

ВЕЛИЧИНА ГЕТЕРОЗИСА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У МНОГОРЯДНЫХ ГИБРИДОВ F₁ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ НАСЫЩАЮЩИХ СКРЕЩИВАНИЯХ

Н. А. Крючкова, младший научный сотрудник лаборатории селекции зерновых и крупяных культур, pavlova.nadya87@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6464-4265;

Г. А. Муругова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции зерновых и крупяных культур, gal.murugova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4203-851X;

А. Г. Клыков, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, зав. отделом селекции и биотехнологий сельскохозяйственных культур, alex.klykov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2390-3486

ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А.К. Чайки», 692539, Приморский край, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30, fe.smc_rf@mail.ru

Представлены результаты анализа величины гетерозиса и степени фенотипического доминирования гибридов F₁, полученных при насыщающих скрещиваниях двурядных и многорядных форм ярового ячменя. Целью исследований было определение величины гетерозиса и степени фенотипического доминирования основных количественных признаков у многорядных гибридов F₁ ярового ячменя. Исследование проводили в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки». Изучено 68 сортообразцов многорядных форм ярового ячменя мировой коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения. В качестве материнских форм использовали двурядные сорта селекции ФНЦ агробιοтехнологий ДВ имени А. К. Чайки – Приморский 98, Приморский 44, Приморский 89, Тихоокеанский и Восточный. В качестве отцовской формы взято 4 многорядных сорта ячменя с ценными хозяйственными признаками: Казминский (Хабаровский край), Peguis (Канада), Колчан (Алтайский край), 07N1 (Китай). Проведен 5-кратный беккросс гибридов с отцовскими формами и отбор из популяций многорядных генотипов. У большинства изученных гибридов F₁ гетерозис проявлялся одновременно по четырем признакам: по продуктивной кустистости, по числу зерен с главного колоса, по массе зерна с главного колоса и по массе зерна с растения, и только у двух комбинаций Приморский 98 x Колчан и Приморский 89 x Peguis отмечалась депрессия. Гетерозис по признакам «число зерен в главном колосе» и «масса зерна с главного колоса» отмечен во всех комбинациях. При анализе наследования признака «масса зерна с растения» отмечено сверхдоминирование данного признака при наибольших значениях у комбинаций Тихоокеанский x Peguis (9,7) и Приморский 44 x 07N1 (5,2), степень гетерозиса составила 50,4 и 82,2% соответственно. Установлено, что к наиболее перспективным можно отнести три гибридные комбинации: Приморский 98 x 07N1, Приморский 44 x 07N1, Тихоокеанский x Peguis.

Ключевые слова: яровой ячмень, гибридизация, насыщающие скрещивания, гетерозис, гибрид.

Для цитирования: Крючкова Н. А., Муругова Г. А., Клыков А. Г. Величина гетерозиса хозяйственно-ценных признаков у многорядных гибридов F₁ ярового ячменя при насыщающих скрещиваниях // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 26–30. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-26-30.



THE HETEROSIS VALUE OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS IN THE MULTI-ROW HYBRIDS F₁ OF SPRING BARLEY OBTAINED BY SATURATING CROSSINGS

N. A. Kryuchkova, junior researcher of the laboratory for grain crops and groats breeding, pavlova.nadya87@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6464-4265;

G. A. Murugova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for grain crops and groats breeding, gal.murugova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4203-851X;

A. G. Klykov, Doctor of Biological Sciences, corresponding member of the RAS, head of the department of breeding and biotechnologies of agricultural crops, alex.klykov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2390-3486

FSBSI FRC of Agrobiotechnologies of the Far East named after A.K. Chayka, 692539, Primorsky Krai, Ussuriysk, v. of Timiryazevsky, Volozhenina Str., 30; e-mail: fe.smc_rf@mail.ru

The current paper has presented the analysis results of the value of heterosis and the degree of phenotypic dominance of hybrids F₁ obtained by saturating crossings of two-row and multi-row spring barley forms. The purpose of the study was to determine the value of heterosis and the degree of phenotypic dominance of the main quantitative traits of the multi-row hybrids of spring barley. The study was carried out in the laboratory for grain crops and groats breeding of the FSBSI FRC of Agrobiotechnologies of the Far East named after A. K. Chayka. There were studied 68 varieties of multi-row spring barley forms selected from the world collection of IPI of various ecological and geographical origin. The two-row varieties 'Primorsky 98', 'Primorsky 44', 'Primorsky 89', 'Tikhookeansky' and 'Vostochny' developed by FSBSI FRC of Agrobiotechnologies of the Far East named after A. K. Chayka were taken as maternal forms. Four multi-row barley varieties 'Kazminsky' (Khabarovsk Territory), 'Peguis' (Canada), 'Kolchan' (Altai Territory), '07N1' (China) with valuable economic traits were taken as a paternal form. There was conducted a five-fold backcrossing of hybrids with paternal forms and there were selected the populations of multi-row genotypes. The most of the hybrids F₁ manifested their heterosis simultaneously according to four traits, productive tillering, number of grains

per main head, grain weight per main head, and grain weight per a plant. Only two hybrids 'Primorsky 98 x Kolchan' and 'Primorsky 89 x Peguis' showed a depression. There was identified heterosis by the traits 'number of grains per main head', 'grain weight per main head' in all hybrids. When analyzing the inheritance of the trait 'grain weight per a plant', there was established overdominance of this trait at the highest values of the hybrids 'Tikhookeansky x Peguis' (9.7) and 'Primorsky 44 x 07N1' (5.2), the heterosis degree was 50.4% and 82.2%, respectively. There has been established that three hybrids 'Primorsky 98 x 07N1', 'Primorsky 44 x 07N1', 'Tikhookeansky x Peguis' can belong to the most promising ones.

Keywords: spring barley, hybridization, saturating crossings, heterosis, hybrid.

Введение. Яровой ячмень – важнейшая продовольственная, кормовая и техническая культура (Гамзаева, 2017). В Приморском крае в селекции ярового ячменя одним из важных направлений является создание многорядных сортов, обладающих высоким потенциалом продуктивности. Знание законов наследования признаков является основой для селекции, так как их раскрытие позволяет управлять наследственностью и изменчивостью для получения нужных рекомбинаций растений (Павлова и др., 2016). Создание новых сортов, соответствующих необходимым параметрам, и эффективность селекционного процесса во многом зависят от разнообразия и изученности исходного материала (Андреев, 2019). В этой связи наряду с традиционным методом селекции внутривидовой гибридизацией особую роль играет беккроссная (аналоговая) селекция. Насыщающие скрещивания позволяют сочетать все желаемые признаки и свойства рекуррентного родителя с одним или несколькими ценными признаками донора (Павлова и др., 2018). Широко известно, что селекционная работа с применением беккроссов способствует ускоренному развитию популяции в определенном направлении и позволяет сохранять удачно найденные гены (Сандухадзе, 2011).

Поэтому при селекции новых сортов ярового ячменя изучение величины гетерозиса является актуальным при оценке гибридов ярового ячменя F_1 с целью выделения комбинаций с наибольшим числом хозяйственно-ценных признаков. Целью исследований было определение величины гетерозиса и степени фенотипического доминирования основных количественных признаков у многорядных гибридов F_1 ярового ячменя.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки» в три этапа: первый (в 2011–2013 гг.) – изучение 68 сортобразцов многорядных форм ярового ячменя мировой коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения и выделение из них ценных форм с высокой продуктивностью и устойчивостью к болезням для использования в качестве отцовских форм; второй (2014–2018 гг.) – проведение 5-кратного беккросса гибридов с отцовскими формами и отбор из популяций многорядных генотипов; третий (2019 г.) – определение величины гетерозиса и степени фенотипического доминирования у многорядных гибридов F_1 .

В качестве материнских форм использовали двурядные сорта ярового ячменя селекции ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки – Приморский 98, Приморский 44, Приморский 89, Тихоокеанский и Восточный. В качестве отцовской формы взято четыре выделенных многорядных сорта ячменя с ценными хозяйственными признаками: Казьминский (Хабаровский край), Колчан (Алтайский край), Peguis (Канада), 07N1 (Китай). Скрещивания проводили по методике Д. С. Омарова (1965). Параметры истинного гетерозиса и степени доминирования рассчитывали по следующим формулам (Омаров, 1975).

Гетерозис истинный ($\Gamma_{ист.}$) характеризует более сильное проявление признака в F_1 по сравнению с лучшей родительской формой. Для оценки использовали метод расчета коэффициентов истинного гетерозиса по Д. С. Омарову:

$$\Gamma_{ист} = \frac{F_1 - P_{лучш.}}{P_{лучш.}} \cdot 100\%,$$

где F_1 – средний показатель признака у гибридных форм; $P_{лучш.}$ – средний показатель признака лучшей родительской формы.

Один из показателей характера проявления гетерозиса по элементам продуктивности является степень фенотипического доминирования (H_p), вычисляемая по формуле:

$$H_p = \frac{F_1 - M_p}{P_{max} - M_p},$$

где F_1 – средний показатель признака у гибридных форм; M_p – среднее значение признака обоих родительских форм; P_{max} – среднее значение родителя с наиболее развитым признаком.

В период вегетации ярового ячменя по методикам ВИР (1981) и Государственного сортоиспытания (1989) проводили фенологические учеты и наблюдения.

Результаты и их обсуждение. В результате многолетнего насыщающего скрещивания гибридов F_1 отцовскими многорядными формами и целенаправленного отбора получены многорядные гибриды.

Фенотипическую степень доминирования и гетерозис у гибридов F_1 и их родительских форм оценивали по таким признакам, как продуктивная кустистость, число зерен в главном колосе, масса зерна с главного колоса и масса зерна с растения.

Важнейшим количественным признаком, определяющим высокую урожайность ячменя,

является продуктивная кустистость, которая определяется генотипом сорта. Наблюдения свидетельствуют о том, что у большинства гибридов проявлялось сверхдоминирование данного признака при наибольшем значе-

нии у комбинации Приморский 44 x 07N1 – 3,9 и величине истинного гетерозиса – 77,6%. В двух комбинациях: Приморский 89 x Reguis, Приморский 98 x Колчан отмечена депрессия (рис. 1).

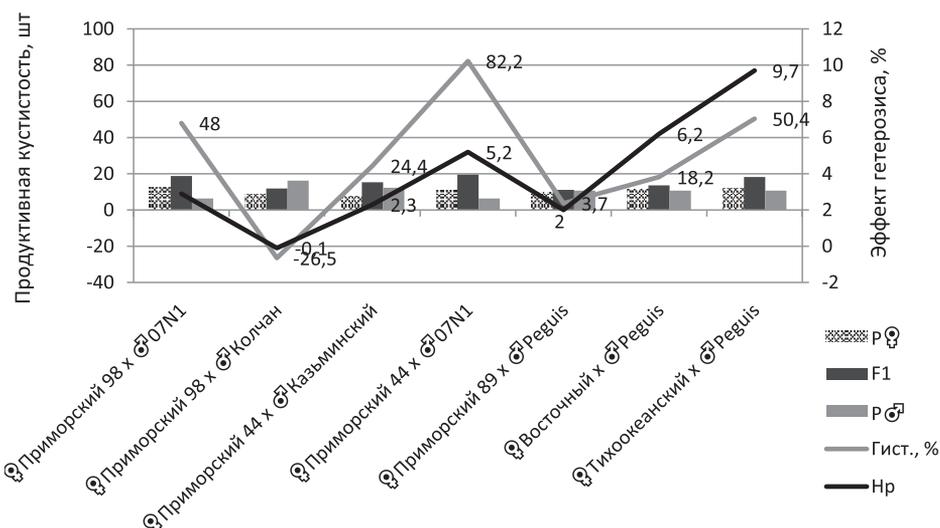


Рис. 1. Гетерозис по продуктивной кустистости у многорядных гибридов F₁ ярового ячменя
Fig. 1. Heterosis according to productive tillering of the multi-row F₁ hybrids of spring barley

Продуктивность колоса является комплексным признаком и находится в прямой зависимости от числа зерен в колосе (Родина, 2006). У гибридов количество зерен в главном колосе варьировало от 61,0 до 72,3 шт. Реализация эф-

фекта гетерозиса по таким признакам, как число зерен в главном колосе и масса зерна с главного колоса была достигнута в полной мере (рис. 2, 3).

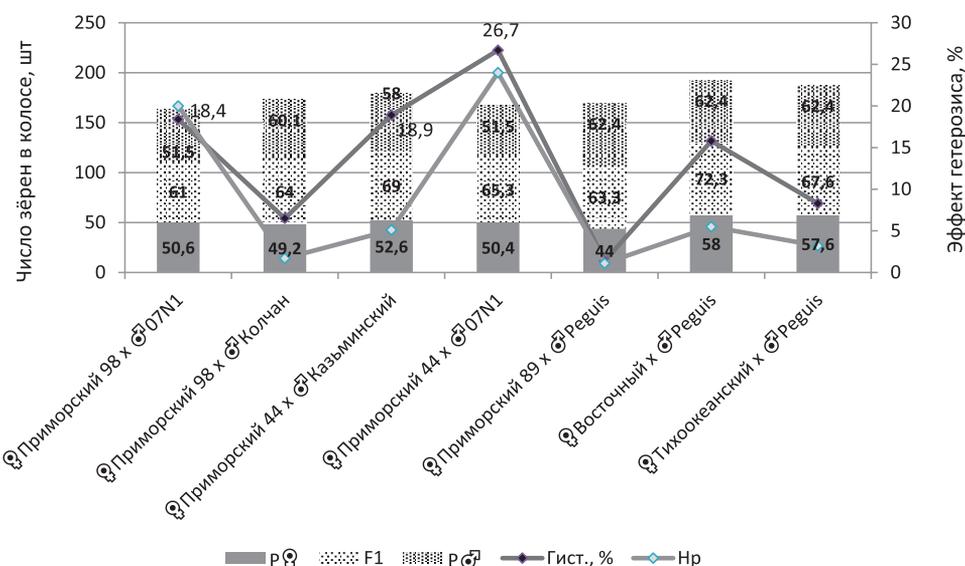


Рис. 2. Гетерозис по числу зерен в главном колосе у многорядных гибридов F₁ ярового ячменя
Fig. 2. Heterosis according to number of grains per main head of the multi-row F₁ hybrids of spring barley

Высокий показатель истинного гетерозиса по числу зерен в главном колосе отмечен в трех гибридных комбинациях: Приморский 44 x 07N1 – 26,7%, Приморский 44 x Казьминский – 18,9% и Приморский 98 x 07N1 – 18,4%. По признаку «масса зерен с главного колоса» выделились три комбинации:

Тихоокеанский x Reguis – 39,1%, Приморский 98 x 07N1 – 25,0%, Приморский 89 x Reguis – 23,5%. Отмечено сверхдоминирование признака «масса зерна с главного колоса» у всех полученных гибридных комбинаций (2,0 до 10,0).

Гетерозис по массе зерна с растения можно рассматривать как результат суммарного

эффекта доминирования генов, элементарных признаков структуры продуктивности. При анализе наследования признака «масса зерна с растения» отмечено сверхдоминирование данного признака при наибольших зна-

чениях у комбинаций Тихоокеанский x Reguis (9,7) и Приморский 44 x 07N1 (5,2), степень гетерозиса составила 50,4 и 82,2% соответственно (рис. 3).

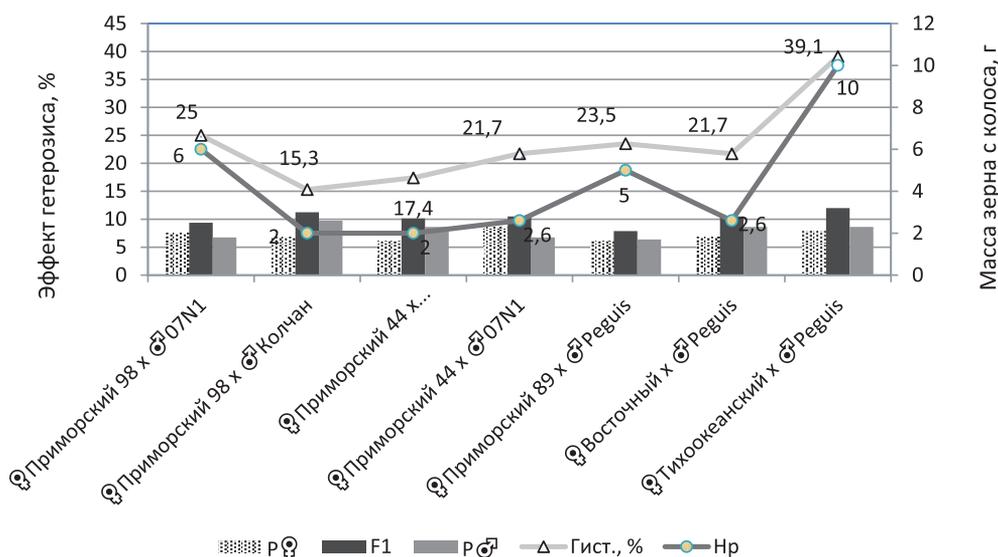


Рис. 3. Гетерозис по массе зерен с главного колоса у многорядных гибридов F₁ ярового ячменя
 Fig. 3. Heterosis according to grain weight per main head of the multi-row F₁ hybrids of spring barley

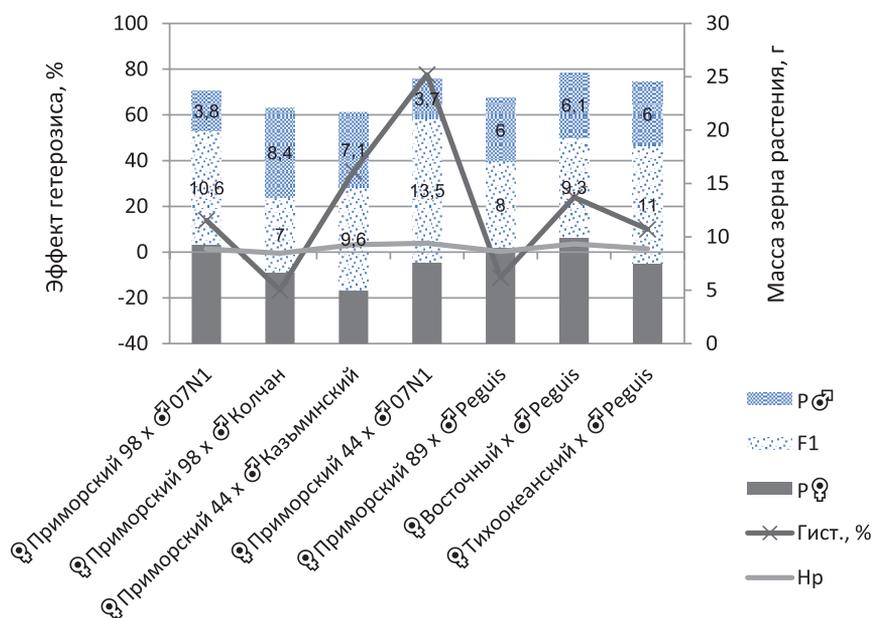


Рис. 4. Гетерозис по массе зерен с растения у многорядных гибридов F₁ ярового ячменя
 Fig. 4. Heterosis according to grain weight per a plant of the multi-row F₁ hybrids of spring barley

Выводы. У большинства изученных гибридов F₁ гетерозис проявлялся одновременно по четырем признакам: по продуктивной кустистости, числу зерен с главного колоса, массе зерна с главного колоса и по массе зерна с растения. Гетерозис по числу зерен и массе зерна с главного колоса отмечен во всех комбинациях.

К наиболее перспективным можно отнести три гибридные комбинации: Приморский 98 x

07N1, Приморский 44 x 07N1, Тихоокеанский x Reguis.

Анализ степени фенотипического доминирования и гетерозиса показал самые высокие показатели по всем признакам у гибридной комбинации Приморский 44 x 07N1, где в качестве отцовской формы был взят сортообразец из Китая.

Таким образом, в селекции ярового ячменя в условиях Приморского края использование

беккроссов между двурядными и многорядными сортами с целенаправленным отбором многорядных форм способствует получению высокогетерозисных гибридов.

Библиографические ссылки

1. Андреев А. А., Драчева М. К. Оценка адаптивной способности сортов ярового ячменя и подбор родительских пар для селекционного процесса // Зерновое хозяйство России. 2019. № 4(64). С. 42-45. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-64-4-42-45.
2. Гамзаева Р. С. Влияние регуляторов роста на физиолого-биохимические показатели и продуктивность ярового ячменя // Известия СПбГАУ. 2017. № 1(46). С. 75–79.
3. Лукьянова М. В., Родионова Н. А., Трофимовская А. Я. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л., 1981. 31 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 194 с.
5. Омаров Д. С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений // Сельскохозяйственная биология. 1975. Т. X, № 1. С. 123–127.
6. Омаров Д. С. Эффективная методика скрещивания ячменя // Агробиология. 1965. № 5(155). С. 699-702.
7. Павлова Н. А., Муругова Г. А., Клыков А. Г. Величина гетерозиса основных количественных признаков у гибридов F₁ при скрещивании двурядных и многорядных форм ярового ячменя в условиях Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2016. № 2(38). С. 22–28.
8. Павлова Н. А., Муругова Г. А., Клыков А. Г. Оценка трансгрессии количественных признаков у гибридов ярового ячменя // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 6. С. 6–8. DOI: 10.31857/S250026270001835-3.
9. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров, 2006. 488 с.
10. Сандухадзе Б. И. Использование неполных беккроссов в селекции озимой пшеницы для центра Нечерноземной зоны // Селекция озимой пшеницы в Центральном регионе Нечерноземной России: избранные труды. М., 2011. С. 122–126.

References

1. Andreev A. A., Dracheva M. K. Ocenka adaptivnoj sposobnosti sortov yarovogo yachmenya i podbor roditel'skih par dlya selekcionnogo processa [Estimation of the adaptive capacity of spring barley varieties and selection of parental forms] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 4(64). S. 42–45. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-64-4-42-45.
2. Gamzaeva R. S. Vliyanie regulyatorov rosta na fiziologo – biohimicheskie pokazateli i produktivnost' yarovogo yachmenya [Influence of growth regulators on physiological and biochemical parameters and productivity of spring barley] // Izvestiya SPbGAU. 2017. № 1(46). S. 75–79.
- 3.
4. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M., 1989. Vyp. 2. 194 s.
5. Omarov D. S. K metodike ucheta i ocenki geterozisa u rastenij [An effective method for barley hybridization] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 1975. T. H, № 1. S. 123–127.
6. Omarov D. S. Effektivnaya metodika skreshchivaniya yachmenya [To the methodology of accounting and estimation of heterosis in plants] // Agrobiologiya. 1965. № 5(155). S. 699–702.
7. Pavlova N. A., Murugova G.A., Klykov A.G. Velichina geterozisa osnovnyh kolichestvennyh priznakov u gibridov F₁ pri skreshchivanii dvuryadnyh i mnogoryadnyh form yarovogo yachmenya v usloviyah Primorskogo kraja [The amount of the heterosis of the main quantitative traits in F₁ hybrids when crossing two-row and multi-row forms of spring barley in the conditions of Primorsky Krai] // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2016. № 2(38). S. 22–28.
8. Pavlova N. A., Murugova G. A., Klykov A. G. Ocenka transgressii kolichestvennyh priznakov u gibridov yarovogo yachmenya [Estimation of the transgression of quantitative traits in spring barley hybrids] // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2018. № 6. S. 6–8. DOI: 10.31857/S250026270001835-3.
9. Rodina N. A. Selekcija yachmenya na Severo-Vostoke Nechernozem'ya [Barley breeding in the North-East of the Non-Blackearth region]. Kirov, 2006. 488 s.
10. Sanduhadze B. I. Ispol'zovanie nepolnyh bekkrossov v selekcii ozimoy pshenicy dlya centra Nechernozemnoj zony [Use of incomplete backcrosses in the winter wheat breeding for the center of the Non-Blackearth region] // Selekcija ozimoy pshenicy v Central'nom regione Nechernozemnoj Rossii: izbrannye trudy. M., 2011. S. 122–126.

Поступила: 3.04.20; принята к публикации: 11.01.21.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Крючкова Н. А., Клыков А. Г. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Крючкова Н. А., Муругова Г. А. – подготовка опыта, выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных; Крючкова Н. А. – анализ данных и их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.