

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

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.13>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ВЕНИЧНОГО СОРГО В СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ ДЛЯ БОГАРНЫХ УСЛОВИЙ НИЖНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА

Научная статья

Старчак В.И.^{1,*}, Семин Д.С.², Бочкарева Ю.В.³, Ефремова И.Г.⁴, Степанченко Д.А.⁵, Куколева С.С.⁶

¹ ORCID : 0000-0001-7312-4547;

² ORCID : 0000-0002-6782-5256;

³ ORCID : 0000-0003-0328-4654;

⁴ ORCID : 0000-0002-7188-9332;

⁵ ORCID : 0000-0002-8263-188X;

⁶ ORCID : 0000-0002-0582-9024;

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, Саратов, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (viktoria_starchak[at]rambler.ru)

Аннотация

В статье представлены результаты сравнительного изучения константных селекционных линий веничного сорго по комплексу хозяйственно-ценных признаков на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в течение 2021-2023 гг. в питомнике предварительного сортоизучения кормового сорго. Материалом исследований служили 9 сортов и линий веничного сорго – стандарты сорта Мастер, Трудовой, перспективные линии Л-93/14, Л-137/11, Л-136/11, Л-148/14, Л-117/14, Л-120/14, Л-146/14. В результате многолетнего отбора коллекционных сортообразцов веничного сорго получены константные формы, в наибольшей степени соответствующие параметрам модели сорта – селекционные линии Л-93/14, Л-136/11, Л-117/14, Л-146/14 с оптимальной высотой травостоя – 151,7-161,1 см, длиной метелки – 47,3-51,0 см. Выделенные линии отличились значительной урожайностью биомассы (13,44-14,30 т/га) и семян (2,31-2,75 т/га), а образцы Л-93/14, Л-136/11 и Л-148/14 характеризовались отсутствием центрального стержня метелки, низкой общей кустистостью биомассы – 1,42-1,67 шт./растение, что способствует формированию полноценных соцветий для изготовления 4,2-4,5 тыс. штук веников с гектара посевов. Выделенные линии отличились также хорошими технологическими характеристиками – наличием большого числа отходящих от основания соцветий длинных гибких веточек. По комплексу показателей эти линии максимально приближены к параметрам модели сорта веничного сорго, а также близки большинством показателей к лучшему сорту-стандарту Мастер и рекомендуются к подготовке проведения конкурсного сортоиспытания.

Ключевые слова: веничное сорго; селекционные линии; хозяйственно-ценные признаки; технологичность соцветий, выход веников с гектара площади.

USE OF PERSPECTIVE LINES OF PANICULATE SORGHUM IN SELECTION OF VARIETIES FOR RAINFED CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION

Research article

Starchak V.I.^{1,*}, Semin D.S.², Bochkareva Y.V.³, Efremova I.G.⁴, Stepanchenko D.A.⁵, Kukoleva S.S.⁶

¹ ORCID : 0000-0001-7312-4547;

² ORCID : 0000-0002-6782-5256;

³ ORCID : 0000-0003-0328-4654;

⁴ ORCID : 0000-0002-7188-9332;

⁵ ORCID : 0000-0002-8263-188X;

⁶ ORCID : 0000-0002-0582-9024;

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Russian Scientific Research and Technological Design Institute of sorghum and corn, Saratov, Russian Federation

* Corresponding author (viktoria_starchak[at]rambler.ru)

Abstract

The article presents the results of comparative study of constant selective lines of paniculate sorghum on the complex of economically valuable traits in the experimental field of FSBSI Russian Research and Development and Project-Technological Institute of Sorghum and Maize "Rossorgo" during 2021-2023 in the nursery of preliminary varietal study of fodder sorghum. The research material was 9 varieties and lines of paniculate sorghum – standard varieties Master, Trudovoy, perspective lines L-93/14, L-137/11, L-136/11, L-148/14, L-117/14, L-120/14, L-146/14. As a result of multi-year selection of collection varieties of paniculate sorghum, constant forms were obtained, which correspond to the parameters of the variety model to the greatest extent – selective lines L-93/14, L-136/11, L-117/14, L-146/14 with optimal grass height – 151.7-161.1 cm, panicle length – 47.3-51.0 cm. The selected lines were distinguished by significant yields of biomass (13.44-14.30 t/ha) and seeds (2.31-2.75 t/ha), while samples L-93/14, L-136/11 and L-148/14 were characterized by the absence of a central panicle stem, low total bushiness of biomass – 1.42-1.67 pieces/plant, which contributes to the formation of full inflorescences for the production of 4.2-4.5 thousand pieces of brooms per hectare of crops. The selected lines were also distinguished by good technological characteristics – the presence of numerous long, flexible branches departing from the base of inflorescences.

According to a set of indicators these lines are maximally close to the parameters of the model variety of paniculate sorghum, as well as close by most indicators to the best variety-standard Master and are recommended for the preparation of competitive variety trials.

Keywords: paniculate sorghum; selective lines; economically valuable traits; inflorescence technology, whisk yield per hectare of area.

Введение

Веничное или техническое сорго, как и другие виды сорговых (зерновое, сахарное, травянистое), является высокоурожайной засухоустойчивой сельскохозяйственной культурой. Кормовая и техническая культура веничного сорго, как и другие сорговые виды, характеризуется высокой засухоустойчивостью благодаря пассивным и активным способам адаптации: наличием воскового налета на листьях, способствующим сокращению непродуктивного испарения, возможностью растений сорго впадать в состояние анабиоза при остром дефиците влаги в почве и возвращаться к активной вегетации при улучшении влагообеспеченности посевов, развитием мощной корневой системы, экономным расходом влаги при ее недостатке [1], [2]. Эти качества способствуют распространению культуры в засушливых регионах земледелия.

Изучение генофонда рода *Sorghum bicolor* L. Moench позволило выявить достаточное число генотипов, отличающихся большим разнообразием генотипов, имеющих селекционно-ценные признаки для проведения эффективной селекции новых сортов и гибридов. Ежегодный мониторинг генетического фонда веничного сорго, проведение отборов лучших константных форм способствовал выявлению новых продуктивных генотипов с улучшенным качеством биомассы, зерна, высокой технологичностью соцветий с высоким адаптационным потенциалом для пополнения и расширения генофонда института.

Сформированный в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» генофонд веничного сорго характеризуется генетическим и фенотипическим разнообразием, скороспелостью, высоким качеством зерна, устойчивостью к болезням и вредителям [3]. Особое внимание селекционеры уделяют поиску, сохранению, идентификации и использованию генетических источников хозяйственных признаков веничного сорго, среди которых важное место занимает технологичные свойства соцветий для их различного использования (щетки, метлы, веники). Перспективно использование продуктивной биомассы для кормопроизводства, а также получение сопутствующей продукции – изготовление корзин, пищевых красителей [4], [5].

Селекция новых сортов ориентирована на показатели модели сорта, которой соответствует сорт-стандарт Мастер. Его отличительными особенностями являются высокая устойчивость к поражению тлей, головней и ржавчиной, к полеганию и ломкости стебля, интенсивность начального роста, гибкость и технологичность метелок, высокое количество и качество производимой продукции с 1 га (4,5-4,7 тыс. шт. веников) [4], [9].

Веgetативная масса веничного сорго отличается высокими кормовыми достоинствами и может быть использована в фазу выметывания или в период созревания семян. Анализ питательной ценности биомассы веничного сорго свидетельствует, что по содержанию кормовых единиц в зеленой и сухой массе, выходу валовой энергии посевов оно не уступает кормовому сорго, что позволяет рекомендовать использование вегетативной массы на кормовые цели, а также дробленое зерно на фураж [5].

В исследованиях обозначена цель исследований: провести сравнительное изучение перспективных линий веничного сорго по комплексу хозяйственно-ценных показателей для создания новых высокопродуктивных сортов разнонаправленного использования качественной технической продукции.

Материал и методы исследований

Объектами исследований служили 9 сортов и линий веничного сорго – сорта-стандарты Мастер, Трудовой, перспективные селекционные линии Л-93/14, Л-137/11, Л-136/11, Л-148/14, Л-117/14, Л-120/14, Л-146/14. Посев сортов и линий веничного сорго проведен селекционной сеялкой СКС-6-10 в 2021-2023 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в оптимальные сроки – 2-ю декаду мая широкорядным способом с междурядьями 0,7 м. В питомнике предварительного сортоизучения площадь делянок образцов составила 15,4 м², повторность опыта трехкратная. Густота стояния растений скорректирована вручную: 120-150 тыс. раст./га. Линии изучены по основным морфометрическим параметрам: высоте растений через 30 дней после всходов и при созревании, площади наибольшего и флагового листа, параметрам соцветий, массе семян с метелки и 1000 семян, урожайности биомассы и семян, общей и продуктивной кустистости, технологическим признакам соцветий по сравнению с сортом-стандартом Мастер и сортом Трудовой, допущенными к использованию в производстве. Оценка хозяйственно-ценных признаков и свойств проведена согласно методикам государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6] и «Широкого унифицированного классификатора СЭВ и международного классификатора СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench» [7], [11]. Статистическая обработка результатов исследований выполнена с помощью программы Агрос 2.09 методом статистического анализа выборки [8], [10].

Результаты исследований и обсуждение

В вегетационные периоды 2021-2023 гг. проведена оценка показателей линий веничного сорго по вегетативным и генеративным признакам. Основными хозяйственными критериями (параметры модели сорта веничного сорго) являются следующие показатели: оптимальная высота и выравненность травостоя (150-170 см), длина соцветия (50 см и более), отсутствие или незначительная длина центрального стержня метелки (до 3 см), устойчивое вызревание в любые годы, хорошая семенная продуктивность, технологичные свойства соцветий. Анализ статистических параметров выборки селекционно-ценных признаков образцов веничного сорго позволил определить градацию их варьирования, выявить среднюю величину показателей и ее ошибку, а также степень их вариации признаков среди образцов изученных групп.

Наибольшее варьирование выявлено по признакам: выдвинутость ножки соцветия – 80,5%; среднее – по высоте растений при созревании (19,4%), площадь наибольшего (12,2%) и флагового (11,4%) листьев, ширина соцветия – 18,8%, масса зерна с метелки – 19,2%, кустистость общая (16,4%) и продуктивная (17,6%). Другие показатели обнаружили слабое варьирование: высота растений через 30 дней после всходов – 7,2%, длина соцветия – 8,8%, масса 1000 зерен – 8,3%, урожайность биомассы – 6,1%, зерна – 7,2%. Менее всех варьировал показатель «масса 1000 семян, что свидетельствует о результативности направленной селекции элемента семенной продуктивности параметров веничного сорго.

Селекционные линии характеризовались оптимальными значениями показателей и средней вариацией признаков: высота растений через 30 дней после всходов (средняя и ее ошибка составила $43,0 \pm 1,0$ см с коэффициентом вариации 7,2%); высота при созревании (средняя и ее ошибка – $166,0 \pm 3,5$ см, коэффициент вариации – 19,4%); площадь наибольшего листа ($221,1 \pm 8,0$ см с коэффициентом вариации признака 12,2%); площадь флагового листа (средняя и ее ошибка составила $124,8 \pm 4,7$ см, коэффициент вариации – 11,4%).

Наибольшая изменчивость (коэффициент вариации 80,5%) установлена у показателя «выдвинутость ножки метелки»: величина признака у селекционных линий веничного сорго варьировала в пределах 1,1 – 16,9 см, средняя составила 5,8 см. По длине соцветия установлена средняя величина 49,5 см, коэффициент вариации признака 8,8% (42,3-57,0 см); по ширине соцветия варьирование величины признака находилось в пределах 26,5-45,0 см, среднее значение показателя составило 35,9 см при коэффициенте вариации 18,8%.

Элементы семенной продуктивности линий веничного сорго обнаружили различную изменчивость признаков: незначительную ($V= 8,3\%$) по массе 1000 семян, варьирование составило 16,9-21,1 г со средней величиной показателя 18,9 г; значительную ($V= 19,2\%$) по массе зерна с метелки, варьирование отмечено в пределах 7,2-13,7 г, средняя – 10,4 г.

Изученные линии веничного сорго отличились значительной урожайностью биомассы (13,4-16,0 т/га) и семян (2,3-2,9 т/га) при небольшой изменчивости признака – 6,1-7,2%, соответственно.

У селекционных линий веничного сорго установлено варьирование общей (1,3-2,3 шт./растение и продуктивной (1,3-2,2 шт./растение) кустистости биомассы образцов. Средний показатель общей кустистости линий составил 1,70 шт./растение, а продуктивной – 1,63 шт./растение, причем по этому признаку выявлено среднее варьирование величины – 16,4% и 17,6%, соответственно (таблица 1).

Таблица 1 - Оценка статистических параметров выборки по морфометрическим показателям и элементам продуктивности сортов и линий веничного сорго

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.13.1>

| Признак | Значение признака (<i>min...max</i>) | Средняя и ее ошибка | Коэффициент вариации V, (%) |
|--|---|---------------------|--------------------------------|
| Высота через 30 дней после всходов, см | 37,3- 47,4 | $43,0 \pm 1,0$ | 7,2 |
| Высота растений при созревании, см | 151,7-180,8 | $166,0 \pm 3,5$ | 19,4 |
| Площадь наибольшего листа, см ² | 188,0-278,7 | $221,1 \pm 8,0$ | 12,2 |
| Площадь флагового листа, см ² | 102,0-143,6 | $124,8 \pm 4,7$ | 11,4 |
| Выдвинутость ножки метелки, см | 1,1-16,9 | $5,8 \pm 1,6$ | 80,5 |
| Длина соцветия, см | 42,3-57,0 | $49,5 \pm 1,4$ | 8,8 |
| Ширина соцветия, см | 26,5-45,0 | $35,9 \pm 2,3$ | 18,8 |
| Масса зерна с метелки, г | 7,2-13,7 | $10,4 \pm 0,7$ | 19,2 |
| Масса 1000 зерен, г | 16,9-21,1 | $18,9 \pm 0,5$ | 8,3 |
| Урожайность зерна, т/га | 2,3-2,9 | $2,58 \pm 0,1$ | 7,2 |
| Урожайность биомассы, т/га | 13,4-16,0 | $14,6 \pm 0,3$ | 6,1 |
| Кустистость общая, шт./растение | 1,3-2,3 | $1,70 \pm 0,1$ | 16,4 |
| Кустистость продуктивная, шт./растение | 1,3-2,2 | $1,63 \pm 0,1$ | 17,6 |

Анализ морфометрических признаков и элементов продуктивности линий веничного сорго позволил выделить формы, приближенные к сортам стандартам Мастер и Трудовой. По признаку «стартовый рост растений» образцы Л-136/11, Л-137/11, Л-148/14 (45,2- 47,4 см) превысили сорта-стандарты (41,0-44,8 см). По высоте при созревании линии обнаружили изменчивость от 151,7 см (Л-93/14) до 179,3 см (Л-148/14) при значении признака у стандарта Мастер 160,6 см и Трудовой 180,8 см.

Высокими значениями площади флагового и наибольшего листьев –характеризовались линии Л-146/14 (143,6 см² и 278,7 см² соответственно) и Л-120/14 (136,9 см² и 239,1 см² соответственно), превысившие значения признака у стандартов (флагового: 103,2 см²-134,3 см², наибольшего: 188,0 см²- 225,1 см²) (таблица 2).

В селекции образцов веничного сорго особое внимание обращается на величину показателя «длина соцветия», поскольку для производства веников-метел используется сырье из надземной массы с метелками длиной 50 см и более, а также с качественными характеристиками структуры соцветия, которое должно быть без центрального стержня, а веточки метелки одинаковой длины и толщины, обладать гибкостью и устойчивостью к ломкости. Подобными технологическими параметрами обладает стандарт Мастер, а также 4 линии, превосходящие стандарт Трудовой по длине метелки: Л-136/11 – 51,3 см, Л-148/14 – 52,2 см, Л-146/14 – 51,0 см, Л-120/14 – 50,9 см.

По признаку «масса зерна с 1 метелки» установлена изменчивость от 8,7 г (Л-120/14) до 12,5 г (Л-148/14), при значении у сортов-стандартов (7,2- 13,7 г). Выявлено превышение стандарта по показателю «масса 1000 зерен» линиями Л-148/14 (19,7 г), Л-117/14 (21,1 г) и Л-120/14 (20,9 г).

Изменчивость урожайности зерна позволила при сравнении со стандартом сортом Трудовой (2,46 т/га) выделить наиболее продуктивные линии: Л-137/11 – 2,69 т/га, Л-148/14 – 2,90 т/га, Л-117/14 – 2,75 т/га. Среди образцов веничного сорго не выявлено линий, превышающих стандарт сорт Мастер по урожайности биомассы, но интервал варьирования признака у изучаемых линий (13,44-15,50 т/га) оказались по величине показателя на уровне стандарта.

Таблица 2 - Морфометрические показатели и элементы продуктивности сортов и перспективных линий веничного сорго

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.51.13.2>

| Сорт, линия | Высота растений, см | | Площадь листа, см ² | | Параметры соцветия, см | | | | Масса семян, г | | Урожайность, т/га | | Кустистость, шт./растение | |
|-------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------|--------|--|---------------------|---------------|-------------------|--------------|------------------------------|------------------|
| | стартовый рост | при созрева нии | наиболь шего | флагово го | выдвин утость ножки | длина | ширина | Длина центр ального стержня соцвети я, см | с 1 соцвети я | 1000 семян | зерна | биомасс ы | общая | продук тивная |
| Мастер | 44,8 | 160,6 | 225,1 | 134,3 | 3,6 | 57,0 | 44,6 | 0 | 13,7 | 17,5 | 2,62 | 16,00 | 1,25 | 1,25 |
| Трудово й | 41,0 | 180,8 | 188,0 | 103,2 | 16,9 | 45,1 | 33,1 | 0 | 7,2 | 19,7 | 2,46 | 15,23 | 2,28 | 2,24 |
| Л-93/14 | 42,4 | 151,7 | 191,1 | 128,2 | 1,9 | 46,4 | 45,0 | 0 | 9,2 | 16,9 | 2,38 | 13,44 | 1,73 | 1,67 |
| Л- 136/11 | 47,4 | 159,6 | 217,5 | 125,9 | 1,1 | 51,3 | 33,7 | 0 | 10,3 | 17,7 | 2,54 | 14,20 | 1,57 | 1,57 |
| Л- 137/11 | 45,8 | 166,4 | 219,9 | 121,0 | 8,1 | 42,3 | 26,5 | 1,0 | 10,7 | 17,5 | 2,69 | 15,25 | 1,67 | 1,67 |
| Л- 148/14 | 45,2 | 179,3 | 209,8 | 128,4 | 4,6 | 52,2 | 42,2 | 0 | 12,5 | 19,7 | 2,90 | 15,50 | 1,76 | 1,46 |
| Л- 117/14 | 37,3 | 158,0 | 220,5 | 102,0 | 5,0 | 49,7 | 31,3 | 0 | 11,8 | 21,1 | 2,75 | 14,30 | 1,56 | 1,56 |
| Л- 146/14 | 41,5 | 161,1 | 278,7 | 143,6 | 6,8 | 51,0 | 37,8 | 2,0 | 9,9 | 19,2 | 2,31 | 13,80 | 1,62 | 1,42 |
| Л- 120/14 | 41,3 | 173,8 | 239,1 | 136,9 | 4,4 | 50,9 | 29,4 | 1,0 | 8,7 | 20,9 | 2,56 | 13,88 | 1,89 | 1,87 |
| F факт. | 1,25 | 1,73 | 0,52 | 0,42 | 5,97* | 1,26 | 3,29* | 0,68 | 1,98 | 0,72 | 0,31 | 0,44 | 0,73 | 1,10 |
| НСР ₀₅ | - | - | - | - | 5,76 | - | 11,18 | - | - | - | - | - | - | - |

Примечание: 2021-2023 гг

Сравнительная оценка линий веничного сорго со стандартами позволила выделить лучшие образцы по комплексу селекционно-ценных признаков, в том числе по параметрам и технологичности соцветий, к их числу отнесены линии Л-148/14, Л-117/14 и Л-146/14. У этих линий параметры соцветия максимально приближены по этому признаку к стандарту Мастер и превосходят сорт-стандарт Трудовой по длине и ширине метелки.

В наибольшей степени соответствовали параметрам модели сорта веничного сорго по комплексу признаков линии Л-93/14, Л-136/11, Л-117/14, Л-146/14, у которых высота варьировала в пределах 151,7-161,1 см; длина метелки составила 47,3-51,0 см при отсутствии или небольшой длине ее центрального стержня – 2,0 см у линии Л-146/14.

Выделенные линии отличились значительной урожайностью биомассы (13,44-14,30 т/га) и семян (2,31-2,75 т/га), а также хорошими технологическими характеристиками соцветий: гибкими веточками, выполненными на всю длину соцветия. Отличительной положительной особенностью отобранных линий является сравнительно низкая величина продуктивной кустистости – 1,42-1,67 шт./растение при значении признака у стандарта сорта Мастер 1,25. Второй стандарт Трудовой характеризуется повышенной общей кустистостью – 2,24 шт./растение, что является нежелательным проявлением формирования 2-х соцветий на одном растении, приводящем к измельчанию метелок. Для сортов веничного сорго необходима одностебельность растения или слабая кустистость для развития полноценных соцветий, удовлетворяющих требованиям сырья для производства веников в объеме до 4,5 тысяч с гектара посевной площади.

Заключение

Сравнительная оценка селекционных образцов веничного сорго в течение трехлетних испытаний выявила перспективные линии Л-93/14, Л-136/11, Л-117/14, Л-146/14 с оптимальной высотой травостоя – 151,7-161,1 см, длиной метелки – 47,3-51,0 см.

Выделенные линии отличились значительной урожайностью биомассы (13,44-14,30 т/га) и семян (2,31-2,75 т/га), а образцы Л-93/14, Л-136/11 и Л-148/14 характеризовались отсутствием центрального стержня метелки, низкой общей кустистостью биомассы – 1,42-1,67 шт./растение, что способствует формированию полноценных соцветий для изготовления 4,2-4,5 тыс. штук веников с гектара посевов. Такие линии по комплексу показателей максимально приближены к параметрам модели сорта веничного сорго и рекомендуются к подготовке проведения конкурсного сортоиспытания.

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. Жук Е.А. Оценка исходного материала для селекции веничного сорго в условиях Нижнего Поволжья: автореф. ... дис. канд. с-х. наук / Жук Екатерина Александровна. — Саратов, 2011.
2. Ефремова И.Г. Селекция веничного сорго для засушливых условий Нижневолжского региона / И.Г. Ефремова, О.П. Кибальник, Д.С. Семин [и др.] // II Межд.науч.-практ. конф. «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата». — Саратов: Амирит, 2022. — С. 53–59.
3. Костина Г.И. Селекция веничного сорго на качество сырья / Г.И. Костина, Е.А. Жук // Кукуруза и сорго. — 2010. — № 3. — С. 23–26.
4. Костина Г.И. Оценка технологических свойств сырья веничного сорго / Г.И. Костина, П.А. Матюшин, Е.А. Жук [и др.] // Кукуруза и сорго. — 2007. — № 5. — С. 15–17.
5. Жук Е.А. Инновационные разработки по использованию веничного сорго в кормопроизводстве / Е.А. Жук // Таврический вестник аграрной науки. — 2017. — № 2 (10). — С. 45–51.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. — М., 1989. — 194 с.
7. Якушевский Е.С. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* / Е.С. Якушевский, С.Г. Варадинов, В.А. Корнейчук [и др.]. — Л., 1982. — 34 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — М., 2011. — 352 с.
9. Болдырева Л.Л. Оценка новых сортов сорго веничного в условиях предгорной зоны Республики Крым / Л.Л. Болдырева, В.В. Бритвин, В.Д. Филатова // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. — 2017. — № 9 (172). — С. 5–9.
10. Титов В.Н. Оценка коллекционных образцов веничного сорго по хозяйственно-ценным признакам / В.Н. Титов, В.И. Степанченко, Ю.В. Бочкарева // Орошаемое земледелие. — 2023. — № 4 (43). — С. 11–15.
11. Жук Е.А. Зависимость качества сырья новой формы веничного сорго от густоты стояния растений Агро XXI / Е.А. Жук. — 2008. — № 10-12. — С. 44–45.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zhuk E.A. Ocenka ishodnogo materiala dlja selekcii venichnogo sorgo v usloviyah Nizhnego Povolzh'ja [Evaluation of source material for selection of wreath sorghum in the conditions of the Lower Volga region]: abst. ... dis. PhD in Agricultural Sciences / Zhuk Ekaterina Aleksandrovna. — Saratov, 2011. [in Russian]
2. Efremova I.G. Selekcija venichnogo sorgo dlja zasushlivyh uslovij Nizhnevolzhskogo regiona [Selection of broom sorghum for arid conditions of the Lower Volga region] / I.G. Efremova, O.P. Kibal'nik, D.S. Semin [et al.] // II Mezhd.nauch.-prakt. konf. «Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitija agropromyshlennogo kompleksa v usloviyah aridizacii klimata» [II International Scientific and Practical Conference "Scientific support of sustainable development of agro-industrial complex in the conditions of climate aridization"]. — Saratov: Amirit, 2022. — P. 53–59. [in Russian]
3. Kostina G.I. Selekcija venichnogo sorgo na kachestvo syr'ja [Selection of wreath sorghum for raw material quality] / G.I. Kostina, E.A. Zhuk // Kukuruzo i sorgo [Maize and sorghum]. — 2010. — № 3. — P. 23–26. [in Russian]
4. Kostina G.I. Ocenka tehnologicheskikh svojstv syr'ja venichnogo sorgo [Evaluation of technological properties of raw materials of wreath sorghum] / G.I. Kostina, P.A. Matjushin, E.A. Zhuk [et al.] // Kukuruzo i sorgo [Maize and sorghum]. — 2007. — № 5. — P. 15–17. [in Russian]
5. Zhuk E.A. Innovacionnye razrabotki po ispol'zovaniju venichnogo sorgo v kormoproizvodstve [Innovative developments on the use of sorghum in fodder production] / E.A. Zhuk // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki [Tavrichesky Bulletin of Agrarian Science]. — 2017. — № 2 (10). — P. 45–51. [in Russian]
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozjajstvennykh kul'tur [Methodology of state varietal testing of agricultural crops]. — M., 1989. — 194 p. [in Russian]
7. Jakushevskij E.S. Shirokij unificirovannyj klassifikator SJeV i mezhdunarodnyj klassifikator SJeV vozdel'jvaemykh vidov roda Sorghum Moench [A broad unified BMS classifier and an international BMS classifier of cultivated species of the genus Sorghum Moench] / E.S. Jakushevskij, S.G. Varadinov, V.A. Kornejchuk [et al.]. — L., 1982. — 34 p. [in Russian]
8. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of field experiment (with basics of statistical processing of research results)] / B.A. Dospheov. — M., 2011. — 352 p. [in Russian]
9. Boldyreva L.L. Ocenka novyh sortov sorgo venichnogo v usloviyah predgornoj zony Respubliki Krym [Evaluation of new varieties of sorghum in the conditions of the foothill zone of the Republic of Crimea] / L.L. Boldyreva, V.V. Britvin, V.D. Filatova // Izvestija sel'skohozjajstvennoj nauki Tavridy [Proceedings of Agricultural Science of Tavrida]. — 2017. — № 9 (172). — P. 5–9. [in Russian]
10. Titov V.N. Ocenka kollekcionnykh obrazcov venichnogo sorgo po hozjajstvenno-cennym priznakam [Evaluation of collection samples of sorghum by economically valuable features] / V.N. Titov, V.I. Stepanchenko, Ju.V. Bochkareva // Oroshaemoe zemledelie [Irrigated Agriculture]. — 2023. — № 4 (43). — P. 11–15. [in Russian]
11. Zhuk E.A. Zavisimost' kachestva syr'ja novoj formy venichnogo sorgo ot gustoty stojanija rastenij Agro XXI [Dependence of raw material quality of a new form of sorghum on plant density Agro XXI] / E.A. Zhuk. — 2008. — № 10-12. — P. 44–45. [in Russian]