

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ/PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.2>

ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО

Научная статья

Костылев П.И.^{1,*}, Ковтунов В.В.², Калюжный А.А.³¹ORCID : 0000-0002-4371-6848;²ORCID : 0000-0002-7510-7705;³ORCID : 0009-0000-9139-2545;^{1,2,3} Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (p-kostylev[at]mail.ru)

Аннотация

В статье представлены результаты изучения 40 образцов сорго зернового в коллекционном питомнике. Исследования проводились в 2020–2024 гг. в южной зоне Ростовской области на базе ФГБНУ «АНЦ «Донской». Погодно-климатические условия в годы исследований были разнообразны, что позволило провести объективную оценку исходного материала сорго зернового. ГТК за период май–сентябрь в 2020 г. составил 0,68, в 2021 г. — 0,82, в 2022 г. — 0,52, в 2023 г. — 0,81, в 2024 г. — 0,24. Целью работы являлось изучить влияние некоторых элементов структуры урожая и других количественных признаков на продуктивность образцов сорго зернового коллекционного питомника. Статистическую обработку данных исследования проводили с использованием компьютерной программы Statistica 13.3.1. Проведен анализ варьирования величин изученных признаков у образцов коллекционного питомника, установлены закономерности их влияния на продуктивность. Наибольшая урожайность формируется при наличии оптимальных значений признаков: продолжительность вегетационного периода — 106–108 дней, высота — 135–140 см, количество зерен в метелке — 2200–2400 штук, масса 1000 зерен — 28–30 г. Полученные оптимальные величины можно использовать при формировании модели сорта.

Ключевые слова: сорго зерновое, образец, коллекция, генофонд, урожайность, вегетационный период, масса 1000 зёрен, высота растения.

ELEMENTS OF THE YIELD STRUCTURE AFFECTING THE PRODUCTIVITY OF GRAIN SORGHUM

Research article

Kostilev P.I.^{1,*}, Kovtunov V.V.², Kalyuzhnii A.A.³¹ORCID : 0000-0002-4371-6848;²ORCID : 0000-0002-7510-7705;³ORCID : 0009-0000-9139-2545;^{1,2,3} Agrarian Science Center "Donskoy", Zernograd, Russian Federation

* Corresponding author (p-kostylev[at]mail.ru)

Abstract

The article presents the results of a study of 40 samples of grain sorghum in a collection nursery. The research was conducted in 2020–2024 in the southern zone of Rostov Oblast at the FSBSI 'Don State Agricultural Research Centre'. The weather and climatic conditions during the years of the study were varied, which allowed for an objective evaluation of the grain sorghum source material. The HTI for the period May–September was 0.68 in 2020, 0.82 in 2021, 0.52 in 2022, in 2023 — 0.81, in 2024 — 0.24. The aim of the work was to examine the influence of certain elements of the yield structure and other quantitative characteristics on the productivity of grain sorghum samples from the collection nursery. Statistical processing of the research data was carried out using the Statistica 13.3.1 computer programme. An analysis of the variation in the values of the studied characteristics in the samples from the collection nursery was carried out, and the patterns of their influence on productivity were established. The highest yield is formed when the optimal values of the characteristics are present: the duration of the growing season is 106–108 days, the height is 135–140 cm, the number of grains in the panicle is 2200–2400, and the weight of 1000 grains is 28–30 g. The optimal values obtained can be used when developing a variety model.

Keywords: grain sorghum, sample, collection, gene pool, yield, growing season, weight of 1000 grains, plant height.

Введение

Сорго — одна из древнейших сельскохозяйственных культур, высоко ценящаяся земледельцами. Сорго — пятая по значимости зерновая культура, обеспечивающая продовольствием и фуражом весь мир. Оно распространено во многих странах мира и является основным продуктом питания примерно для 500 миллионов человек в 30 странах Африки и Азии [1]. Оно адаптировано к широкому спектру стрессовых условий, таких как засолка и засухоустойчивость, и известно как высокоэнергетическая культура, устойчивая к засухе из-за своей эффективности. Зерно сорго служит пищей для людей, а также используется как питательный корм для скота, птицы и рыбоводческих хозяйств [2]. В Азии, Африке и США из сорго изготавливают муку, крупы, крахмал, пиво, спиртные напитки и другие продукты [3].

Среди множества задач, которые предстоит решить в ближайшие годы, особое значение имеет наращивание объемов животноводства и укрепление кормовой базы для этой отрасли. В засушливых регионах Юга России

необходимо расширить посевные площади под засухоустойчивое высокопродуктивное зерновое сорго. В зонах с недостаточным увлажнением оно должно стать ключевой культурой для повышения эффективности севооборотов [4].

Основное препятствие для широкого распространения сорго — недостаток адаптированных к различным климатическим зонам сортов и гибридов, пригодных для промышленного производства семян [5]. Оптимальным решением этой проблемы является выведение новых сортов сорго зернового, способных формировать стабильно высокие урожаи.

Сорго в целом обладает широким спектром генетической изменчивости. Адекватная изменчивость обеспечивает возможности для отбора с целью улучшения и возможной гибридизации [6].

Генетические и геномные ресурсы не только обеспечивают основу для выявления и изучения генов, лежащих в основе изменчивости, но и служат новыми источниками генетического и фенотипического разнообразия в программах селекции растений [7].

Коллекции зародышевой плазмы являются оригинальным материалом для программ селекции растений и улучшения урожая. Из-за их генетического разнообразия и возможного наличия определенных желательных генов коллекции зародышевой плазмы являются полезными объектами для селекционеров растений [8].

Коллекционные образцы сорго демонстрируют значительную вариативность по цвету листьев, цвету средней жилки, форме метелки, количеству дней до цветения, площади листьев, площади флагового листа, высоте растений и урожайности зелёной массы и зерна, в то время как различия в количестве листьев и побегов на одно растение — менее значительны [9].

При скрещивании удаленных в эколого-географическом отношении образцов в первом поколении гибридов проявляется гетерозис, а во втором наблюдается широкий размах изменчивости по всем изучаемым признакам, часто с трансгрессиями, особенно по признакам «длина и масса метелки», значительно превышая родительские значения [10].

Целью данной работы являлось — изучить влияние некоторых элементов структуры урожая и других количественных признаков на продуктивность образцов сорго зернового коллекционного питомника.

Методы и принципы исследования

Полевые опыты проводились в южной зоне Ростовской области на базе ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве исследуемого материала использованы 40 сортообразцов сорго зернового коллекционного питомника. Исследования проводились в 2020–2024 гг. Погодно-климатические условия в годы исследований были разнообразны, что позволило провести объективную оценку исходного материала сорго зернового. Гидро-термический коэффициент (ГТК) за период май–сентябрь в 2020 г. составил 0,68, в 2021 г. — 0,82, в 2022 г. — 0,52, в 2023 г. — 0,81, а в 2024 г. — 0,24. Посев проводили селекционной сеялкой «Клен 4.2», учетная площадь делянки — 4,9 м², ширина междурядий — 70 см. Глубина заделки — 5–6 см. После посева почву прикатывали кольчатыми катками.

В процессе вегетации осуществляли наблюдения за растениями с регистрацией фаз вегетации, общего их состояния и развития.

Статистическую обработку данных исследования проводили с использованием компьютерной программы Statistica 13.3.1.

Результаты исследований

Одним из основных сдерживающих факторов широкого распространения сорго является его позднеспелость (уборка в осенние месяцы), а в связи с этим сложности, связанные с необходимостью в досушке зерна. В связи с этим важно сосредоточиться на селекции раннеспелых и сортов и гибридов сорго. Поэтому выделение источников раннеспелости, способных формировать стабильную по годам и высокую урожайность зерна, является одной из основных задач в селекции сорго.

Амплитуда варьирования образцов коллекции зернового сорго в среднем за 5 лет по длине вегетационного периода была от 89 до 107 дней. Наибольшая урожайность, более 550 г/м², сформировалась у образцов с продолжительностью вегетационного периода — 106–108 дней (рис. 1).

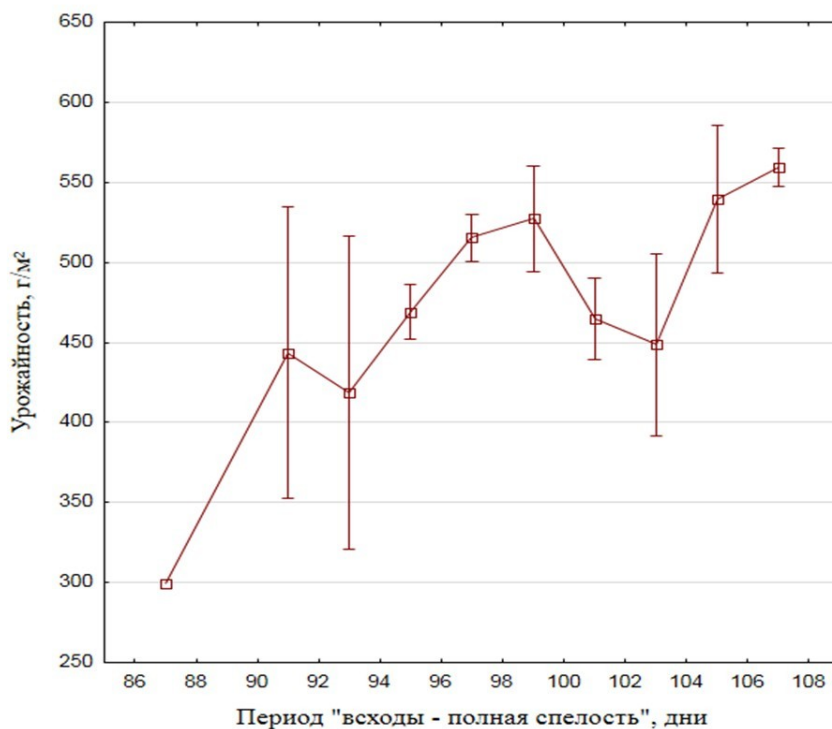


Рисунок 1 - Зависимость урожайности от продолжительности вегетационного периода (2020–2024 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.2.1>

Однако следует также выделить группу образцов с продолжительностью периода вегетации «всходы — полная спелость» 96-100 дней и средним уровнем урожайности зерна 520–530 г/м². Данные образцы относятся к раннеспелой группе созревания и формируют стабильно высокую урожайность зерна.

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

Если у кормовых гибридов высота растений в значительной степени обуславливает уровень урожайности зелёной массы, то у зерновых — высота растений более 150 см сильно усложняет механизированную уборку зерновой части урожая. Для гибридов сорго зернового направления оптимальной является высота 100–130 см.

Коллекция сорго была разнообразна по высоте растений — от 80 до 150 см. Распределение растений по этому признаку показало, что наибольшую урожайность формируют образцы с высотой растений 135–140 см (рис. 2).

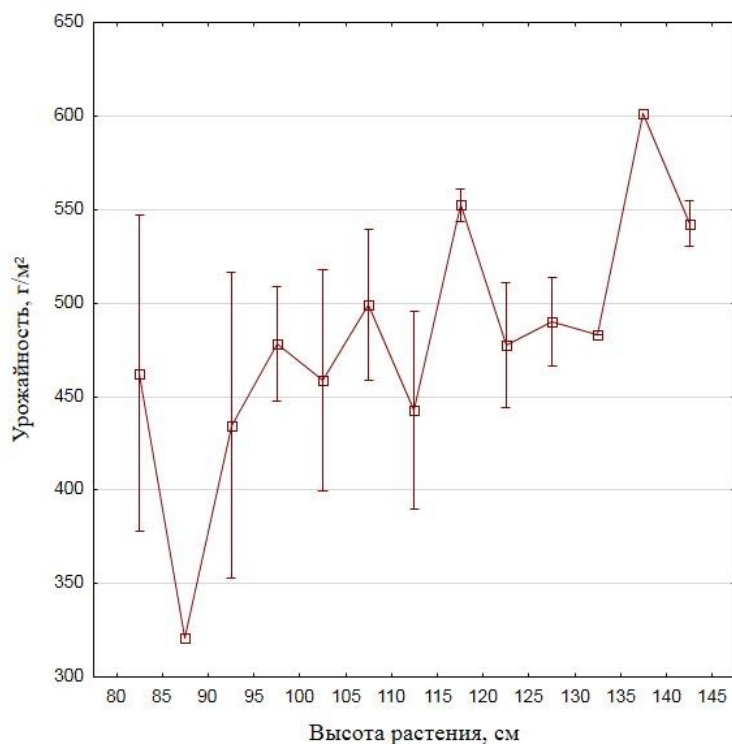


Рисунок 2 - Зависимость урожайности от высоты растения (2020-2024 гг.)
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.2.2>

В Ростовской области создаются благоприятные условия для формирования урожая с высокой массой 1000 зерен (Шепель, 1985). В наших исследованиях масса 1000 зерен варьировала от 16,6 до 36,3 г (рис. 3).

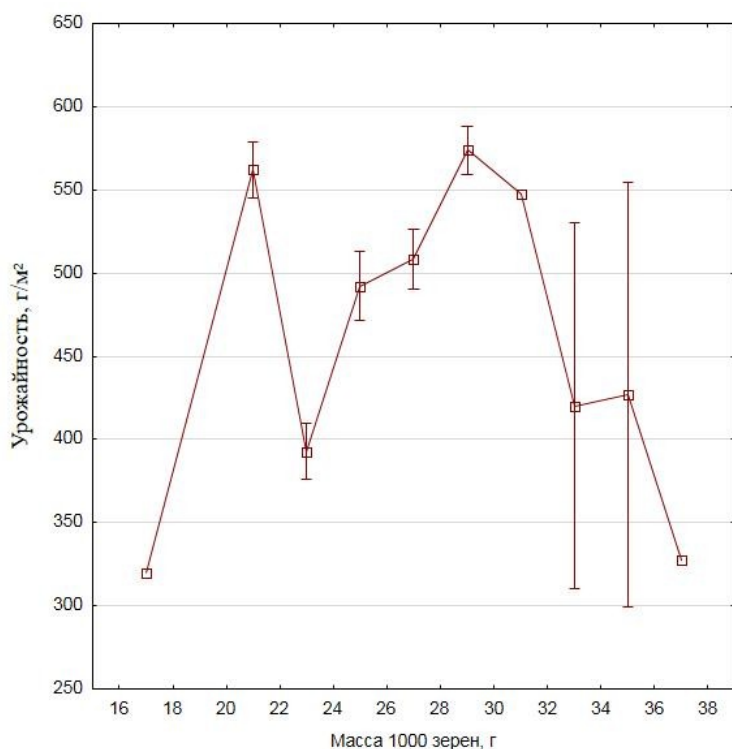


Рисунок 3 - Зависимость урожайности от массы 1000 зерен (2020-2024 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.2.3>

Наибольшая урожайность, 575 г/м², сформировалась у образцов с массой 1000 зерен — 28–30 г.

Количество зерен на метелке сорго варьирует в зависимости от сорта и условий выращивания: от 1800–2200 у сортов до 3000–5600 у гибридов. Высокое количество зерен у гибридов — результат выраженного гетерозиса. Общая

урожайность зерна у гибридов обусловлена увеличенным числом зерен в метелке по сравнению с родительскими формами. Количество семян, а не их масса, в значительной степени считается наиболее важным компонентом урожайности зернового сорго.

Распределение изученных образцов по числу зёрен на метёлке показало, что эта величина в среднем за 2020–2024 годы варьировала от 400 до 2400 (рис. 4).

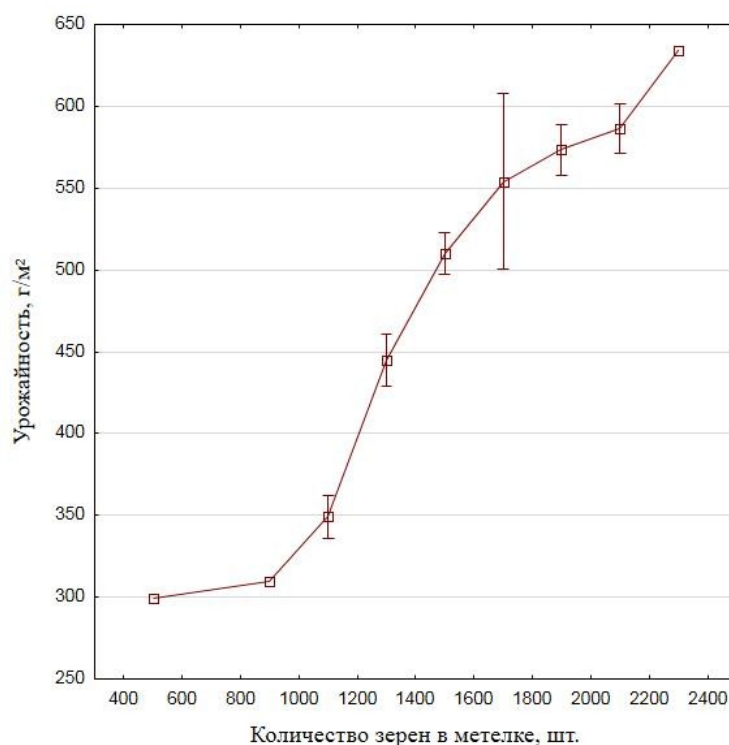


Рисунок 4 - Зависимость урожайности от количества зерен в метелке (2020–2024 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.2.4>

За годы исследований была отмечена сильная, положительная корреляционная связь между урожайностью и количеством зерен в метелке.

Поэтому в среднем за 2020–2024 гг. наибольшая урожайность формировалась при максимальном количестве зерен в метелке 2200–2400 шт.

Таким образом, были выявлены оптимальные величины биологических и морфологических признаков сорго зернового, при которых формируется максимальная урожайность. Эти величины следует иметь в виду при селекционной работе на продуктивность.

Заключение

1. Проведен анализ элементов структуры урожая, установлены закономерности их влияния на продуктивность.
2. Наибольшая урожайность формируется при наличии оптимальных значений признаков: продолжительность вегетационного периода — 106–108 дней, высота растений — 135–140 см, количество зерен в метелке — 2200–2400 штук, масса 1000 зерен — 28–30 г.
3. Полученные оптимальные величины можно использовать при формировании модели сорта.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Khoddami A. Sorghum in foods: Functionality and potential in innovative products / A. Khoddami, V. Messina, K.V. Venkata [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. — 2023. — Vol. 63, № 9. — P. 1170–1186. — DOI: 10.1080/10408398.2021.1960793.

2. Magaisa A. Participatory variety selection and stability of agronomic performance of advanced sorghum lines in Zimbabwe / A. Magaisa, P. Manjeru, C.N. Kamutando [et al.] // *Journal of Crop Improvement*. — 2021. — Vol. 36, № 4. — P. 1–21. — DOI: 10.1080/15427528.2021.1974635.
3. Abreha K.B. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress / K.B. Abreha, M. Enyew, A.S. Carlsson [et al.] // *Planta*. — 2021. — Vol. 255, № 1. — P. 1–20. — DOI: 10.1007/s00425-021-03799-7.
4. Алабушев А.В. Достижения в селекционной работе по созданию сортов и гибридов сорго в АНЦ «Донской» / А.В. Алабушев // *Зерновое хозяйство России*. — 2020. — № 2(68). — С. 44–48. — DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-44-48.
5. Dahlberg J.A. Classifying the genetic diversity of sorghum / J.A. Dahlberg // *Achieving sustainable cultivation of sorghum*. — 2018. — Vol. 1. — P. 23–86.
6. Sihag N. Evaluation of elite Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] germplasm lines for morphological traits / N. Sihag, S. Johari, B. Mishra [et al.] // *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* — 2019. — Vol. 8, № 10. — P. 2488–2491. — DOI: 10.20546/IJCMAS.2019.810.289.
7. Boyle R.E. Genetic and genomic resources of sorghum to connect genotype with phenotype in contrasting environments / R.E. Boyle, Z.W. Brenton, S. Kresovich // *The Plant Journal*. — 2019. — Vol. 97. — P. 19–39. — DOI: 10.1111/tpj.14113.
8. Ferde B. Sorghum Genetic Resource Collection, Evaluation, Conservation and Utilization in Ethiopia: A Review / B. Ferde, W. Taye // *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS)*. — 2019. — Vol. 5, № 12. — P. 35–45. — DOI: 10.20431/2454-6224.0512005.
9. Kunwar R. Characterization of Sorghum germplasm for various qualitative traits / R. Kunwar // *Journal of Applied and Natural Science*. — 2017. — Vol. 9, № 2. — P. 1002–1007. — DOI: 10.31018/jans.v9i2.1311.
10. Костылев П.И. Селекция зернового, сахарного сорго и суданской травы на крупнозерность / П.И. Костылев, Л.М. Костылева // *Международный научно-исследовательский журнал*. — 2020. — № 6(96). — С. 153–157. — DOI: 10.23670/IRJ.2020.96.6.028.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Khoddami A. Sorghum in foods: Functionality and potential in innovative products / A. Khoddami, V. Messina, K.V. Venkata [et al.] // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. — 2023. — Vol. 63, № 9. — P. 1170–1186. — DOI: 10.1080/10408398.2021.1960793.
2. Magaisa A. Participatory variety selection and stability of agronomic performance of advanced sorghum lines in Zimbabwe / A. Magaisa, P. Manjeru, C.N. Kamutando [et al.] // *Journal of Crop Improvement*. — 2021. — Vol. 36, № 4. — P. 1–21. — DOI: 10.1080/15427528.2021.1974635.
3. Abreha K.B. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress / K.B. Abreha, M. Enyew, A.S. Carlsson [et al.] // *Planta*. — 2021. — Vol. 255, № 1. — P. 1–20. — DOI: 10.1007/s00425-021-03799-7.
4. Alabushev A.V. Dostizheniya v selektsionnoi rabote po sozdaniyu sortov i gibridov sorgo v ANTS «Donskoj» [Achievements in breeding work on the creation of varieties and hybrids of sorghum at the ARC "Donskoy"] / A.V. Alabushev // *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain Economy of Russia]. — 2020. — № 2(68). — P. 44–48. — DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-44-48. [in Russian]
5. Dahlberg J.A. Classifying the genetic diversity of sorghum / J.A. Dahlberg // *Achieving sustainable cultivation of sorghum*. — 2018. — Vol. 1. — P. 23–86.
6. Sihag N. Evaluation of elite Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] germplasm lines for morphological traits / N. Sihag, S. Johari, B. Mishra [et al.] // *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* — 2019. — Vol. 8, № 10. — P. 2488–2491. — DOI: 10.20546/IJCMAS.2019.810.289.
7. Boyle R.E. Genetic and genomic resources of sorghum to connect genotype with phenotype in contrasting environments / R.E. Boyle, Z.W. Brenton, S. Kresovich // *The Plant Journal*. — 2019. — Vol. 97. — P. 19–39. — DOI: 10.1111/tpj.14113.
8. Ferde B. Sorghum Genetic Resource Collection, Evaluation, Conservation and Utilization in Ethiopia: A Review / B. Ferde, W. Taye // *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS)*. — 2019. — Vol. 5, № 12. — P. 35–45. — DOI: 10.20431/2454-6224.0512005.
9. Kunwar R. Characterization of Sorghum germplasm for various qualitative traits / R. Kunwar // *Journal of Applied and Natural Science*. — 2017. — Vol. 9, № 2. — P. 1002–1007. — DOI: 10.31018/jans.v9i2.1311.
10. Kostylev P.I. Selektsiya zernovogo, sakharного sorgo i sudanskoi travy na krupnozernost' [Breeding of grain sorghum, sweet sorghum and sudangrass for large grain size] / P.I. Kostylev, L.M. Kostyleva // *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Research Journal]. — 2020. — № 6(96). — P. 153–157. — DOI: 10.23670/IRJ.2020.96.6.028. [in Russian]