

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НУТА: ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСОВ ФГБНУ РОСНИИСК «РОССОРГО»

Маслова Галина Андреевна¹, Киреева Ольга Валерьевна², Колганов Николай Александрович³

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов, Россия

¹galina.bochkareva.92@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты анализа коллекционных образцов нута, включающего фенологический мониторинг, морфотипическую оценку формы куста, биометрический анализ высоты растений и параметров нижнего боба.

Проблема и цель. Интегративный подход к использованию генетических ресурсов в селекционном процессе способствует созданию фитоадаптивных форм, характеризующихся повышенной стрессоустойчивостью и оптимизированным продукционным потенциалом. Цель исследований была направлена на формирование и экспансию генофонда нута посредством интродукции новых образцов, их комплексной оценки и идентификации перспективных источников для включения в селекционный процесс.

Методология. Полевые опыты заложены в селекционном севообороте ФГБНУ РосНИИСК «Россорт» в 2025 г. по «Методике государственного сортопротестирования сельскохозяйственных культур». Агротехника возделывания – зональная. Коллекционный материал высеван на однорядковых делянках (площадь делянки 3,5 м², ширина междурядий 70 см) с применением стандарта, размещение – реномизированное. Фенологические наблюдения включали фиксирование фаз вегетации культуры и показатели роста. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась при помощи пакета программ «AGROS 2.09» методом дисперсионного анализа.

Результаты. Обработка данных показала разную изменчивость образцов нута используемых в опыте сортов по исследуемым признакам. Фенологические фазы наступали в зависимости от сортов с разницей в 3-4 дня. Полное созревание образцов наступало с разницей до 11 дней. Показатели средних отмечены в 98 дней (в том числе у стандарта), наиболее часто встречающиеся значения число дней – 100 (у 36,4 % образцов), среднеспелыми оказались образцы к-990, к-2616, к-1712 (9,1 % от изучаемых вариантов). Проведённое статистическое исследование межфазных

периодов выявило наличие отрицательной асимметрии в распределении значений, что подтверждается отрицательными показателями коэффициента асимметрии, что свидетельствует о статистически значимом перевесе форм с замедленным темпом развития в анализируемой совокупности исследуемых образцов. Форма куста, ветвистость, высота растений и высота расположения нижнего боба выступают в качестве фундаментальных селекционных маркеров. Изучаемые признаки также были вариабельны и только комплексная оценка позволила определить оптимальные сорта.

Заключение. Интегративный анализ коллекционных образцов нута позволил идентифицировать перспективный исходный материал для реализации селекционных программ по направлениям: сокращение вегетационного периода, технологическая адаптивность к механизированной уборке, ветроустойчивость и снижение риска полегания. Анализируя реакцию разных сортов по комплексу признаков, наибольшую адаптированность показал образцы Воронежский, к-1917 и Аватар.

Ключевые слова: нут, вегетационный период, цветение, высота растения, прикрепление нижнего боба

Original article

GENETIC POTENTIAL OF CHICKPEA: THE STUDY OF RESOURCES OF FSBI ROSNIISK "ROSSORGO"

Maslova Galina Andreevna¹, Kireeva Olga Valeryevna², Kolganov Nikolai Alexandrovich³

Federal State Budgetary Institution "Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn", Saratov, Russia

¹galina.bochkareva.92@mail.ru

Abstract. This article presents results of an analysis of chickpea collection samples, including phenological monitoring, morphotypic assessment of bush shape, biometric analysis of plant height, and lower pod parameters.

Problem and purpose. The genetic and breeding significance of high-yielding varieties, taking into account the agroclimatic specifics of the region, determines the priority of breeding research. An integrative approach to the use of genetic resources in the breeding process facilitates the creation of phytoadaptable varieties characterized by increased stress tolerance and optimized production potential. The purpose of the research was to develop and expand the chickpea gene pool through the introduction of new samples, their comprehensive evaluation, and the identification of promising sources for inclusion in the breeding process.

Methodology. Field trials were conducted within the 2025 crop rotation program of the Federal State Budgetary Scientific Institution Rossorgo Scientific Research Institute of Seed Crops (Rossorgo) according to "Methodology for State Variety Testing of Agricultural Crops." Zonal cultivation practices were used. The collection material was sown in single-row plots (plot area 3.5 m², row spacing 70 cm) using the standard, with randomized placement. Phenological observations included recording the crop's vegetation phases and growth indicators. Statistical processing of the experimental data was performed using AGROS 2.09 software package and analysis of variance. The significance of differences between the obtained data was assessed using the least significant difference (LSD05).

Results. Data processing revealed different variability among the chickpea samples of the varieties used in the experiment for the studied traits. Phenological phases occurred within 3-4 days of each variety. Full maturity occurred with a difference of up to 11 days. Average ripening times were 98 days (including the standard), with the most common number of days being 100 (in 36.4% of samples). Samples K-990, K-2616, and K-1712 (9.1% of the studied variants) were considered mid-season. A statistical analysis of the interphase periods revealed a negative asymmetry in the distribution of values, confirmed by negative asymmetry coefficient values. This indicated a statistically significant predominance of forms with a slower development rate in the analyzed set of samples. Bush shape, branching, plant height, and the height of the lower pod served as fundamental selection markers. The studied traits were also variable, and only a comprehensive assessment allowed the selection of optimal varieties.

Conclusion. An integrated analysis of chickpea collection samples identified promising source material for implementing breeding programs in the following areas: shortening the growing season, technological adaptability to mechanized harvesting, wind resistance, and reducing the risk of lodging. Analyzing the response of different varieties across a range of traits, the Voronezh, K-1917, and Avatar samples demonstrated the greatest adaptability.

Keywords: chickpea, growing season, flowering, plant height, lower pod attachment

galina.bochkareva.92@mail.ru

Введение

Генетико-селекционная значимость высокопродуктивных сортов в контексте агроклиматической специфики региона существенно возрастает, что определяет приоритетность селекционных исследований. Оптимизация генотипического потенциала посредством корректного выбора сорта обеспечивает максимизацию биопродуктивности при сохранении экономической эффективности производства, что достигается за счет рационального использования ресурсного потенциала. Инновационные генотипы, характеризующиеся повышенной фенотипической пластичностью, не только демонстрируют увеличенную продуктивность и улучшенные качественные показатели, но и обеспечивают оптимизированное

использование как природных экофакторов, так и антропогенных воздействий [1, 2, 5].

Коллекционный фонд ВИРа приобретает особую значимость как базовый ресурс для селекционно-генетической модификации. Методология селекции основывается на тщательном изучении генотипического разнообразия коллекционных образцов, при этом доминирующими методами создания районированных форм остаются индивидуальный и массовый отбор, в меньшей степени применяется гибридизационный подход [3]. Геномная диверсификация выступает фундаментальной основой для реализации стратегий генетического совершенствования, что подчеркивает необходимость детального исследования коллекционного генофонда, включая ресурсы ВИРа [3, 4]. Интегративный подход с использованием данных ресурсов в селекционном процессе обеспечивает создание адаптивных форм, характеризующихся повышенной стрессоустойчивостью, что приводит и к увеличению продукционного потенциала [2, 6].

Цель исследований заключалась в проведении фенотипирования исходного материала нута, их комплексной оценки для выявления перспективных источников, обладающих наибольшей адаптивностью.

Материал и методы исследований

Полевые опыты заложены в селекционном севообороте ФГБНУ РосНИИСК «Россортого» в 2025 г. По «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [6] и общепринятым методикам полевого опыта [4, 8]. Зональная агротехника была разработана научными учреждениями Нижнего Поволжья для боярных условий возделывания. Изучаемый материал был высеян на однорядковых делянках площадью $3,5 \text{ м}^2$ с шириной межурядий 70 см реномизированным способом. Посев проведен 13.05.2025 г. с заданной густотой стояния растений в 150 тыс. раст/га сеялкой СКС-6-10. Объекты исследования отобраны образцы нута из коллекционного питомника института, стандарт – сорт Бенефис (районированный по Нижневолжскому региону РФ) [7, 9, 12].

Фенологический мониторинг включал фиксацию межфазных периодов: начало всходов – начало цветения, начало цветения – начало созревания, начало всходов – начало созревания, начало всходов – полное созревания согласно международному классификатору СЭВ рода *Cicer* L. Изучение морфогенетических характеристик велось по следующим показателям: формирование формы куста, ветвистости, высоты растений и высоты прикрепления нижнего боба [10, 11].

Статистическая оценка позволила провести программа «AGROS 2.09» благодаря использованию методов дисперсионного анализа и анализа выборки [10], оценку существенности различий оценивали по наименьшей существенной разности [1, 11].

Результаты исследований и их обсуждение

Проведено изучение вегетационного периода исходного материала коллекции нута. Обработка данных показала разную изменчивость по

признаку – межфазные периоды образцовнута, наибольшая вариация признака наблюдалась в период «Начало цветения–начало созревания» и составила 5,8 % (таблица 1). В условиях этого года массовое цветение у 67,3 % от общего числа исследуемых образцов сформированной нами коллекции нута отмечено в третьей декаде июня: 27.06-29.06, среднее количество дней от всходов – 36 (65,5 % вариантов), образцы – к-495 и к-2941, зацвели раньше на 3 и 4 дня, соответственно (от средних значений); образец к-1238 зацвел на 34 день после всходов и 9 образцов на 35 день (16,4 % от общей выборки). Запоздалое цветение отмечено у 5,5 % образцов (38-39 день после всходов). Полное созревание образцов наступило через 89-100 дней. Показатели средних отмечены в 98 дней (в том числе у стандарта),наиболее часто встречающиеся значения число дней – 100 (у 36,4 % образцов), среднеспелыми оказались образцы к-990, к-2616, к-1712 (9,1 % от изучаемых вариантов). Проведённое статистическое исследование [1] межфазных периодов выявило наличие отрицательный асимметрии в распределении значений, что подтверждается отрицательными показателями коэффициента асимметрии. Данная закономерность указывает на статистически значимый перевес форм с замедленным темпом развития в анализируемой совокупности исследуемых образцов. Полученные результаты демонстрируют доминирование позднеспелых фенотипов в структуре выборки, что может свидетельствовать о наличии определённых адаптационных механизмах, связанных с пролонгированием онтогенетических интервалов.

Таблица 1 – Результаты статистического анализ по прохождению межфазных периодов исследуемых образцов нута

Статистические параметры	Периоды вегетации, дни			
	начало всходов – начало цветения	начало цветения – начало созревания	начало всходов – начало созревания	начало всходов – полное созревания
$\pm Sx^1$	35,72±0,22	46,81±0,28	82,51±0,32	97,85±0,44
Дисперсия, S^2	2,20	3,50	4,56	9,13
Стандартное отклонение, S	1,49	1,87	2,14	3,02
$V^2, \%$	4,16	5,77	3,08	3,09
$As \pm Sa^3$	-0,87*±0,35	-2,48*±0,35	-1,64*±0,35	-1,91*±0,35
$Ex \pm Se^4$	1,34±0,68	6,05*±0,69	3,20*±0,69	3,01*±0,68
Lim: min-max	32-39	39-49	75-85	89-100
Мода	36	47	84	100

Примечание: 1 – средняя и ошибка средней; 2 – коэффициент вариации; 3 – коэффициент асимметрии и его ошибка; 4 – коэффициент эксцесса и его ошибка; * значимо на уровне Р=0.05, ns - незначимо.

Морфотипические параметры представителей изучаемой нами коллекции демонстрируют существенную фенотипическую вариабельность, где ключевые фенотипические признаки – форма куста, ветвистость, высота растений и высота расположения нижнего боба – выступают в качестве

фундаментальных селекционных маркеров. Данные морфологические детерминанты играют первостепенную роль в формировании технологической приспособленности селекционных форм к современным методам механизированного возделывания, что обуславливает их приоритетное значение при проведении селекционного отбора. Комплексная оценка указанных морфологических характеристик позволяет эффективно прогнозировать успешность адаптации сортов к требованиям индустриальной агротехнологии, что имеет существенное значение для повышения экономической эффективности производства.

По результату фенотипической оценки форма куста образцов в исследуемых условия данного года выявили у большинства сформированную стоячую (раскидистая сверху), процентное соотношение в коллекционном питомнике представлено на рисунке 1; образцы Воронежский, к-1731, к-1917, к-1724, к-990, Аватар + стандарт характеризовались стоячей (компактной) и лишь у 2 образцов обнаружили развалистую форму (к-3097, к-423).

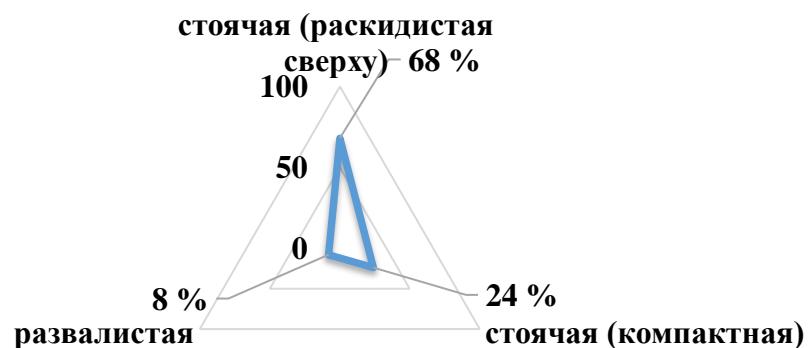


Рисунок 1- Форма куста (процентное соотношение от общего количества исследуемых образцов нута)

Figure 1 - Bush shape (percentage of the total number of studied chickpea samples)

Высота растений изменялась от 24,7 до 53,6 см; средняя отмечена на уровне 43,4 см, в доверительный интервал которой (37,8-49,0 см) входили 80 % изучаемых образцов, в том числе показатели сорта-стандарта (рисунок 2, таблица 2). По данному показателю выделились коллекционные образцы: Воронежский, к-1917 и Аватар, исследуемый признак которых был статистически выше средней.

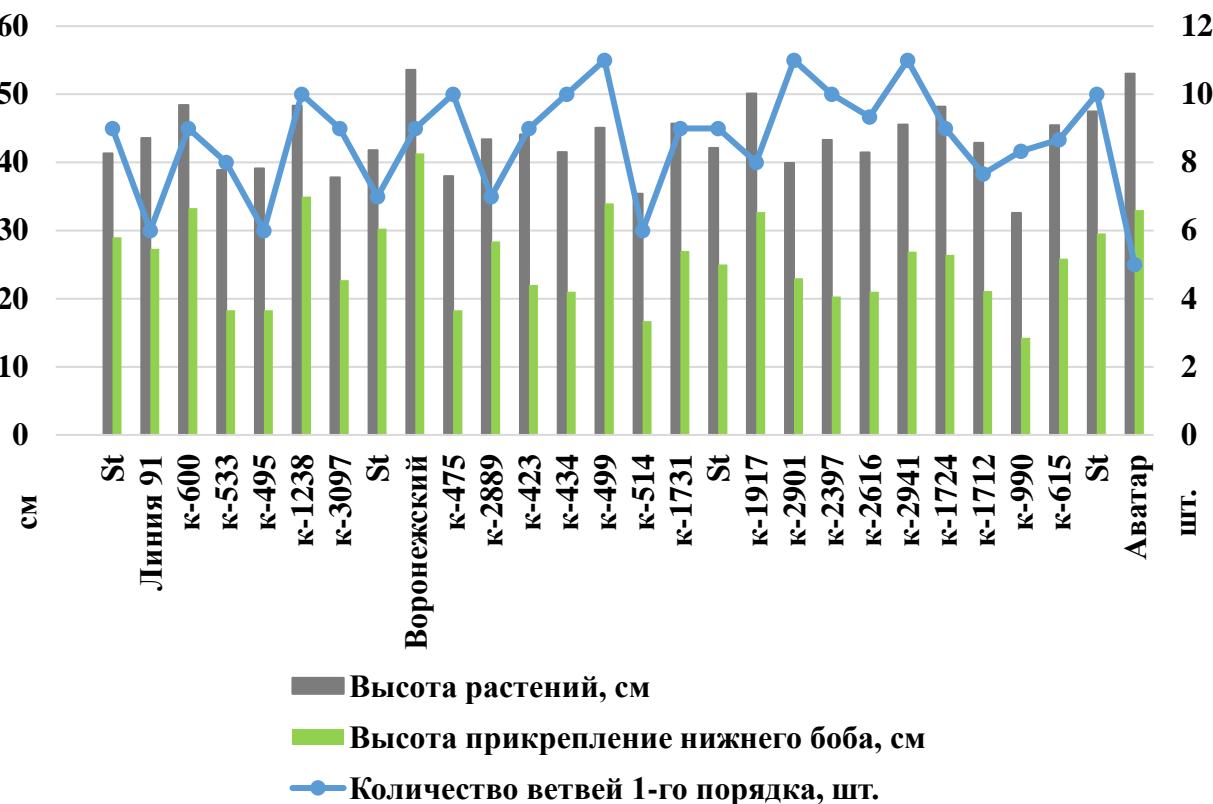


Рисунок 2 - Морфологические признаки образцов нута в коллекционном питомнике
 Figure 2 - Morphological features of chickpea samples in a collection nursery

Средняя высота прикрепления нижнего боба составила 24,6 см с доверительным интервалом 20,3-28,9 см. По данному признаку сорт-стандарт в четырех вариантах из шести статистически превышал показатели средней. Более 29,0 см отмечено на 28 % вариантах; образцы, которые представляют интерес для дальнейшей селекционной работы на улучшение механизированной уборки: к-600, к-1238, Воронежский, к-499, к-1917, Аватар и в том числе Бенефис. Количество ветвей на растениях варьировало в пределах от 5 до 12 шт. Наиболее ветвистыми (значения которых существенно превышали среднее показатели) выделены образцы: к-499, к-2901, к-2397, к-2616, к-2941, к-1724. Комплекс изученных признаков позволил выделить образцы, сочетающие в себе стоячую (компактную) форму куста и имеющие высокие растения с оптимальной высотой прикрепления нижнего боба: Воронежский, к-1917 и Аватар.

Таблица 2 – Результаты статистической обработки полученных данных

Статистические параметры	Количество ветвей 1-го порядка, шт.	Высота растений, см	Высота прикрепление нижнего боба, см
F _{факт.}	5,94*	8,83*	16,25*
HCP ₀₅	2,15	5,64	4,29
±Sx ¹	8,94+0,27	43,38+0,75	24,55+0,93
V ² , %	20,66	11,66	25,91

Lim: min-max	5-12	24,7-53,6	9,7-41,3
Мода	6	41,00	22
Медиана	9	42,20	24,34

Примечание: 1 – средняя и ошибка средней; 2 – коэффициент вариации; * значимо на уровне Р=0,05, ns – незначимо.

Заключение

Проведение оценки по комплексу фенотипических признаков исходного материала нута позволило нам выявить группу образцов, обладающих наибольшей адаптивностью. Перспективные источники генов направлены на сокращение вегетационного периода с оптимальными морфогенетическими характеристиками и биомеханической устойчивостью растений. Наибольшая адаптированность к климатическим условиям вегетации за исследуемый период отмечена у коллекционных образцов: к-990, к-2616, у которых созревание наступало на 4 дня раньше сорта-стандарта. Наиболее короткий межфазный период «всходы-цветение» наблюдался у к-495. Высокорослостью характеризовались следующие образцы нута: Воронежский, к-1917, к-1724, Аватар. Образцы, представляющие интерес для селекции на улучшение механизированной уборки: к-600, к-1238, Воронежский, к-499, к-1917, Аватар в том числе сорт-стандарт Бенефис. Стоячей (компактной) формой куста характеризовались образцы: Воронежский, к-1731, к-1917, к-1724, к-990, Аватар + стандарт; наиболее ветвистыми: к-499, к-2901, к-2397, к-2616, к-2941, к-1724. По комплексу анализируемых признаков выделены образцы: Воронежский, к-1917 и Аватар.

Библиографический список

1. Биостатистический анализ хозяйственных показателей сортов нута Волгоградской селекции / А. В. Балашов, К. Б. Набойченко, А. А. Малахова [и др.] //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, 2023. – №. 2 (70). – С. 22-30. – DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-02.
2. Булынцев С. В., Некрасов А.Ю. Исходный материал для селекции нута в условиях Краснодарского края РФ //Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции (17 февраля 2016 г.), 2016. – С. 195-200. URL:https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008821043/
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2025. – № 1. – 631 с. URL: <https://ogorodum.ru/docs/gosreestr-rus.pdf>
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 2011. – 352 с. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5KiBwgHRtwjekJrRjdZcnJuNEk/preview?resourcekey=0-T95jYNweQc3qAO6mEEbnfg>

5. Захарова, О.А. Научное наследие Павла Андреевича Костычева / О.А. Захарова // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2025. - №1(7). – С. 1-6. DOI:10.36508/journal.2025.79.13.002
6. Киреева, О.В. Изучение сортообразцов африканского проса (*Pennisetum glaucum* L.) коллекции ВИР в условиях Нижнего Поволжья / О.В. Киреева, Г.А. Маслова // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2025. - №1(7). – С.42-51. DOI:10.36508/journal.2025.23.23.006
7. Нут – культура перспективная для биологизированных технологий возделывания в Центральном Федеральном округе Российской Федерации / В. И. Старцев, Е. Н. Закабунина, А. П. Глинушкин [и др.] // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета, 2020. – № 33(38). – С. 30-38. URL: <https://www.iprbookshop.ru/20610.html>
8. Однодушнова, Ю.В. Некоторые аспекты защиты растений в условиях урбанизированной среды / Ю.В. Однодушнова, Т.В. Ерофеева// Сетевой научный журнал РГАТУ, 2024. - №3(5). – С. 46-56 DOI 10.36508/journal.2024.53.56.006
9. Савин, И. Ю. Может ли изменение климата привести к расширению посевов сельскохозяйственных культур в арктической зоне России?/ И. Ю. Савин, С.А. Аветян, Н.В. Савицкая, О.Д. Кучер // Сетевой научный журнал РГАТУ, 2024. - №4(6). – С. 41-58. DOI10.36508/journal.2024.29.15.006
10. Синюшин А. А. Статистические ошибки и как их избегают, или о корректном анализе количественных данных в селекции // Зернобобовые и крупяные культуры, 2021. – № 3(39). – С. 6-10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskie-oshibki-i-kak-ih-izbegayut-ili-o-korrektnom-analize-kolichestvennyh-dannyh-v-seleksii>
11. Шихалиева К. Б. К. Роль генофонда нута (*Cicer arietinum* L.) из коллекции зернобобовых культур в решении задач селекции в Азербайджане //Endless light in science, 2022. – №10. – С. 354-361.
12. Chickpea diversity driven by transposon insertion polymorphism / V. A. Stanin, M. A. Duk, A. A. Kanapin [et al.] // Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov J Genet Breed, 2025. – 29(1). – P. 61-71. – Doi: 10.18699/vjgb-25-08

References

1. Biostatisticheskij analiz xozyajstvenny`x pokazatelej sortov nuta Volgogradskoj selekcii / A. V. Balashov, K. B. Nabojchenko, A. A. Malaxova [i dr.] //Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vy`sshee professional`noe obrazovanie, 2023. – №. 2 (70). – S. 22-30. – DOI: 10.32786/2071-9485-2023-02-02.
2. Buly`ncev S. V., Nekrasov A.Yu. Isxodny`j material dlya selekcii nuta v usloviyakh Krasnodarskogo kraja RF //Innovacii v texnologiyakh vozdel`vaniya sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur: materialy` mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (17 fevralya 2016 g.), 2016. – S. 195-200. URL:https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008821043/

3. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyx dostizhenij, dopushhennyx k ispolzovaniyu. Sorta rastenij (oficialnoe izdanie). – M.: FGBNU «Rosinformagrotex», 2025. – № 1. – 631 s. URL: <https://ogorodum.ru/docs/gosreestr-rus.pdf>
4. Dospexov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul`tatov issledovanij). – M., 2011. – 352 s. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5KiBwgHRtwjekJrRjdZcnJuNEk/preview?resourcekey=0-T95jYNweQc3qAO6mEEbnfg>
5. Zakharova, O.A. Nauchnoe nasledie Pavla Andreevicha Kostycheva / O.A. Zaxarova // Setevoy nauchnyj zhurnal RGATU, 2025. - №1(7). – S. 1-6. DOI:10.36508/journal.2025.79.13.002
6. Kireeva, O.V. Izuchenie sortoobrazczov afrikanskogo prosa (Pennisetum glaucum L.) kollekci VIR v usloviyax Nizhnego Povolzhya / O.V. Kireeva, G.A. Maslova // Setevoy nauchnyj zhurnal RGATU, 2025. - №1(7). – S.42-51. DOI:10.36508/journal.2025.23.23.006
7. Nut – kul`tura perspektivnaya dlya biologizirovannyx texnologij vozdelyvaniya v Centralnom Federalnom okruge Rossijskoj Federacii / V. I. Starcev, E. N. Zakabunina, A. P. Glinushkin [i dr.] // Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta, 2020. – № 33(38). – S. 30-38. URL: <https://www.iprbookshop.ru/20610.html>
8. Odnodushnova, Yu.V. Nekotorye aspekty zashhity rastenij v usloviyax urbanizirovannoj sredy / Yu.V. Odnodushnova, T.V. Erofeeva// Setevoy nauchnyj zhurnal RGATU, 2024. - №3(5). – S. 46-56 DOI 10.36508/journal.2024.53.56.006
9. Savin, I. Yu. Mozhet li izmenenie klimata privesti k rasshireniyu posevov sel`skoxozyajstvennyx kul`tur v arktycheskoj zone Rossii?/ I. Yu. Savin, S.A. Avetyan, N.V. Saviczkaya, O.D. Kucher // Setevoy nauchnyj zhurnal RGATU, 2024. - №4(6). – S. 41-58. DOI10.36508/journal.2024.29.15.006
10. Sinyushin A. A. Statisticheskie oshibki i kak ix izbegayut, ili o korrektnom analize kolichestvennyx dannyx v selekcii // Zernobobovy'e i krupyany'e kul'tury, 2021. – № 3(39). – S. 6-10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskie-oshibki-i-kak-ih-izbegayut-ili-o-korrektnom-analize-kolichestvennyh-dannyh-v-selektsi>
11. Shixalieva K. B. K. Rol` genofonda nuta (Cicer arietinum L.) iz kollekci zernobobovyx kul`tur v reshenii zadach selekcii v Azerbajdzhanie //Endless light in science, 2022. – №10. – S. 354-361.
12. Chickpea diversity driven by transposon insertion polymorphism / V. A. Stanin, M. A. Duk, A. A. Kanapin [et al.] // Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektsi = Vavilov J Genet Breed, 2025. – 29(1). – P. 61-71. – Doi: 10.18699/vjgb-25-08