

И.А. Жирнова, А.Б. Рысбекова, А.Е. Жакенова, Э.Н. Дюсибаева, А.И. Сейтхожаев

*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Нур-Султан, Казахстан
(E-mail: aiman_rb@mail.ru)*

Оценка результативности способов искусственной принудительной гибридизации просо посевного (*Panicum miliaceum* L.)

Аннотация: В данной статье приведены сравнительные данные по оценке эффективности искусственной принудительной гибридизации проса посевного (*Panicum miliaceum* L.) в полевых условиях. В исследовательской работе использовали несколько методов кастрации: кастрация при помощи пинцета или ручная, водно-термическая и химическая. По полученным данным высокая результативность гибридизации была получена при использовании химической кастрации, т.е. опрыскиванием метелки 2,5% водным раствором 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты. Использование данного способа позволило получить 3355 штук гибридных семян из 15 комбинации, при этом процент завязываемости в среднем составил 43,6 %. Данный показатель выше по сравнению с ручной и водно-термической кастрациями на 83,2% и 50,9 % соответственно, к тому же этот способ является наименее трудозатратным.

Ключевые слова: просо, коллекция, гибридизация, методы кастрации, опыление.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2020-130-1-47-54>

Введение. Просо посевное (*Panicum miliaceum* L.) ценная зерновая, крупяная и кормовая культура, способная произрастать и давать окупаемый урожай даже в условиях недостаточной влагообеспеченности. Просо принадлежит семейству злаковых, число хромосом составляет $2n=4 \times =36$. Оно является культурой с коротким периодом вегетационного развития, возделываемым в засушливых регионах Азии, Африки, Европе, странах СНГ, Австралии и Северной Америке [1, 2].

Для сухостепной зоны Казахстана просо – крупяная культура, которая может выращиваться благодаря своим минимальным требованиям к влаге, солевывносливостью и возможностью регулирования сроков посева. Не смотря на огромный потенциал данного растения производство получает только 35-40 % ее внутренних резервов [3]. Просо посевное в условиях сухостепной зоны нашей Республики одна из культур, которую можно выращивать для пищевого и кормового производства [4].

Гибридизация один из наиболее результативных методов получения новых сортов. Искусственное скрещивание стало наиболее эффективным после создания новых его методов. Внутривидовая гибридизация с индивидуальным отбором в первых поколениях с оценкой их урожайности и хозяйственно ценных признаков полученных линий на данный момент является одним из основных способов селекции проса посевного. Для получения рекомбинантных форм проса в гибридизации лучше всего использовать районированные сорта и имеющие высокий потенциал образцы других регионов, позволяющие в полной мере использовать потенциал растений [5-7].

Необходимо было повысить процент завязываемости мелкозерновых растений при межсортовой гибридизации и этому способствовали различные техники ее проведения [8]. Защемление рыльца цветков проса и кастрация водой являются наиболее эффективными и практичными [9]. Ручная кастрация, т.е. выщипывание пыльников вручную при помощи пинцета требует больших затрат труда. Кастрация фитогормонами (гиббереллином, 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислотой и т.д.) признана как менее трудоемкая [10].

Цель работы – оценка результативности искусственной принудительной гибридизации проса посевного с различными способами кастрации цветков: ручная, водно-термическая и химическая кастрация.

Материалы и методы исследования. Опыты проводили в полевых условиях НПЦ ЗХ имени А.И. Бараева. Коллекция была посеяна в селекционном севообороте по

предшественнику яровая пшеница. Посев коллекции проводился ручным способом во второй декаде мая, площадь делянки 1 м², расположение делянок систематическое. В исследовательской работе использовали несколько методов кастрации: кастрация при помощи пинцета или ручная, водно-термическая и химическая кастрация [11]. Перед проведением скрещивания заготавливали специальные изоляторы из пергаментной бумаги.

Ручная кастрация: техника скрещивания проса с использованием ручной кастрации и принудительного опыления очень трудоемка. Для ручной кастрации брали молодые хорошо развитые колоски рано утром на 2-й день после начала цветения метелки. Кастрировали верхние цветки тонким гладким пинцетом в момент раскрытия цветковых чешуй после удаления слаборазвитых, цветущих и отцветших цветков с оставлением в метелке лишь 5-6 колосков. При кастрации между колосковыми чешуями начавшего открываться цветка вставляли сжатый пинцет, разжимая его, раздвигали в стороны цветковые чешуи. Указательным пальцем придерживали пленки раскрытыми и поочередно отрывали все три тычинки, не повреждая перистого рыльца. После выщипывания пыльников с помощью пинцета, кастрированная метелка еще раз просматривалась (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ручная кастрация проса

При опылении открывали изолятор сверху и наносили метелку. Для учета в изоляторе записывали номер с указанием родительских форм. Выполняли его простым встряхиванием цветущей отцовской метелки над кастрированными цветками. Опыленные метелки заключали в пергаментные изоляторы [13].

Водно-термическая кастрация: водную термическую кастрацию осуществляли, окуная метелки периодически на 5 мин в воду температурой 50-60⁰С, после этого пыльца погибает, а рыльце остается жизнеспособным (рисунок 2) [13].



Рисунок 2 – Водно-термическая кастрация проса

Для проведения кастрации химическим методом брали водный раствор с концентрацией 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4 Д) – 2,5 %. Опрыскивание метелок проводили согласно методике в фазе полного выметывания (рисунок 3) [14].



Рисунок 3 – Химическая (2,5%-ный водный раствор 2,4 Д) кастрация проса

При водно-термической и химической кастрации опыление проводили на следующий день кастрации после высыхания метелки и в качестве контрольного варианта оставляли обработанные метелки без опыления для подтверждения гибридной природы зерновок, полученных от скрещиваний.

Результаты и обсуждение. При составлении плана гибридизации пары подбирают с учетом эколого-географических групп. Одним из компонентов скрещивания служит местный районированный или перспективный сорт, хорошо приспособленный к данной зоне, другим – инорайонный материал, представляющий интерес как источник какого-нибудь

ценного признака [15]. Поэтому в качестве одной из родительских форм использовали сорта, приспособленные к местным почвенно-климатическим условиям или включенные в Госреестр Казахстана. Кастрацию проводили разными способами для определения наиболее эффективного метода получения гибридных зерновок. В период массового цветения с 7 до 10 часов проводили ручную кастрацию. Опыление проводили на следующий день путем открытия цветка и нанесения пыльцы отцовской формы на рыльце пестика. С помощью ручной кастрации проведено 13 комбинаций скрещиваний (рисунок 4).

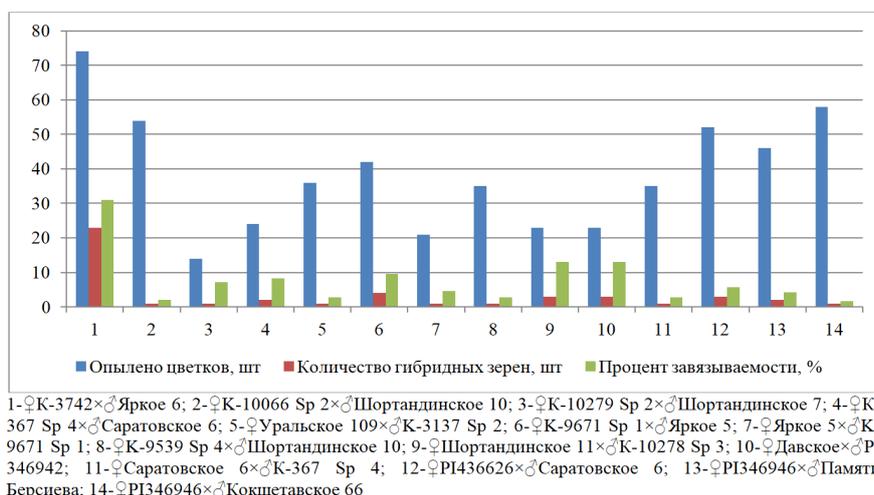


Рисунок 4 – Результаты гибридизации с помощью ручной кастрации коллекции проса

Гибридные зерновки собирали в зависимости от сорта в разные сроки после наступления физиологической зрелости семян. Полученные данные показывают, что завязываемость зерновок варьировала от 1,7% до 31%. Больше гибридных зерен завязывалась в комбинации: ♀ K-3742 × ♂ Яркое 6 - 31%. В результате гибридизации зарубежных сортов проса с сортами казахстанской селекции было составлено 13 комбинаций в которых опылили 537 завязей. В результате образовалось 47 фертильных гибридных зерновок, но процент завязываемости был на уровне 7,8 %

При химической кастрации метелки опрыскивали 2,5%-ной 2,4 Д. По сравнению с ручной кастрацией, химическая кастрация дала возможность получить достаточное количество гибридных зерен (рисунок 5).

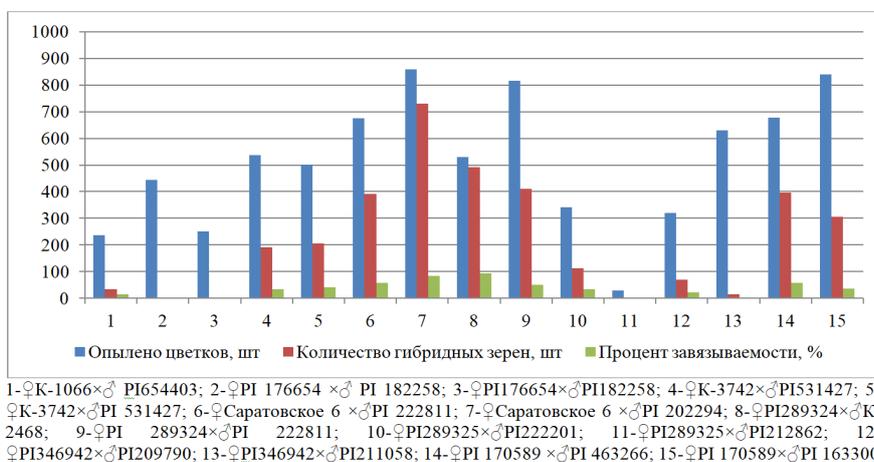


Рисунок 5 – Результаты гибридизации методом химической кастрации

Для достижения 100 % стерилизации андроеца необходимо расходовать 5-7 мл раствора. Химическая кастрация показала высокий результат получения гибридов, средний процент

завязываемости семян – 43,6 %, но, не смотря на полученные результаты 2,4 Д вызвало некоторое снижение завязываемости семян на обработанных растениях. В комбинациях ♀ PI 176654 × ♂ PI 182258 и ♀ PI176654 × ♂ PI182258 завязываемости семян не произошло. Всего из произведенных 15 комбинаций опылено 7690 цветков и получено 3355 гибридных зерен. Больше гибридных зерен завязывалось в комбинациях: ♀ Саратовское 6 × ♂ PI 202294 и ♀ PI289324 × ♂ К-2468, 85% и 93% соответственно.

С помощью термокастрации всего опылено 5236 цветков из 12 комбинации и получено 1216 гибридных семян (рисунок 6).

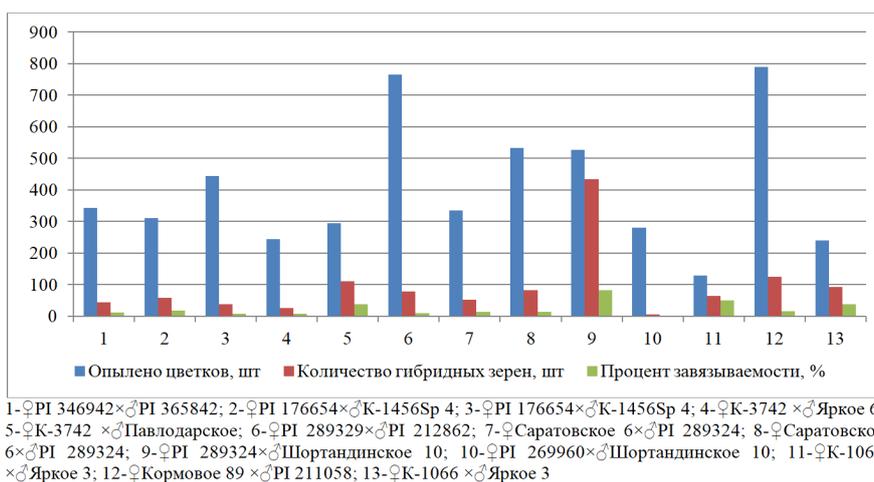


Рисунок 6 – Результаты гибридизации методом водно-термической кастрации

При этом завязываемость зерновок составила от 8,5% до 82%. Наибольшее количество семян завязалось у комбинации ♀ PI 289324 × ♂ Шортандинское 10 – 82%. Процент успешного завязывания варьировал от 2,5 до 82.

Анализ результатов по искусственной принудительной гибридизации с различными способами кастрации цветков показывает, что высокая завязываемость гибридных семян была получена с использованием метода химической кастрации (рисунок 7).



Рисунок 7 – Завязываемость гибридных семян с различными методами стерилизации

Полученные данные показали, что самую высокую продуктивность наблюдается при использовании опрыскивания метелки 2,5% раствором 2,4 Д. При данном методе из 15 комбинации число полученных гибридных семян составило 3355 шт, тогда как при водно-термической кастрации из 12 комбинаций получено всего 1216.

Заключение. Таким образом, использование химического метода кастрации позволило получить достойное количество гибридных зерновок проса, так как процент удачных скрещиваний показал 43,6%. Химическая кастрация при сравнении ее с другими способами позволяет время проведения, что позволит провести кастрацию у большего количества растений, для ручной кастрации потребовалось 15- 20 минут, при термокастрации занимает в среднем 10-15 минут. Все полученные гибридные зерновки на основе искусственной

принудительной гибридизации с различными способами кастрации цветков (ручная, водно-термическая и химическая кастрация) представляет ценный генетический материал по созданию устойчивых генотипов для отечественной селекции проса.

Список литературы

- 1 Baltensperger D.D. "Progress with proso, pearl and other millets" in Trends in New Crops and New Uses, eds J. Janick and A. Whipkey / Baltensperger D.D. – Alexandria: VA:ASHS Press- 2002. - P. 100-103.
- 2 Kimata M., Negishi M. Geographical distribution of proso millet, *Panicum miliaceum* L. on iodostarch and phenol reactions with special references to anorthern propagation route in to Japanese Islands // Environ. Edu. Stud. - 2002. - V. 12. - P. 15-22.
- 3 Никифорова И.Ю. Оценка генофонда проса посевного применительно к задачам селекции в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья: автореферат на соис.уч. степени к.с.-х.н. / Никифорова И.Ю. – Казань, 2011. - 25 с.
- 4 Цыганков И.Г., Цыганков В.И., Цыганкова М.Ю. Просо в сухостепной зоне Западного Казахстана. // Известия Оренбургского ГАУ. - 2006. - № 2 (10). - С.91-95.
- 5 Сидоренко В.С., Бобков С.В., Котляр А.И., Гуринович С.О., Старикова Ж.В. Ареал проса посевного в России // Земледелие. - 2012. - №5. - С. 9-12.
- 6 Сидоренко В.С., Вилоннов С.Д., Старикова Ж.В. Новые методы создания и использования признаковых коллекций проса // Роль новых направлений селекции в повышении эффективности растениеводства: Материалы Всероссийской науч.-практ. конференции, ОрелГАУ, Орел, 2009. – С. 49-54.
- 7 Зеленов А.В., Неймышева А.Н., Смутнев П.А. Достижения селекции проса в сухостепной зоне Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2017. - № 2 (46). - С.79-85.
- 8 Fehr W.R., Hardley H.H. Hybridization of crop plants / Fehr W.R., Hardley – ASA, Madison, WI., - 1980. - P.105-131.
- 9 Ильин, В. А. Пути и методы селекции проса на Юго-Востоке // Сел. и сем. - 1960. - № 2. - С. 54-57.
- 10 Яшовский, И. В. Результаты опытов по разработке новой методики скрещивания проса // Науч. тр. Укр. НИИ земледелия. - 1960. - Т. 10. Вып. 2. - С. 132-140.
- 11 Рысбекова А.Б., Жирнова И.А., Жакенова А.Е., Есенбекова Г.Т., Дюсибаева Э.Н., Сейтхожаев А.И., Кемалов М.Б., Тилләбек А., Төлеуіш Б., Сафиуллаева Д.Ф. Сравнительная оценка эффективности методов гибридизации проса посевного (*Panicum miliaceum* L.) // «Advances in Science and Technology». Сборник статей XIX международной научно-практической конференции Москва: «Научно-издательский центр «Актуальность. РФ», - 2019. - С.3-5. ISBN 978-5-6042299-7-2.
- 12 Дорофеев В.Ф., Лаптев Ю.П., Чекалин Н.М. Цветение, опыление и гибридизация растений / В.Ф. Дорофеев, Ю.П. Лаптев, Н.М. Чекалин. М.: ВО «Агропромиздат», 1990 г.
- 13 Агафонов Н.П., Курцева А.Ф. Методические указания. Изучение мировой коллекции проса / Под ред. Г.Е. Шмараяева. - Л.: ВИР, - 1988. - 30 с.
- 14 Коновалов Ю.Б., Долгодворова Л.И., Степанова Л.В. и др. Частная селекция полевых культур / Под ред. Ю.Б. Коновалова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 543 с.: ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш.учеб. заведений)
- 15 Сидоренко В.С. Новые методы создания и использования признаковых коллекций проса // Роль новых направлений селекции в повышении эффективности растениеводства: материалы Всероссийской науч.-практ.конференции, Орел ГАУ. - Орел, - 2009. - С. 49-54.

И.А. Жирнова, А.Б. Рысбекова, А.Е. Жакенова, Э.Н. Дюсибаева, А.И. Сейтхожаев

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Егістік тарының (*Panicum miliaceum* L.) еріксіз жасанды будандастыру тәсілдерінің нәтижелілігін бағалау

Аңдатпа. Берілген мақалада егістік жағдайда кәдімгі тарының (*Panicum miliaceum* L.) еріксіз жасанды будандастыру тиімділігінің бағалау жөнінде салыстырмалы мәліметтері ұсынылған. Зерттеу жұмысында аталықсыздандырудың бірнеше әдістері қолданылды: қолмен, яғни пинцетті пайдаланумен, сулы-термиялық және химиялық әдістер. Алынған мәліметтер бойынша будандастырудың жоғары тиімділікті шашақтарын 2,5%-бен 2,4-дихлорфенокисірге қышқылының ерітіндісімен шашу арқылы химиялық аталықсыздандырумен жоғары нәтиже көрсетті. Берілген тәсілді қолдану 15 комбинациядан 3355 дана будандық дөңдерді алуға мүмкіндік берді. Бұнда дән байланым пайызы орташа 43,6 % құрады. Бұл көрсеткіш қолмен жасалған және сулы- термиялық аталықсыздандырудан сәйкесінше 83,2% және 50,9 % жоғары болды, әрі аталған тәсілдер әлдеқайда ауыр және шығыны көп болып табылады.

Түйін сөздер. тары, коллекция, будандастыру, аталықсыздандыру әдістері, тозаңдандыру.

I.A.Zhirnova., A.B.Rysbekova., E.N.Dyussibayeva., A.Ye.Zhakenova., A.I.Seitkhozhayev

S. Seifullin Kazakh Agro-Technical University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Evaluation of the effectiveness of artificial forced hybridization methods for proso millet (*Panicum miliaceum* L.)

Abstract. In this article presents the comparative data on assessing the effectiveness of artificial forced hybridization of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) in the field conditions. In the research work, several castration methods were used: castration with tweezers or manual, water-thermal and chemical. According to the data, high hybridization performance was obtained using chemical castration, i.e. spraying panicles with a 2.5% aqueous solution of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. Using this method allowed to obtain 3355 pieces of hybrid seeds from 15 combinations, while the percentage of seed set on average was 43.6%. This indicator is higher than manual castration and water-thermal castration by 83.2% and 50.9%, respectively; in addition, this method is the least labor-intensive.

Keywords. proso millet, collection, hybridization, castration methods, pollination.

References

- 1 Baltensperger D.D. Progress with proso, pearl and other millets" in Trends in New Crops and New Uses, eds J.Janick and A.Whipkey (Alexandria, VA:ASHS Press, 2002, P.100-103).
- 2 Kimata M., Negishi M. Geographical distribution of proso millet, *Panicum miliaceum* L. on iodostarch and phenol reactions with special references to anorthern propagation routein to Japanese Islands, Environ. Edu. Stud, V. 12, 15-22 (2002).
- 3 Nikiforova I.Ju. Ocenka genofonda prosa posevnogo primenitel'no k zadacham selekcii v uslovijah lesostepnoj zony Srednego Povolzh'ja [Assessment of the gene pool of sowing millet in relation to breeding problems in the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga] Avtoreferat na sois.uch.stepeni k.s.-h.n. Kazan', 2011. - 25 s. [in Russian]
- 4 Tsygankov I.G., Tsygankov V.I., Tsygankova M.Yu. Proso v suhostepnoi zone Zapadnogo Kazakstana [Millet in the dry steppe zone of Western Kazakhstan] // Izvestiya Orenburgskogo Universiteta [News of the Orenburg State Agrarian University], 2006. - N. 2 (10). - S. 91-95. [in Russian]
- 5 Sidorenko V.S., Bobkov S.V., Kotljar A.I., Gurinovich S.O., Starikova Zh.V. Areal prosa posevnogo v Rossii [The area of millet sowing in Russia] Zemledelie [Agriculture], 2012. [in Russian]
- 6 Sidorenko, V.S. Novye metody sozdaniya i ispol'zovaniya priznakovyh kolekcij prosa [New methods for creating and using featured millet collections]. Rol' novyh napravlenij selekcii v povyshenii jeffektivnosti rastenievodstva. Materialy Vserossijskoj nauch.-prakt. Konferenci I [Materials of the All-Russian scientific-practical. conferences]. Orel, 2009, pp. 49-54. [in Russian]
- 7 Zelenev A.V., Nejmysheva A.N., Smutnev P.A. Dostizheniya selekcii prosa v suhostepnoj zone nizhnego povolzh'ja achievements [Achievements of millet selection in the dry steppe zone of the Lower Volga], Izvestiya nizhnevolzhskog o agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie [Bulletin of the Lower Volga Agricultural University: science and higher professional education], 2 (46), 79-85. [in Russian]
- 8 Fehr W.R. Hardley H.H. Hybridization of crop plants, ASA, Madison, WI., 105-131 (1980).
- 9 Ilin V.A. Puti i metody selekcii prosa na Ugo-Vostokey [Ways and methods of millet selection in the Southeast], Selectsija i semenovodstvo [Selection and seed production], 2. 54-57 (1690).
- 10 Jashovskij, I. V. Rezul'taty opytov po razrabotke novoj metodiki skreshhivaniya prosa [The results of experiments to develop a new method for crossbreeding millet], Nauch. trudy. Ukr. NII zemledelija [Scientific works. Ukr. Research Institute of Agriculture], 2 (10), 132-140 (1960). [in Russian]
- 11 Rysbekova A.B., Zhirnova I.A., Zhakenova A.E., Esenbekova G.T., Djusibaeva Je.N., Sejtchozhaev A.I., Kemalov M.B., Tillabek A., Toleuish B., Safipullaeva D.F. Sravnitel'naja ocenka jeffektivnosti metodov gibridizacii prosa posevnogo (*Panicum miliaceum* L.) [Comparative evaluation of the effectiveness of hybridization methods for millet sowing (*Panicum milia* L.)], «Advances in Science and Technology», Sbornik statej XIX mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii Moskva [Collection of articles of the XX International Scientific and Practical Conference Moscow]: «Nauchno-izdatel'skij centr «Aktual'nost'. RF», 3-5 (2019). ISBN 978-5-6042299-7-2. [in Russian]
- 12 Dorofeev V.F., Laptev Ju.P., Chekalin N.M. Cvetenie, opylenie i gibridizacija rastenij [Flowering, pollination and hybridization of plants], Agropromizdat, Moskva, 1990. [in Russian]
- 13 Agafonov N.P., Kurceva A.F. Izuchenie mirovoj kolekcii prosa [Exploring the world collection of millet], Metodicheskie ukazaniya Pod red. G.E. Shmaraeva, (VIR, Leningrad, 1988). [in Russian]
- 14 Konovalov Ju.B., Dolgodvorova L.I., Stepanova L.V. i dr. Chastnaja selekcija polevyh kul'tur, Pod red. Ju.B. Konovalova [Field crop selection, Ed. Yu. B. Konovalova], -(Agropromizdat, Moscow, 1990). [in Russian]
- 15 Sidorenko, V.S. Viljunov S.D., Starikova Zh.V. Novye metody sozdaniya i ispol'zovaniya priznakovyh kolekcij prosa [New methods for creating and using featured millet collections], Rol' novyh napravlenij selekcii v povyshenii jeffektivnosti rastenievodstva: materialy Vserossijskoj nauch.-prakt.konferencii [The role of new breeding trends in increasing the efficiency of crop production: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference], Orel, 2009. pp. 49-54. [in Russian]

Сведение об авторах:

Жирнова И.А. - магистр агрономии, PhD докторант кафедры земледелие и растениеводства Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина, пр. Женис 62, Нур-Султан, Казахстан.

Рысбекова А.Б. - кандидат биологических наук, ассоциированный профессор кафедры земледелие и растениеводства Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина, пр. Женис 62, Нур-Султан, Казахстан.

Жакенова А.Е. - магистр сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры земледелие и растениеводства Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина, С.Сейфуллина, пр. Женис 62, Нур-Султан, Казахстан.

Дюсипбаева Э.Н. - PhD, ассистент кафедры земледелие и растениеводства Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина, пр. Женис 62, Нур-Султан, Казахстан.

Сейтхожаев А. И. - доктор биологических наук, профессор кафедры земледелие и растениеводства Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина, пр. Женис 62, Нур-Султан, Казахстан.

Zhirnova I. A. - Master of Agronomy, PhD Student of the Department of Agriculture and Plant Growing of the S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Zhenis Avenue 62, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Rysbekova A.B. - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Plant Growing of the S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Zhenis Avenue 62, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Zhakenova A.E. - Master of Agronomy, Assistant of the Department of Agriculture and Plant Growing of the S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Zhenis Avenue 62, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Dyusibaeva E.N. - PhD, Assistant of the Department of Agriculture and Plant Growing of the S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Zhenis Avenue 62, Nur-Sultan city, Kazakhstan.

Seitkhozhayev A.I. - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Agriculture and Plant Growing of the S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Zhenis Avenue 62, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 24.01.2020