doi:10.18286/1816-4501-2026-3-55-60
УДК 635.657:631.527

Урожайность и параметры адаптивности коллекционного материала нута на Нижнем Дону

Р. А. Гуленок[1]✉, аспирант, научный сотрудник лаборатории «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур»

Ж. Р. Маркарова[1], старший научный сотрудник лаборатории «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур»

А. А. Козлов[1], кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур»

И. В. Сеферова[2], кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела «Генетические ресурсы зернобобовых культур»

[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный Ростовский аграрный научный центр" (ФГБНУ ФРАНЦ)

346735, Ростовская область, Аксайский район, пос. Рассвет, ул. Институтская, 1

[2]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР)

190031, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44

✉rozaliya.gulenok@mail.ru

Резюме. Исследования проводились с целью поиска генотипов нута, эффективно сочетающих высокую урожайность и параметры экологической адаптивности. Полевые исследования выполнялись в Ростовской области. Объектом исследований выступал материал из коллекции ВИР и сортообразцы, созданные в ФГБНУ ФРАНЦ индивидуальным отбором. Достоверное превышение урожайности над сортом-стандартом Вектор отмечено у генотипов а8, Заволжский, Краснокутский 123, Волгоградский 10 и Аватар. Показано, что влияние условий среды на урожайность (84,0 %) многократно сильнее наследственных факторов (5,3 %). Наибольший коэффициент экологической вариации (CV_{ecol}>80 %) наблюдался у образцов а3, Сокол, а5, Триумф, а7, Зоовит и а4; наименьший (CV_{ecol}<60 %) - у сортов Волгоградский 10, Приво 1, Краснокутский 123, Юбилейный и Бонус. Наиболее высокая гомеостатичность по В. В. Хангильдину (Hom>700 ед.) отмечена у сортов Волгоградский 10, Краснокутский 123, Приво 1 и Аватар. Наиболее высокая пластичность по S. A. Eberhart и W. A. Russell (b_i>1,16 ед.) установлена у генотипов а8, а5, а7, Волжанин 50, Заволжский и Зоовит; наименее пластичны (b_i<0,87 ед.) а1, Юбилейный, Донплаза, Краснокутский 36, Приво 1, Волгоградский 10 и Вектор. Наибольшая стабильность урожайности по S. A. Eberhart и W. A. Russell отмечена у образцов Сокол, а6, Шарик, а2, Галилео, Донплаза, а4 и Волгоградский 10 со значениями s^2_d менее 1000 ед. Наиболее эффективным генотипом нута стал а8, лидер по урожайности зерна с делянки (504,7 г) и пластичности b_i (1,39 ед.), сочетающий их с относительно низкой дисперсией s^2_d (1294,9 ед.). На основе полученных характеристик изученная коллекция разделена на три кластера. Образцы из разных кластеров, также, как и 5 образцов, не вошедших ни в один из кластеров, могут быть перспективны для скрещиваний между собой.

Ключевые слова: нут, *Cicer arietinum*, коллекция, генотипы, зерновая продуктивность, пластичность, стабильность, гомеостатичность, коэффициент экологической вариации.

Для цитирования: Урожайность и параметры адаптивности коллекционного материала нута на Нижнем Дону / Р. А. Гуленок, Ж. Р. Маркарова, А. А. Козлов и др. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 3 (75). С. 55-60. doi:10.18286/1816-4501-2026-3-55-60

Yield and adaptability parameters of chickpea collection material in the Lower Don region

R. A. Gulenok[1]✉, Zh. R. Markarova[1], A. A. Kozlov[1], I. V. Seferova[2]

[1] FSBSI Federal Rostov Agricultural Research Center (FRARC)

346735, Rostov Region, Aksay District, Rassvet settlement, Institutskaya St., 1

[2] FSBSI Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov (VIR)

190031, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya St., 42, 44

✉rozaliya.gulenok@mail.ru

Abstract. The study aimed to identify chickpea genotypes that effectively combine high yield with ecological adaptability parameters. Field tests were conducted in the Rostov Region. The research material consisted of samples from the VIR collection and varieties developed at FRARC through individual selection. Genotypes a8, Zavolzhsky, Krasnokutsky 123, Volgogradsky 10, and Avatar showed a statistically significant yield advantage over the standard variety Vektor. It was demonstrated that the influence of environmental conditions on yield (84.0%) was far greater than that of genetic factors (5.3%). The highest ecological variation coefficient (CV_{ecol} > 80%) was observed in samples a3, Sokol, a5, Triumf, a7, Zoovit, and a4; the lowest (CV_{ecol} < 60%) was found in varieties Volgogradsky 10, Privo 1, Krasnokutsky 123, Yubileyny and Bonus. According to V. V. Khangildin, the highest homeostaticity (Hom > 700 units) was observed in the varieties Volgogradsky 10, Krasnokutsky 123, Privo 1 and Avatar. The highest plasticity according to S. A. Eberhart and W. A. Russell (b_i > 1.16 units)

was found in genotypes a8, a5, a7, Volzhanin 50, Zavolzhsky and Zoovit; the least plastic (b_i < 0.87 units) were a1, Yubileyny, Donplaza, Krasnokutsky 36, Privo 1, Volgogradsky 10 and Vektor. The greatest yield stability according to S. A. Eberhart and W. A. Russell was noted in the samples Sokol, a6, Sharik, a2, Galileo, Donplaza, a4, and Volgogradsky 10, with s^2_d values of less than 1000 units. The most effective chickpea genotype was a8, the leader in grain yield per plot (504.7 g) and plasticity b_i (1.39 units), combining these traits with a relatively low variance s^2_d (1294.9 units). Based on the obtained characteristics, the studied collection was divided into three clusters. Samples from different clusters, as well as the five samples that did not fall into any cluster, may be promising candidates for cross-breeding with one another.

Keywords: chickpea, Cicer arietinum, collection, genotypes, grain productivity, plasticity, stability, homeostaticity, coefficient of ecological variation.

For citation: Yield and adaptability parameters of chickpea collection material in the Lower Don region / R. A. Gulenok, Zh. R. Markarova, A. A. Kozlov, et al. // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.3 (75): 55-60 doi:10.18286/1816-4501-2026-3-55-60

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ по темам № FNFZ-2024-0001 (ФГБНУ ФРАНЦ) и-№ 1021032424237-9-4.1.1 (ВИР)

Введение

Нут – древнейшая сельскохозяйственная культура, происходящая из юго-восточной Турции и прилегающих районов Сирии и Ирана [1]. Зерно нута отличается высокой питательной ценностью, содержит много белка и масла [2]. Для нута, культуры регионов преимущественно недостаточного и неустойчивого увлажнения, особенно остро стоит задача не только увеличения, но и стабилизации сборов зерна за счёт усиления адаптационных возможностей этой культуры [3]. Сложность состоит в том, что наилучшие показатели стабильности не обязательно обеспечивают высокую урожайность, поэтому они должны рассматриваться совместно в конкретных агроэкологических условиях [4]. Возрастает необходимость проработки параметров экологической устойчивости селекционного материала и оценки генотип-средовых взаимодействий для создания новых сортов, где выделяют два подхода: создание узкоспецифичных сортов для определённых регионов и сортов с широкой адаптивностью [5].

Крупнейшие мировые генбанки сохраняют около девяноста тысяч образцов культивируемого нута и его диких сородичей, но генетическое разнообразие культивируемого нута сильно ограничено из-за «бутылочных горлышек», имевших место в процессе его одомашнивания [6, 7]. Необходим поиск гермплазмы не просто с целевым уровнем агрономических признаков, но и высоким генетическим разнообразием. Эффективным методом подбора наиболее несхожих родительских компонентов является кластерный анализ, используемый при изучении генотипов нута [8, 9]. Предлагается скрещивать генотипы наиболее удалённых кластеров между собой [10].

Цель исследования – поиск генотипов, эффективно совмещающих урожайность и адаптационные качества, группировка генотипов на основе этих признаков.

Материалы и методы

Полевые опыты закладывались в 2020-2024 гг. в ФГБНУ ФРАНЦ в п. Рассвет Аксайского района Ростовской области. Материал исследования включал 28 генотипов нута, представленных сортами коллекции ВИР и образцами a1-a8, созданными в ФГБНУ ФРАНЦ индивидуальным отбором из товарных партий зерна. Посев осуществлялся в первую декаду апреля. Семена высевались сеялкой Клен-1 на пятирядковых делянках метровой длины с междурядьем 30 см и межделяночным расстоянием 60 см. Повторность – двукратная, норма высева – 20 зёрен на рядок. Уборка – вручную, снопами с последующим досушиванием и обмолотом на молотилке МТПУ-500. В качестве стандарта использовался сорт Вектор.

Для нута апробировано множество методик оценки стабильности, которые не всегда обеспечивают сходные результаты, а селекционеры испытывают трудности с выбором наиболее подходящего метода [11, 12]. В настоящем исследовании ключевая роль отведена методике В. В. Хангильдина [13], где гомеостатичность (Hom) рассчитывается как отношение квадрата средней урожайности к среднему квадратичному отклонению и методике S. A. Eberhart и W. A. Russell в изложении В. А. Зыкина (*Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. С. Юсов и др. Уфа: Башкирский ГАУ, 2011. 99 с. EDN VHPDPN*)

Для проведения кластерного анализа данные были стандартизированы, использовался метод одиночной связи, метрика – евклидова.

Результаты

Метеоусловия за пять лет исследований были различны (рис. 1). Урожайность коллекционного материала нута в среднем за эти годы составила 388,9 г зерна с делянки. В 2021 г. при равномерном распределении осадков за период вегетации нута урожайность максимальна (799,7 г). Судя по отчетливой связи урожайности с суммой осадков в апреле (r=0,67), увлажнённость этого периода играет значимую роль в формировании урожая зерна нута. Однако в 2023 г. чрезмерное количество осадков весной привело к повреждению семян ростковой мухой и изреженности посевов, продуктивность изученной коллекции находилась на уровне 391,8 г. В 2024 г. наблюдалась экстремальная засуха с суммой осадков за период апрель-июль 46,0 мм против 197,1 мм среднемноголетних. Температура воздуха в апреле

2024 г. (16,2°С) приближалась к среднемноголетней температуре мая (17,1°). Раннее иссушение верхнего слоя почвы и плохая влагообеспеченность летом обусловили низкую полевую всхожесть, угнетение роста, развития и цветения растений, сформировавших минимальный урожай 146,0 г с делянки. Нут уязвим к действию неблагоприятных условий в период цветения [14, 15]. Установлено положительное влияние суммы осадков июня на урожайность (r=0,58) и отрицательное действие высоких температур в период цветения (r=-0,47).

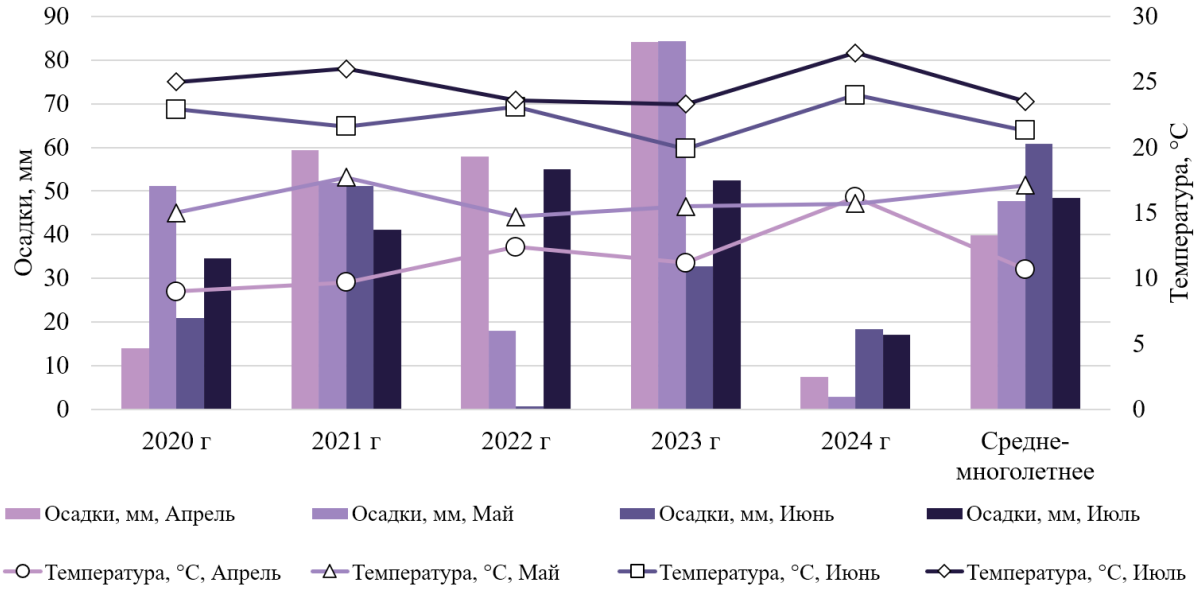


Рис. 1. Метеоусловия вегетационного периода нута, 2020-2024 гг.

Урожайность коллекционных образцов варьировала в диапазоне 232,3…504,7 г, 22 образца из 28 находились в интервале 323,3…459,3 г (табл. 1). Сорт-стандарт Вектор сформировал 394,9 г зерна с делянки, что выше среднего по коллекции значения (388,9 г). Отталкиваясь от уровня $НСР_{05}$ по фактору «генотип», составившего 53,1 г, достоверную прибавку урожайности к сорту-стандарту дали образцы коллекции а8 (+109,8 г), Заволжский (+81,6 г), Краснокутский 123 (+60,3 г), Волгоградский 10 (+57,4 г) и Аватар (+57,3 г). Статистически недостоверная прибавка к стандарту имелась образцов а6, Приво 1, а7, а5, Волжанин 50, Бонус, Золотой юбилей и Сфера. Сорта Краснокутский 123 и Аватар с коричневым зерном (разновидность desi) оказались в числе наиболее продуктивных. Крупнозёрные генотипы а1 и а3 оказались малопродуктивны, сформировав урожай 232,3 и 321,8 г соответственно.

По результатам дисперсионного анализа выявлены следующие источники вариации: случайное – 2,6 %, вариантов – 97,4 %, в том числе фактор «генотип» – 5,3 %, фактор «год» – 84,0 %, взаимодействие факторов – 8,1 %. Столь высокое участие среды и низкое – генотипа в формировании урожайности нута, отмеченное и другими исследователями [16, 17], указывает на необходимость смещения акцентов в процессе селекции на адаптационные возможности этой культуры, увеличения роли генотипа за счёт генетически обусловленной устойчивости растений к действию комплекса стрессоров.

Таблица 1. Урожайность и параметры адаптивности коллекционных образцов нута, 2020-2024 гг.

Образец	Урожайность, г	CV_{ecol}	Hom	b_i	s^2_d
Приво 1	433,3	53,8	805,0	0,85	1564,6
Волгоградский 10	452,3	52,4	863,4	0,87	901,0
Волжанин 50	423,7	79,6	531,9	1,24	1665,9
Вектор	394,9	62,0	636,4	0,87	2943,4
Заволжский	476,5	71,3	668,2	1,19	7500,7
Золотой юбилей	410,2	66,5	616,6	0,98	3001,1
Краснокутский 123	455,2	55,9	814,2	0,88	5228,5
Краснокутский 28	340,9	72,5	470,1	0,89	2246,8
Краснокутский 36	323,2	71,6	451,4	0,84	1760,9
Юбилейный	379,6	58,3	651,1	0,78	2922,0
Бонус	419,0	59,9	699,1	0,91	1842,4
Галилео	365,4	72,3	505,7	0,98	587,7
Сокол	324,7	91,3	355,8	1,10	217,3
Сфера	409,7	62,0	660,9	0,93	1204,1
Шарик	333,2	74,2	448,9	0,91	577,7
Донплаза	314,2	71,6	439,0	0,82	806,5
Аватар	452,2	61,5	735,7	0,99	3813,5
Зоовит	390,9	82,9	471,4	1,16	4683,6
Розанна	379,0	71,7	528,7	0,92	6901,9
Триумф	312,4	86,5	361,1	0,99	1245,0
а1	232,3	78,5	295,9	0,61	3484,2
а2	371,3	70,9	523,5	0,97	585,0
а3	321,8	95,4	337,4	1,07	6667,0
а4	359,8	81,7	440,2	1,08	829,2
а5	429,8	88,0	488,3	1,36	5674,4
а6	446,7	66,6	671,0	1,10	487,2
а7	433,0	84,5	512,5	1,33	3132,3
а8	504,7	74,5	677,9	1,39	1294,9

Любой сорт демонстрирует рост урожайности в благоприятных условиях и снижает её в неблагоприятных. Но вариация этих значений будет различна, а численным её отражением служит коэффициент экологической вариации CV_{ecol}. Максимальные значения этого показателя у образцов а3 (95,4 %), Сокол (91,3 %), а5 (88,0 %), Триумф (86,5 %), а7 (84,5 %), Зоовит (82,9 %) и а4 (81,7 %). Наиболее низкие значения CV_{ecol}, свидетельствующие о способности генотипа сохранять свойственный ему уровень продуктивности в условиях различных сред, отмечены у районированных сортов Волгоградский 10 (52,4 %), Приво 1 (53,8 %), Краснокутский 123 (55,9 %), Юбилейный (58,3 %) и Бонус (59,9 %).

Гомеостатичность по В. В. Хангильдину (Hom) даёт представление о способности сорта стабильно формировать высокую продуктивность в разных условиях вегетации. По данному показателю лидируют образцы Волгоградский 10 (863,4 ед.), Краснокутский 123 (814,2 ед.), Приво 1 (805,0 ед.), Аватар (735,7 ед.) и Бонус (699,1 ед.). Минимальные значения у образцов а1 (295,9 ед.), а3 (337,4 ед.), Сокол (355,8 ед.) и Триумф (361,1 ед.).

Коэффициент линейной регрессии по S. A. Eberhart и W. A. Russell (b_i) характеризует отклик генотипа на изменения условий среды. Большие его значения указывают на высокую интенсивность генотипа, его ориентацию на высокий агрофон и благоприятные условия выращивания, в которых он лучше других реализует свой высокий потенциал продуктивности. Среди изученной коллекции наиболее пластичны образцы а8 (1,39 ед.), а5 (1,36 ед.), а7 (1,33 ед.), Волжанин 50 (1,24 ед.), Заволжский (1,19 ед.) и Зоовит (1,16 ед.). Низкие значения коэффициента пластичности b_i свойственны полуинтенсивным сортам, приспособленным для неблагоприятных условий возделывания. В изученной коллекции таковыми являются а1 (0,6 ед.), Юбилейный (0,78 ед.), Донплаза (0,82 ед.), Краснокутский 36 (0,84 ед.), Приво 1 (0,85 ед.), Волгоградский 10 (0,87 ед.) и Вектор (0,87 ед.).

Дисперсия отклонений от линии регрессии s^2_d по S. A. Eberhart и W. A. Russell иллюстрирует величину отклонений фактической урожайности генотипа от расчётной линии регрессии и служит мерой стабильности. Малые значения s^2_d подчёркивают способность генотипа постоянно и предсказуемо реализовывать свойственный ему уровень продуктивности. Наиболее стабильными оказались образцы Сокол, а6, Шарик, а2, Галилео, Донплаза, а4 и Волгоградский 10 со значениями s^2_d менее 1000 ед.

Оценка связей рассматриваемых показателей методом кластеризации указывает на наибольшее сходство между урожайностью и Hom (рис. 2), они тесно коррелируют (r=0,82*, R=0,89*). На расстоянии объединения около 5 ед. к ним примыкает коэффициент b_i, слабее коррелирующий с урожайностью (r=0,53*, R=0,35). На чуть большем расстоянии объединения находится CV_{ecol}, связь которого с урожайностью достоверна и отрицательна (r=-0,44*, R=-0,47*). Обнаружены достоверные связи CV_{ecol} с Hom (r=-0,85*, R=-0,80*) и b_i (r=0,51*, R=0,58*). Дисперсия s^2_d отстоит дальше всех от рассмотренных показателей и не обнаруживает с ними тесных зависимостей.

Кластеризация позволила выявить сходство-различие по продуктивности и адаптивности генотипов изученной коллекции нута. На дендрограмме обособляются три крупных кластера коллекционных образцов (рис. 3). Генотипы, вошедшие в первый кластер, отличаются высокой продуктивностью (среднее значение по кластеру 425,3 г) и гомеостатичностью (715,3 ед.), низкой экологической вариацией (59,9 %) и низкой пластичностью (0,91 ед.). Генотипы второго кластера менее продуктивны (338,3 г), с низкой гомеостатичностью (444,0 ед.), главное их достоинство – малая дисперсия s^2_d (984,0 ед.). Генотипы третьего кластера высокопродуктивны (419,4 г), с высокой экологической вариацией (83,8 %), они наименее стабильны (3789,1 ед.), но очень пластичны (1,27 ед.). Образцы, не вошедшие ни в один из кластеров, крайне пестры в своих характеристиках. Среди них вызывает наибольший интерес образец а8, лидер по урожайности (504,7 г) и пластичности b_i (1,39 ед.), сочетающий их с относительно низкой дисперсией s^2_d (1294,9 ед.).

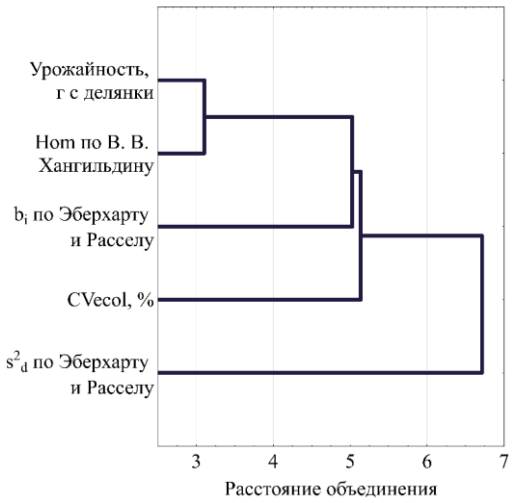


Рис. 2. Связи между урожайностью и параметрами адаптивности у коллекционных образцов нута, 2020-2024 г.

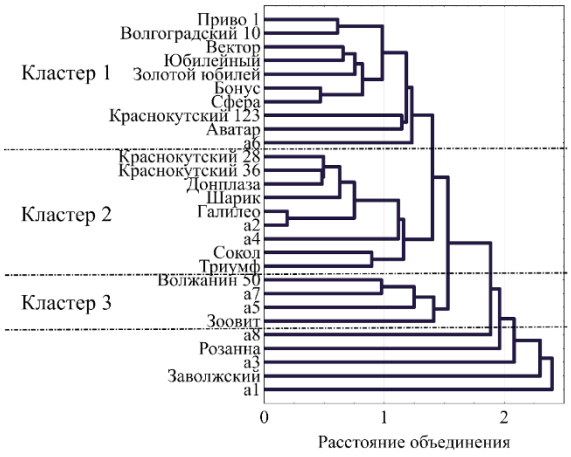


Рис. 3. Дендрограмма коллекционных образцов нута по урожайности и параметрам адаптивности, 2020-2024 гг.

Расчёт связей обсуждаемых показателей с другими признаками, изученными в течение 2019-2021 гг. выявил, что наиболее продуктивны скороспелые образцы (r=-0,47*) с высоким уборочным индексом (r=0,49*), формирующие большое количество бобов (r=0,44*) при малом и среднем размере зёрен (r=0,49*). Наибольший CV_{ecol} наблюдался у позднеспелых (r=0,40*) и крупнозёрных генотипов (r=0,49*). CV_{ecol} сокращался у короткостебельных (r=-0,41*) образцов, завязывающих меньшее количество бобов (r=-0,60*) и зёрен (r=-0,45*). Высокая Hom присуща скороспелым образцам (r=-0,53*) с высоким уровнем элементов структуры урожая. Высокие значения s^2_d сопряжены с высокой продуктивностью боба (r=0,44*) и растения (r=0,42*). Пластичность b_i не обнаруживает достоверных связей с рассмотренными признаками, что указывает на её сравнительную независимость и возможность изменения без ухудшения рассмотренных морфометрических и продукционных показателей.

Обсуждение

Селекционные работы с нутом в России были начаты практически век назад, но долгое время эта культура не была приоритетной. В последнее время наблюдается рост посевных площадей нута, связанный с увеличение спроса на внутреннем и внешнем рынках [18]. Помимо испытания коллекционного материала по продуктивности все острее стоит задача усиления адаптивных возможностей сортов. Пятилетнее испытание, а именно такой период позволяет наилучшим образом изучить показатели стабильности генотипов [19], позволило установить образцы, контрастные как по уровню продуктивности, так и по гомеостатичности, пластичности и стабильности.

Как видно, параметры адаптивности расширяют знание об изученном материале, но должны рассматриваться совместно с продуктивностью и друг с другом. Например, сорта Аватар и Триумф имеют одинаковый наклон линии регрессии (0,99 ед.), но разную продуктивность, 452,2 и 312,4 г соответственно. Сорт Аватар оказывается более продуктивен во всех условиях среды по сравнению с сортом Триумф.

Заключение

В результате исследований коллекционного материала нута выделены образцы, эффективно сочетающие урожайность и параметры экологической адаптивности, среди которых наиболее перспективным представляется а8, полученный в ФГБНУ ФРАНЦ индивидуальным отбором из товарных партий зерна. Изученный материал сгруппирован в три кластера с определённым балансом продуктивности и адаптационных качеств, а генотипы, заключенные в них, как и 5 образцов, не вошедших ни в один из кластеров, перспективны для межкластерных скрещиваний и создания нового селекционного материала. для условий Нижнего Дона.

Литература

1. Местные сорта нута из центров происхождения культуры: разнообразие и различия / М. А. Вишнякова, М. О. Бурляева, С. В. Булынцев и др. // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 5. С. 976-985. EDN ZRXOBJ

2. Биоэнергетический подход к оценке исходного материала для селекции нута (*Cicer arietinum* L.) в Нижнем Поволжье / В. И. Жужукин, Ж. Н. Мухатова, А. Г. Субботин и др. // Аграрный научный журнал. 2022. № 5. С. 16-20. EDN PVGYRO

3. Yadav A., Yadav I. S., Yadav C.K. Stability analysis of yield and related traits in chickpea (*Cicer Arietinum* L.) // Legume Research. 2014. Vol. 37. I. 6. P. 641-645. doi:10.5958/0976-0571.2014.00689.4

4. Grain yield stability analysis of desi chickpea (*Cicer arietinum* L) advanced genotypes across potential growing areas of Ethiopia / D. Bekele, A. Funga, N. Girma, et al. // Ethiopian Journal of Crop Science. 2020. Vol. 8. No. 1. P. 71-85.

5. Hamma-Umin B. O. Stability and yielding performance of seven chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) over a range of environments in Sulaimani, Iraq // Journal of Zankoy Sulaimani (Part-A). 2019. Vol. 21 I. 2. P. 165-172.

6. Exploring chickpea germplasm diversity for broadening the genetic base utilizing genomic resourses / R. K. Singh, C. Singh, Ambika, et al. // Frontiers in Genetics. 2022. No. 13. P. 905771. doi: 10.3389/fgene.2022.905771

7. A comprehensive review on chickpea (*Cicer arietinum* L.) breeding for abiotic stress tolerance and climate change resilience / O. Arriagada, F. Cacciuttolo, R. A. Cabeza, et al. // International Journal of Molecular Sciences. 2022. No. 23(12). P. 6794. doi:10.3390/ijms23126794

8. Taidalwar M. M., Lal G. M. Genetic diversity studies through D^2 analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm // Frontiers in Crop Improvement. 2021. Vol. 9. SI. III. P. 988-994.

9. Салманова М. Р. Статистический анализ качественных признаков, урожайности и некоторых технологических показателей генотипов нута (*Cicer arietinum* L.) // Успехи современного естествознания. 2021. № 12. С. 76-82. EDN NFXXJE

10. Применение кластерного анализа для определения селекционной ценности нута (*Cicer arietinum* L.) / С. П. Кузьмина, Н. Г. Казыдуб, С. В. Булынцев и др. // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (46). С. 13-21. EDN ZJCKMA

11. Farshadfar E., Sabaghpour S. H., Zali H. Comparison of parametric and non-parametric stability statistics for selecting stable chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under diverse environments // Australian Journal of Crop Science. 2012. No. 6(3). P. 514-524.

12. Yield stability in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and study relationship among the univariate and multivariate stability parameters / S. F. Danyali, F. Razavi, A. Ebadi Segherloo, et al. // Research in Plant Biology. 2012. No. 2(3). P. 46-61.

13. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. 1981. Вып. 1 (39). С. 8-14.

14. Adaptation and Yield Stability for chickpea genotypes to the Mediterranean basin / I.. Duarte, M. Imtiaz, C.

Pinheiro, et al. // International Journal of Plant Biology & Research. 2023. Vol. 11. I. 1. P. 1134.

15. Duarte I. Estimate of chickpea production (*Cicer arietinum* L.) as a function of plant phenology // Brazilian Journal of Science. 2023. Vol. 2. No. 7. P. 30-39. doi: 10.14295/bjs.v2i7.327

16. Genotype x environment interaction and stability analysis for yield and yield related traits of desi-type chickpea (*Cicer Arietinum* L.) in Ethiopia / G. Tilahun, F. Mekbib, A. Fikre, et al. // Current Research in Agricultural Sciences. 2015. Vol. 2. No. 3. P. 100-113. doi: 10.18488/journal.68/2015.2.3/68.3.100.113

17. Экологическая пластичность коллекционных образцов нута в южной лесостепи Омской области / С. П. Кузьмина, Н. Г. Казыдуб, К. А. Демьяненко и др. // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. No/ 3-3(45). С. 102-106. EDN VOWYIZ

18. Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции (обзор) / М. А. Вишнякова, Т. Г. Александрова, Т. В. Буравцева и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180. № 2. С. 109-123. EDN KNEOHG

19. Коновалов Ю. Б., Сулейман А. А., Скорняков Н. Н. Оценка стабильности урожайности и формирующих ее показателей сортов яровой пшеницы в условиях Центрального региона // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2005. № 2. С. 29-40. EDN HSTBUT

References

1. Vishnyakova M. A., Burlyaeva M. O., Bulyntsev S. V., et al. Local chickpea varieties from centers of crop origin: diversity and differences // Agricultural Biology. 2017. Vol. 52. No. 5. P. 976-985. EDN ZRXOBJ

2. Bioenergetic approach to evaluating source material for chickpea (Cicer arietinum L.) breeding in the Lower Volga region / V. I. Zhuzhukin, Zh. N. Mukhatova, A. G. Subbotin, et al. // Agrarian Scientific Journal. 2022. No. 5. P. 16-20. EDN PVGYRO

3. Yadav A., Yadav I. S., Yadav C.K. Stability analysis of yield and related traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) // Legume Research. 2014. Vol. 37. Issue 6. P. 641-645. doi:10.5958/0976-0571.2014.00689.4

4. Grain yield stability analysis of *desi* chickpea (*Cicer arietinum* L.) advanced genotypes across potential growing areas of Ethiopia / D. Bekele, A. Funga, N. Girma, et al. // Ethiopian Journal of Crop Science. 2020. Vol. 8. No. 1. P. 71-85. 5. Hamma-Umin B. O. Stability and yielding performance of seven chickpea genotypes (Cicer arietinum L.) over a range of environments in Sulaimani, Iraq // Journal of Zankoy Sulaimani (Part-A). 2019. Vol. 21 I. 2. P. 165-172.

6. . Exploring chickpea germplasm diversity for broadening the genetic base utilizing genomic resources / R. K. Singh, C. Singh, Ambika, et al. // Frontiers in Genetics. 2022. No. 13. P. 905771. doi: 10.3389/fgene.2022.905771

7. A comprehensive review on chickpea (Cicer arietinum L.) breeding for abiotic stress tolerance and climate change resilience / O. Arriagada, F. Cacciuttolo, R. A. Cabeza, et al. // International Journal of Molecular Sciences. 2022. No. 23(12). P. 6794. doi:10.3390/ijms23126794

8. Taidalwar M. M., Lal G. M. Genetic diversity studies through D2 analysis in chickpea (Cicer arietinum L.) germplasm // Frontiers in Crop Improvement. 2021. Vol. 9. SI. III. P. 988-994.

9. Salmanova M. R. Statistical analysis of qualitative traits, yield and certain technological parametres of chickpea (Cicer arietinum L.) genotypes // Advances in Current Natural Sciences. 2021. No. 12. P. 76-82. EDN NFXXJE

10. Application of cluster analysis to determine the breeding value of chickpea (Cicer arietinum L.) / S. P. Kuzmina, N. G. Kazydub, S. V. Bulyntsev, et al. // Vestnik of Omsk State Agrarian University. 2022. No. 2 (46). P. 13–21. EDN ZJCKMA

11. Farshadfar E., Sabaghpour S. H., Zali H. Comparison of parametric and non-parametric stability statistics for selecting stable chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under diverse environments // Australian Journal of Crop Science. 2012. No. 6(3). P. 514–524.

12. Yield stability in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and study relationship among the univariate and multivariate stability parameters / S. F. Danyali, F. Razavi, A. Ebadi Segherloo, et al. // Research in Plant Biology. 2012. No. 2(3). P. 46–61.

13. Khangildin V. V., Litvinenko N. A. Homeostasis and adaptability of winter wheat varieties // Scientific and Technical Vestnik of the All-Union Institute of Plant Breeding and Genetics. 1981. Issue 1 (39). P. 8–14.

14. Adaptation and Yield Stability for chickpea genotypes to the Mediterranean basin / I. Duarte, M. Imtiaz, C. Pinheiro, et al. // International Journal of Plant Biology & Research. 2023. Vol. 11. Issue 1. P. 1134.

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

16. Genotype x environment interaction and stability analysis for yield and yield-related traits of desi-type chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Ethiopia / G. Tilahun, F. Mekbib, A. Fikre, et al. // Current Research in Agricultural Sciences. 2015. Vol. 2. No. 3. P. 100-113. doi: 10.18488/journal.68/2015.2.3/68.3.100.113

17. Ecological plasticity of chickpea collection samples in the southern forest-steppe of the Omsk region / S. P. Kuzmina, N. G. Kazydub, K. A. Demyanenko, et al. // International Research Journal. 2016. No. 3-3(45). P. 102-106. EDN VOWYIZ

18. Variety diversity of the VIR grain legume genetic resource collection and its use in domestic breeding (review) / M. A. Vishnyakova, T. G. Alexandrova, T. V. Buravtseva, et al. // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2019. Vol. 180. No. 2. P. 109-123. EDN KNEOHG

19. Konovalov Yu. B., Suleiman A. A., Skornyakov N. N. Assessment of yield stability and yield-forming traits of spring wheat varieties in the Central region // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2005. No. 2. P. 29-40. EDN HSTBUT