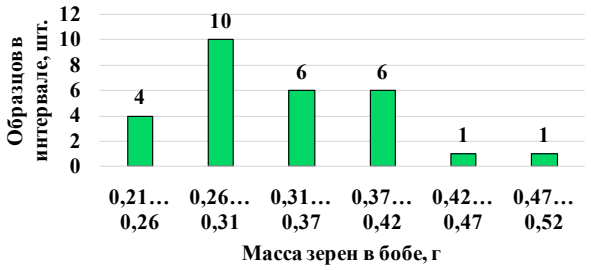
Year	*Value*	*Number of beans per one plant, pcs.*	*Number of grains in a bean, pcs.*	*Weight of grains in a bean, g*
2019	***Average***	***25.5***	***1.12***	***0.30***
	Minimum	*14.0*	*0.92*	*0.17*
	Maximum	*34.8*	*1.45*	*0.52*
	Coefficient of variation, %	*20.3*	*9.5*	*26.1*
2020	***Average***	***12.8***	***1.10***	***0.30***
	Minimum	*8.4*	*0.83*	*0.20*
	Maximum	*25.0*	*1.36*	*0.49*
	Coefficient of variation, %	*29.7*	*11.2*	*23.2*
2021	***Average***	***33.2***	***1.21***	***0.37***
	Minimum	*22.8*	*1.08*	*0.27*
	Maximum	*45.1*	*1.45*	*0.55*
	Coefficient of variation, %	*18.3*	*7.5*	*18.7*
Three-year average	***Average***	***23.8***	***1.14***	***0.33***
	Minimum	*16.2*	*0.97*	*0.21*
	Maximum	*29.2*	*1.42*	*0.52*
	Coefficient of variation, %	*14.4*	*8.4*	*21.4*

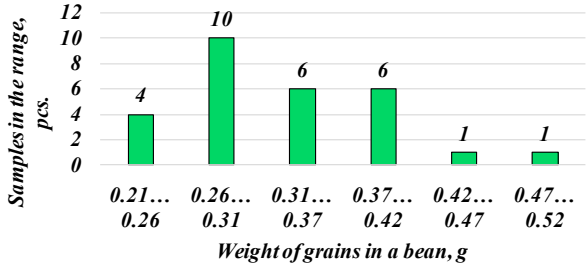


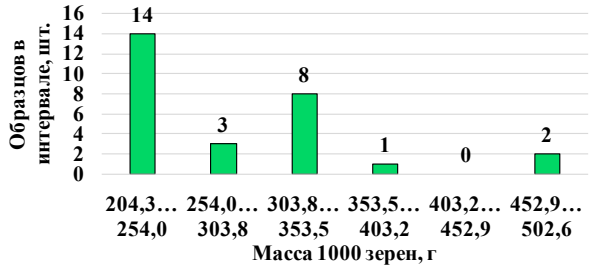


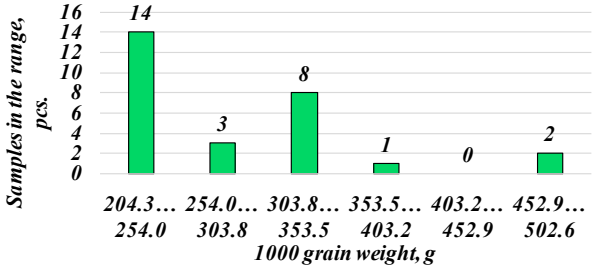


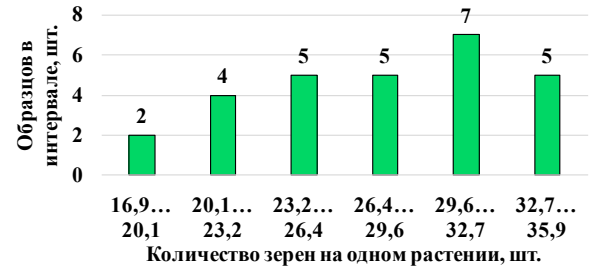


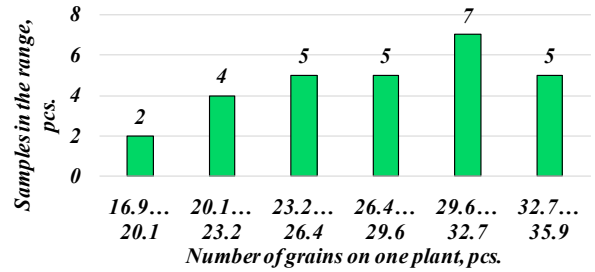


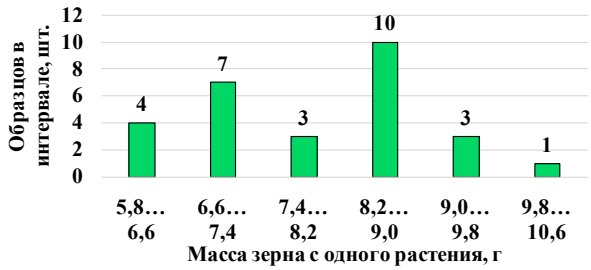












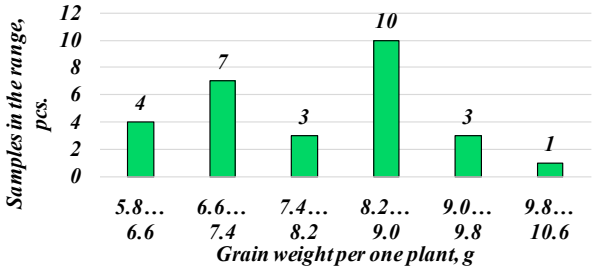


Рис. 2. Характер распределения генотипов нута по средним за три года значениям продукционных признаков, 2019–2021 гг.

Fig. 2. Character the distribution of chickpea genotypes by the three-years average values of yield traits, 2019–2021

Таблица 2

Характеристика коллекционного материала нута по зерновой продуктивности растений, 2019–2021 гг.

Год	Величина	Масса 1000 зерен, г	Количество зерен на одном растении, шт.	Масса зерна с одного растения, г
2019	**Среднее**	**275,8**	**28,5**	**7,5**
	Минимум	171,9	14,4	5,0
	Максимум	508,1	41,0	9,9
	Коэффициент вариации, %	30,0	21,9	18,4
2020	**Среднее**	**278,7**	**14,2**	**3,8**
	Минимум	199,4	7,1	2,2
	Максимум	505,6	34,0	8,1
	Коэффициент вариации, %	29,4	38,5	34,5
2021	**Среднее**	**311,4**	**40,3**	**12,2**
	Минимум	236,6	28,2	8,7
	Максимум	494,2	57,7	18,9
	Коэффициент вариации, %	20,6	20,5	17,8
Среднее за три года	**Среднее**	**288,6**	**27,7**	**7,8**
	Минимум	204,3	16,9	5,8
	Максимум	502,6	35,9	10,6
	Коэффициент вариации, %	25,7	18,5	14,8

Table 2

Characteristics genotypes of chickpea germplasm by grain yield of plants, 2019–2021

Year	*Value*	*1000 grain weight, g*	*Number of grains on one plant, pcs.*	*Grain weight per one plant, g*
2019	***Average***	***275.8***	***28.5***	***7.5***
	Minimum	*171.9*	*14.4*	*5.0*
	Maximum	*508.1*	*41.0*	*9.9*
	Coefficient of variation, %	*30.0*	*21.9*	*18.4*
2020	***Average***	***278.7***	***14.2***	***3.8***
	Minimum	*199.4*	*7.1*	*2.2*
	Maximum	*505.6*	*34.0*	*8.1*
	Coefficient of variation, %	*29.4*	*38.5*	*34.5*
2021	***Average***	***311.4***	***40.3***	***12.2***
	Minimum	*236.6*	*28.2*	*8.7*
	Maximum	*494.2*	*57.7*	*18.9*
	Coefficient of variation, %	*20.6*	*20.5*	*17.8*
Three-year average	***Average***	***288.6***	***27.7***	***7.8***
	Minimum	*204.3*	*16.9*	*5.8*
	Maximum	*502.6*	*35.9*	*10.6*
	Coefficient of variation, %	*25.7*	*18.5*	*14.8*

Масса зерен в бобе в среднем за три года исследований составила 0,33 г, достигая 0,37 г в благоприятный год. Распределение генотипов коллекции правостороннее, основное их количество сосредоточено в интервале значений 0,21–0,42 г (рис. 2). По этому признаку лидируют крупносеменные образцы а3 (0,52 г) и а1 (0,45 г), а также а8 (0,41 г) и а5 (0,40 г). Среди районированных сортов наиболее высокими значениями обладают Зоовит (0,41 г), Бонус (0,39 г), Галилео (0,38 г), Аватар (0,36 г) и Сфера (0,35 г). Наиболее низкая зерновая продуктивность боба у образцов коллекции Краснокутский 28 (0,21 г), а4 (0,23 г), Юбилейный (0,26 г), Приво 1 (0,26 г) и а6 (0,26 г).

Количество зерен на одном растении резко колебалось в условиях разных лет: от 14,2 шт. в засушливых условиях до 40,3 шт. в благоприятных. Распределение генотипов коллекции левостороннее и довольно равномерное (рис. 2). Наибольшее количество зерен формируют сорта Аватар (35,9 шт.), Заволжский (35,6 шт.), Волгоградский 10 (35,2 шт.), Вектор (33,4 шт.) и Краснокутский 36 (33,0 шт.). Аутсайдерами, завязавшими наименьшее количество зерен, оказались крупносемянные образцы а1 (16,9 шт.) и а3 (17,3 шт.).

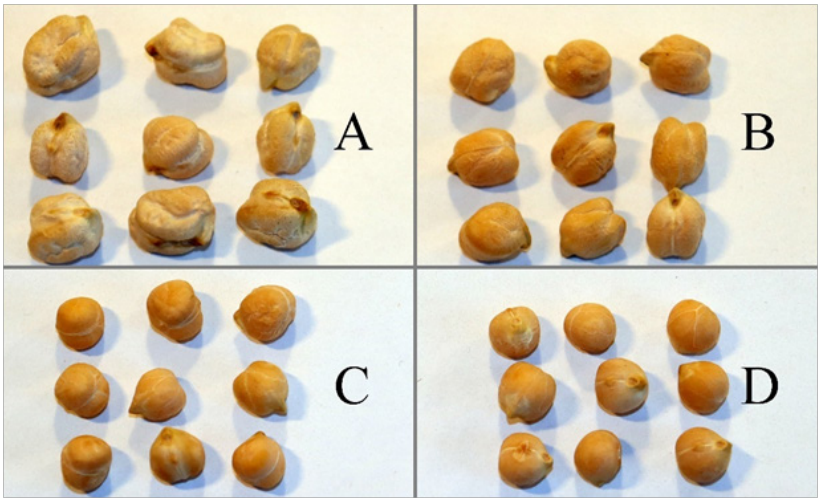


Рис. 3. Зерно нута с различной массой 1000 зерен:
A – а3 (494,2 г), B – Триумф (408,0 г), C – Шарик (257,1 г), D – Приво 1 (250,2 г), 2021 г.
Fig. 3. Chickpea grains with a different weight of 1000 grain:
A – a3 (494.2 g), B – Triumf (408.0 g), C – Sharik (257.1 g), D – Privo 1 (250.2 g), 2021

Таблица 3

Коэффициенты корреляции элементов структуры урожая с массой зерна с одного растения у нута, 2019–2021 гг.

Коррелирующий признак	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Трехлетнее
Количество бобов на одном растении, шт.	0,35 0,39*	0,80* 0,53*	0,56* 0,42*	0,18 0,18
Количество зерен в бобе, шт.	–0,01 0,11	0,32 0,08	0,15 0,16	0,23 0,24
Масса зерен в бобе, г	0,44* 0,55*	0,44* 0,66*	0,37 0,41*	0,57* 0,65*
Масса 1000 зерен, г	0,40* 0,57*	0,22 0,57*	0,30 0,32	0,41* 0,54*
Количество зерен на одном растении, шт.	0,30 0,31	0,80* 0,40*	0,55* 0,46*	0,25 0,24

*Примечание. * Корреляция значима при p < 0,05. В числителе показан коэффициент линейной корреляции Пирсона (r), в знаменателе – коэффициент ранговой корреляции Спирмена (R).*

Table 3

Correlation coefficients of yield structure elements with grain weight per one plant in the chickpeas, 2019–2021

Correlating trait	*2019*	*2020*	*2021*	*Three-year*
Number of beans per one plant, pcs.	*0.35* *0.39**	*0.80** *0.53**	*0.56** *0.42**	*0.18* *0.18*
Number of grains in a bean, pcs.	*–0.01* *0.11*	*0.32* *0.08*	*0.15* *0.16*	*0.23* *0.24*
Weight of grains in a bean, g	*0.44** *0.55**	*0.44** *0.66**	*0.37* *0.41**	*0.57** *0.65**
1000 grain weight, g	*0.40** *0.57**	*0.22* *0.57**	*0.30* *0.32*	*0.41** *0.54**
Number of grains on one plant, pcs.	*0.30* *0.31*	*0.80** *0.40**	*0.55** *0.46**	*0.25* *0.24*

*Note. 1. * Correlations are significant at p < 0.05. Pearson linear correlation coefficient (r) shown at the top, and at the bottom – Spearman rank correlation coefficient (R).*

Масса зерна с одного растения сильно подвержена действию условий внешней среды, о чем свидетельствует практически трехкратное различие показателя в засушливых и благоприятных условиях. Характер распределения генотипов коллекции бимодальный, с наибольшим количеством образцов в диапазонах значений 6,6–7,4 г и 8,2–9,0 г (рис. 2). Наибольшая зерновая продуктивность растений отмечена у генотипов а8 (10,6 г), Заволжский (9,4 г), Галилео (9,1 г), Аватар (9,0 г), Краснокутский 123 (9,0 г), Сфера (8,7 г), Розанна (8,7 г), а5 (8,6 г), Бонус (8,5 г), а3 (8,4 г), Триумф (8,4 г) и а7 (8,4 г). Об-

ращает на себя внимание разный вклад, вносимый элементами структуры урожая в формирование результирующего признака. К примеру, у образца а3 решающую роль играет высокая масса 1000 зерен (502,6 г), в свою очередь, определяющая высокую продуктивность боба (0,52 г), и даже при небольшом количестве бобов (16,2 шт.) продуктивность растения находится на довольно высоком уровне (8,4 г). В противоположность ему можно привести сорт Аватар со сравнительно невысокой массой 1000 зерен (251,9 г) при сравнительно большом количестве (25,3 шт.) хорошо озерненных бобов (1,42 шт.), демонстрирующий сопоставимый уровень продуктивности растения (9,0 г). У образца а8, лидирующего по массе зерна с растения (10,6 г), соотношение элементов структуры урожая достаточно гармонично, за исключением довольно малого количества зерен в бобе (1,08 шт.), что вполне компенсируется их крупностью (380,4 г).

Кроме оценки элементов структуры урожайности, были изучены и другие признаки, варьирующие в следующих пределах (по средним за три года значениям): высота растений – от 38,9 до 54,2 см, высота прикрепления нижнего боба – от 22,0 до 34,7 см, масса соломы с одного растения – от 5,7 до 10,9 г, уборочный индекс – от 38,2 до 55,6 %.

По средним за три года исследований показателям количество бобов на одном растении довольно тесно коррелирует с высотой растения (r = 0,52) и массой соломы с растения (r = 0,60). Влияние количества бобов на растении на его зерновую продуктивность непостоянно по годам, связь наиболее сильна в условиях недостаточного увлажнения 2020 года (таблица 3).

Количество зерен в бобе находится в положительной связи с высотой растения (r = 0,47) и количеством бобов на растении (r = 0,43). Влияние озерненности боба на зерновую продуктивность растений слабое (r = 0,23), что может указывать не на малозначимость этого признака в формировании урожая, а на ограниченное по нему разнообразие изученного материала, не позволяющее оценить его влияние.

Согласно трехлетним данным, масса 1000 зерен нута отрицательно коррелирует с высотой растений (r = –0,67), высотой прикрепления нижнего боба (r = –0,62) и положительно – с уборочным индексом (r = 0,52). Иными словами, в пределах изученной коллекции самые крупносемянные образцы нута – компактные, короткостебельные, со сравнительно низким прикреплением нижних бобов. Масса 1000 зерен отрицательно коррелирует с количеством бобов (r = –0,74) и зерен (r = –0,74) на растении и с количеством зерен в бобе (r = –0,49). Очень сильна роль признака в формировании массы зерна в бобе (r = 0,94).

Поскольку в аспекте экономической эффективности производства зерна нута, помимо урожайности генотипа, значительная роль принадлежит крупности зерна, особый интерес представляет характер связи этих признаков. Связь массы 1000 зерен и массы зерна с одного растения довольно слаба и непостоянна по годам (таблица 3). При этом выделились генотипы, эффективно сочетающие оба признака. Таковыми образцами, формирующими на растении не менее 8,4 г зерна с крупностью не ниже 328,9 г, являются а5, а7, Галилео, Бонус и Триумф. Особенно ценен в этом смысле образец а8 с зерновой продуктивностью растения 10,6 г и массой 1000 зерен 380,4 г.

Масса зерен в бобе отрицательно коррелирует с высотой растений (r = –0,58) и высотой прикрепления нижнего боба (r = –0,56), количеством бобов (r = –0,68) и зерен (r = –0,56) на растении. Положительная связь установлена с уборочным индексом (r = 0,62). Влияние признака на зерновую продуктивность растения (при рассмотрении по трехлетним данным) средней силы, но не столь выраженное в отдельные годы (таблица 3).

Количество зерен на одном растении находится в положительной зависимости от высоты растения (r = 0,58), высоты прикрепления нижнего боба (r = 0,39), количества бобов на растении (r = 0,91), массы соломы с растения (r = 0,53), количества зерен в бобе (r = 0,75). Довольно сильна отрицательная связь с массой 1000 зерен (r = –0,74). Связь с зерновой продуктивностью крайне непостоянна в условиях разных лет: колеблется от слабой в 2019 году до сильной линейной зависимости в 2020 году.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Изучение коллекции нута в 2019–2021 годах позволило выявить образцы, ценные по фенотипическому уровню элементов структуры урожая. Хорошей завязываемостью бобов (выше 28,0 шт.) отличаются сорта Вектор, Волгоградский 10, Краснокутский 28 и Заволжский. Высокая озерненность боба (свыше 1,23 шт.) отмечена у сортов Аватар, Заволжский, Шарик и Золотой юбилей. Масса 1000 зерен, не только являющаяся элементом структуры урожая, но и влияющая на закупочные цены зерна нута, наиболее высока у образцов а3 и а1 (превышает 465 г). По продуктивности боба лидируют крупнозерные образцы а3 и а1, формирующие более 0,45 г зерна в бобе. Количество зерен на растении было наибольшим у сортов Аватар, Заволжский, Волгоградский 10, Вектор и Краснокутский 36, завязывающих не менее 33,0 зерен. Наиболее продуктивны образцы коллекции а8, Заволжский, Галилео, Аватар, Краснокутский 123, Сфера, Розанна, а5, Бонус, а3, Триумф и а7, формирующие более 8,4 г зерна с растения.

Отсутствие четких и постоянных в условиях разных лет корреляционных зависимостей зерновой продуктивности растения с элементами структуры урожая, ее составляющими, не позволяет установить конкретный маркер продуктивности генотипа. В этой ситуации в качестве такового при проведении отборов и браковок наиболее целесообразным представляется использование непосредственно массы зерна с растения.

Полученные в результате исследования знания представляют интерес при подборе родительских компонентов для гибридизации и создания нового селекционного материала нута. Перспективны как образцы, контрастно отличающиеся вкладом отдельных элементов структуры урожая и способные обеспечить широкий спектр формообразования в гибридных популяциях, так и образцы, выделившиеся высоким значением интегрального признака – массой зерна с растения. Обсуждаемые нюансы формирования растением урожая зерна, с одной стороны, подчеркивают разнообразие изученной коллекции, а с другой – указывают на необходимость вариативности подходов в конструировании модели сорта нута, адаптированного к почвенно-климатическим условиям Нижнего Дона.

Библиографический список

1. Asrat R. T., Girma M., Tafesse E., Whiting S. J., Henry C. J. Nutritional status of preschool children (aged 24 to 59 months) and chickpea production and consumption in Ethiopia // African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. 2024. Vol. 24, No. 9. Pp. 24387–24408. DOI: 10.18697/ajfand.134.25045.

2. Yeasmen N., Orsat V. Industrial processing of chickpeas (*Cicer arietinum*) for protein production // Crop Science. 2024. Vol. 65, No. 1. DOI: 10.1002/csc2.21361.

3. Madurapperumage A., Tang L., Thavarajah P., et al. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) as a source of essential fatty acids – a biofortification approach // Frontiers in Plant Science. 2021. Vol. 12. Article number 734980. DOI: 10.3389/fpls.2021.734980.

4. Duarte I. Chickpea breeding program and research in Portugal // Open Journal of Plant Science. 2022. Vol. 7, No. 2. Pp. 034–042. DOI: 10.17352/ojps.000049.

5. Abou Chehade L., Tavarini S., Bozzini M. F., Koskey G., Caturegli L., Antichi D., Angelini L. G. Agronomic and phytochemical characterization of chickpea local genetic resources for the agroecological transition and sustainable food systems // Agronomy. 2024. Vol. 14, No. 10. Article number 2229. DOI: 10.3390/agronomy14102229.

6. Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние технологических приемов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3. С. 32–37.

7. Rasool I., Hussain K., Ameen M. A., et al. Evaluation of chickpea varieties for climate resilience and yield stability at different planting dates // Biological and Clinical Sciences Research Journal. 2024. Vol. 1. Article number 986. DOI: 10.54112/bcsrj.v2024i1.986.

8. Deepak T. N., Vasudevan S. N., Ramanji R. S., Tejaswini U. Evaluation of growth and seed yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // Environment Conservation Journal. 2023. Vol. 24, No. 2. Pp. 27–31. DOI: 10.36953/ECJ.14302429.

9. Choi Y.-M., Yoon H., Shin M.-J., et al. Diversity of major yield traits and nutritional components among greenhouse grown chickpea (Cicer arietinum L.) breeding lines, landraces, and cultivars of different origins // Plants. 2024. Vol. 13. Article number 3078. DOI: 10.3390/plants13213078.

10. Duarte I., Imtiaz M., Pinheiro C., Simões N., Chaves M. Adaptation and Yield Stability for chickpea genotypes to the Mediterranean basin // International Journal of Plant Biology & Research. 2023. Vol. 11, Iss. 1. Article number 1134. DOI: 10.47739/2333-6668/1134.

11. Suman P., Lal G. M., Sree J. S. Genetic analysis for seed yield and its yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L) // International Journal of Plant & Soil Science. 2023. Vol. 35, Iss. 19. Pp. 1576–1587. DOI: 10.9734/ijpss/2023/v35i193703.

12. Duarte I. Estimate of chickpea production (*Cicer arietinum* L.) as a function of plant phenology // Brazilian Journal of Science. 2023. Vol. 2, No. 7. Pp. 30–39. DOI: 10.14295/bjs.v2i7.327.

13. Himanshu, Syed M., Singh M., et al. Estimation of genetic variability for yield and its component traits in chickpea (Cicer arietinum L.) // Archives of Current Research International. 2024. Vol. 24, Iss. 10. Pp. 191–195. DOI: 10.9734/acri/2024/v24i10921.

14. Apoorva K. S., Kolakar S. S., Jakkeral S. A., Nadukeri S., Usha T. N. Reckoning the interelationship among different yield contributing traits in chickpea (Cicer arietinum L.) genotypes // Journal of Advances in Biology & Biotechnology. 2024. Vol. 27, Iss. 11. Pp. 213–220. DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i111606.

15. Lambe Y. M., Kute N. S., Totre A. S., et al. Genetic variability and path analysis for yield and yield contributing traits in chickpea (Cicer arietinum L.). // International Journal of Research in Agronomy. 2024. Vol. 7, Iss. 9S. Pp. 321–326. DOI: 10.33545/2618060X.2024.v7.i9Se.1497.

16. Güngör H. Optimizing chickpea yield: GGE biplot analysis of sowing seasons // International Journal of Agriculture and Natural Resources. 2024. Vol. 51, No. 2. Pp. 127–139. DOI: 10.7764/ijanr.v51i2.2596.

17. Eshetu Y. S., Woldemichael T. M., Gebreegziabher Z. F. Yield performance evaluation of kabuli and desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties under rainfed condition // Journal of Scientific Agriculture. 2024. Vol. 8. Pp. 38–43. DOI: 10.25081/jsa.2024.v8.8964.

18. Moulya G., Harish Babu B. N., Lakshmana D., Dhananjaya B. C., Raghavendra S. Studies on genetic variability and character association in chickpea germplasm for growth and yield attributes // Journal of Advances in Biology & Biotechnology. 2024. Vol. 27, Iss. 10. Pp. 1119–1125. DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i101533.

19. Германцева Н. И. Результаты и перспективы селекции нута на Краснокутской станции // Аграрный вестник Юго-Востока. 2019. № 1. С. 9–14.

20. Kivrak K. G., Eker T., Sari H., et al. Integration of extra-large-seeded and double-podded traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) // Agronomy. 2020. Vol. 10, No. 6. Article number 901. DOI: 10.3390/agronomy10060901.

21. Kumar A., Singh A., Arya M., Bhanu A. N., Kumar V., Chaturvedi S. K. Study of genetic variability and character association for yield and components traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm in Bundelkhand region // Journal of Experimental Agriculture International. 2024. Vol. 46, Iss. 8. Pp. 628–639. DOI: 10.9734/jeai/2024/v46i82745.

22. Sellami M. H., Lavini A., Pulvento C. Phenotypic and quality traits of chickpea genotypes under rainfed conditions in South Italy // Agronomy. 2021. Vol. 11, No. 5. Article number 962. DOI: 10.3390/agronomy11050962.

23. Балашов А. В., Набойченко К. В., Малахова А. А., Балашов В. А. Биостатистический анализ хозяйственных показателей сортов нута Волгоградской селекции // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2. С. 22–30.

24. Пташник О. П. Изучение сортов нута в условиях степного Крыма // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2. С. 10–13.

25. Bharath K., Lavanya G. R. Selection strategy for yield improvement of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) // Archives of Current Research International. 2024. Vol. 24, Iss. 10. Pp. 196–204. DOI: 10.9734/acri/2024/v24i10922

Об авторах:

Розалия Александровна Гуленок, аспирант, научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сельскохозяйственных культур, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет, Ростовская область, Россия; ORCID 0000-0002-8275-6738, AuthorID 894191. *E-mail: rozaliya.gulenok@mail.ru*

Александр Александрович Козлов, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и генетики сельскохозяйственных культур, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет, Ростовская область, Россия; ORCID 0000-0003-0290-0398, AuthorID 209466. *E-mail: kozlov86@bk.ru*

Ирина Владимировна Сеферова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела генетических ресурсов зернобобовых культур, Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова», Санкт-Петербург, Россия; ORCID 0000-0003-3308-9198. AuthorID 88897. *E-mail: i.seferova@vir.nw.ru*

References

1. Asrat R. T., Girma M., Tafesse E., Whiting S. J., Henry C. J. Nutritional status of preschool children (aged 24 to 59 months) and chickpea production and consumption in Ethiopia. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development.* 2024; 24 (9): 24387–24408. DOI: 10.18697/ajfand.134.25045.

2. Yeasmen N., Orsat V. Industrial processing of chickpeas (Cicer arietinum) for protein production. *Crop Science.* 2024; 65 (1). DOI: 10.1002/csc2.21361.

3. Madurapperumage A., Tang L., Thavarajah P., et al. Chickpea (Cicer arietinum L.) as a source of essential fatty acids – a biofortification approach. *Frontiers in Plant Science.* 2021; 12: 734980. DOI: 10.3389/fpls.2021.734980.

4. Duarte I. Chickpea breeding program and research in Portugal. *Open Journal of Plant Science.* 2022; 7 (2): 034–042. DOI: 10.17352/ojps.000049.

5. Abou Chehade L., Tavarini S., Bozzini M. F., et al. Agronomic and phytochemical characterization of chickpea local genetic resources for the agroecological transition and sustainable food systems. *Agronomy.* 2024; 14 (10): 2229. DOI: 10.3390/agronomy14102229.

6. Vasilchenko S. A., Metlina G. V. The effect of cultivation technologies on chickpea productivity in the southern part of the Rostov region. *Grain Economy of Russia.* 2020; 3 (69): 32–37. (In Russ.)

7. Rasool I., Hussain K., Ameen M. A., et al. Evaluation of chickpea varieties for climate resilience and yield stability at different planting dates. *Biological and Clinical Sciences Research Journal.* 2024; 1: 986. DOI: 10.54112/bcsrj.v2024i1.986.

8. Deepak T. N., Vasudevan S. N., Ramanji R. S., Tejaswini U. Evaluation of growth and seed yield of chickpea (Cicer arietinum L.). *Environment Conservation Journal.* 2023; 24 (2): 27–31. DOI: 10.36953/ECJ.14302429.

9. Choi Y.-M., Yoon H., Shin M.-J., et al. Diversity of major yield traits and nutritional components among greenhouse grown chickpea (Cicer arietinum L.) breeding lines, landraces, and cultivars of different origins. *Plants.* 2024; 13: 3078. DOI: 10.3390/plants13213078.

10. Duarte I., Imtiaz M., Pinheiro C., Simões N., Chaves M. Adaptation and yield stability for chickpea genotypes to the Mediterranean basin. *International Journal of Plant Biology & Research.* 2023; 11 (1): 1134. DOI: 10.47739/2333-6668/1134.

11. Suman P., Lal G. M., Sree J. S. Genetic analysis for seed yield and its yield components in chickpea (Cicer arietinum L). *International Journal of Plant & Soil Science.* 2023; 35 (19): 1576–1587. DOI: 10.9734/ijpss/2023/v35i193703.

12. Duarte I. Estimate of chickpea production (*Cicer arietinum* L.) as a function of plant phenology. *Brazilian Journal of Science.* 2023; 2 (7): 30–39. DOI: 10.14295/bjs.v2i7.327.

13. Himanshu, Syed M., Singh M., et al. Estimation of Genetic variability for yield and its component traits in chickpea (Cicer arietinum L.). *Archives of Current Research International.* 2024; 24 (10): 191–195. DOI: 10.9734/acri/2024/v24i10921.

14. Apoorva K. S., Kolakar S. S., Jakkeral S. A., Nadukeri S., Usha T. N. Reckoning the interelationship among different yield contributing traits in chickpea (Cicer arietinum L.) genotypes. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology.* 2024; 27 (11): 213–220. DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i111606.

15. Lambe Y. M., Kute N. S., Totre A. S., et al. Genetic variability and path analysis for yield and yield contributing traits in chickpea (Cicer arietinum L.). *International Journal of Research in Agronomy.* 2024; 7 (9S): 321–326. DOI: 10.33545/2618060X.2024.v7.i9Se.1497.

16. Güngör H. Optimizing chickpea yield: GGE biplot analysis of sowing seasons. *International Journal of Agriculture and Natural Resources.* 2024; 51 (2): 127–139. DOI: 10.7764/ijanr.v51i2.2596.

17. Eshetu Y. S., Woldemichael T. M., Gebreegziabher Z. F. Yield performance evaluation of kabuli and desi chickpea (Cicer arietinum L.) varieties under rainfed condition. *Journal of Scientific Agriculture.* 2024; 8: 38–43. DOI: 10.25081/jsa.2024.v8.8964.

18. Moulya G., Harish Babu B. N., Lakshmana D., Dhananjaya B. C., Raghavendra S. Studies on genetic variability and character association in chickpea germplasm for growth and yield attributes. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology.* 2024; 27 (10): 1119–1125. DOI: 10.9734/jabb/2024/v27i101533.

19. Germantseva N. I. The results and perspectives of chickpea breeding at Krasnokutskaya station. *Agrarian Reporter of South-East.* 2019; 1: 9–14. (In Russ.)

20. Kivrak K. G., Eker T., Sari H., et al. Integration of extra-large-seeded and double-podded traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Agronomy.* 2020; 10 (6): 901. DOI: 10.3390/agronomy10060901.

21. Kumar A., Singh A., Arya M., et al. Study of genetic variability and character association for yield and components traits in chickpea (Cicer arietinum L.) germplasm in Bundelkhand region. *Journal of Experimental Agriculture International.* 2024; 46 (8): 628–639. DOI: 10.9734/jeai/2024/v46i82745.

22. Sellami M. H., Lavini A., Pulvento C. Phenotypic and quality traits of chickpea genotypes under rainfed conditions in South Italy. *Agronomy.* 2021; 11 (5): 962. DOI: 10.3390/agronomy11050962

23. Balashov A. V., Naboychenko K. V., Malakhova A. A., Balashov V. A. Biostatistical analysis of economic indicators of chickpea varieties of Volgograd selection. *Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education.* 2023; 2 (70): 22–30. (In Russ.)

24. Ptashnik O. P. The study of chickpea varieties in the conditions of steppe Crimea. *Grain Economy of Russia.* 2016; 2: 10–13. (In Russ.)

25. Bharath K., Lavanya G. R. Selection strategy for yield improvement of chickpea genotypes (Cicer arietinum L.). *Archives of Current Research International.* 2024; 24 (10): 196–204. DOI: 10.9734/acri/2024/v24i10922.

Authors' information:

Rozaliya A. Gulenok, postgraduate, researcher of the laboratory breeding and genetics of agricultural crops, Federal Rostov Agrarian Research Center, Rassvet settlement, Rostov region, Russia;
ORCID 0000-0002-8275-6738, AuthorID 894191. *E-mail: rozaliya.gulenok@mail.ru*

Aleksandr A. Kozlov, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory breeding and genetics of agricultural crops, Federal Rostov Agrarian Research Center, Rassvet settlement, Rostov region, Russia;
ORCID 0000-0003-0290-0398, AuthorID 209466. *E-mail: kozlov86@bk.ru*

Irina V. Seferova, candidate of biological sciences, leading researcher of department of genetic resources of legumes, Federal Research Center "N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)", Saint Petersburg, Russia; ORCID 0000-0003-3308-9198, AuthorID 88897. *E-mail: i.seferova@vir.nw.ru*