

## Сорт 'Биос 1' как исходный материал для селекции ячменя

DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-96-100



УДК 631.527.8:633.16

Поступление/Received: 13.01.2020

Принято/Accepted: 28.02.2020

Н. А. ЖИЛИН<sup>1\*</sup>, И. Ю. ЗАЙЦЕВА<sup>2</sup>,  
И. Н. ЩЕННИКОВА<sup>1,2</sup>, С. А. ЕМЕЛЕВ<sup>1</sup><sup>1</sup> Вятская государственная  
сельскохозяйственная академия,  
610017 Россия, г. Киров, Октябрьский пр., 133<sup>2</sup> Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока  
имени Н.В. Рудницкого,  
610007 Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166а\*  [zhilin.nickolaj@gmail.com](mailto:zhilin.nickolaj@gmail.com)Effectiveness of the barley cultivar 'Bios 1'  
as source material for breedingN. A. ZHILIN<sup>1</sup>, I. YU. ZAYTSEVA<sup>2</sup>,  
I. N. SHCHENNIKOVA<sup>1,2</sup>, S. A. EMELEV<sup>1</sup><sup>1</sup> Vyatka State Agricultural Academy,  
133 Oktyabrsky Ave,  
Kirov 610017, Russia<sup>2</sup> N.V. Rudnitsky Federal Agricultural Science Center  
of the North-East,  
166a Lenina St., Kirov 610007, Russia\*  [zhilin.nickolaj@gmail.com](mailto:zhilin.nickolaj@gmail.com)

**Актуальность.** Эффективность селекции во многом зависит от выбора метода селекции и подбора исходного материала. Методы гибридизации и мутагенеза в сочетании с отбором являются основными в создании перспективного селекционного материала и адаптивных сортов ярового ячменя. **Материал и методы.** Исследования проводили в 2002–2019 гг. Объектом исследований были созданные с участием сорта 'Биос 1' методом гибридизации 948 селекционных линий (Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока, г. Киров) и 190 мутантных образцов, полученных в результате обработки семян ячменя сорта 'Биос 1' карбонатом натрия и лазерным и дальним красным светом в различных сочетаниях (Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров). Изучение проводили по общепринятым методикам. **Результаты и выводы.** В скрещивания с сортом 'Биос 1' включали коллекционные образцы и селекционные линии. Изучение линий проходило по полной схеме селекционного процесса. В результате только одна селекционная линия 52-15, в родословной которой присутствует сорт 'Биос 1', изучалась в конкурсном сортоиспытании в 2019 г. Полученные результаты свидетельствовали о низкой комбинационной способности сорта 'Биос 1' и неэффективности его дальнейшего использования при гибридизации в качестве родительской формы. В Вятской ГСХА при использовании сорта 'Биос 1' в качестве исходной формы было создано 190 мутантных форм ячменя. По результатам оценки в лабораторных опытах и конкурсном сортоиспытании было выделено пять мутантных форм ячменя. Для дальнейшей селекционной работы отобраны образцы, сочетающие высокую урожайность с рядом селекционно ценных признаков: селекционная линия 52-15 и мутантные формы М 4-16-3, М 9-5-3 и М 11-13 Ха. Новый образец М 8-3-013, созревающий на восемь дней раньше исходного сорта, характеризующийся длинным (8,9 см), хорошо озерненным (24,3 зерна), продуктивным (1,31 г) колосом, передается на государственное сортоиспытание.

**Ключевые слова:** гибридизация, мутагенез, карбонат натрия, лазерный красный свет, дальний красный свет, урожайность, вегетационный период.

**Background.** The efficiency of breeding depends largely on the breeding method and the choice of the source material. Hybridization and mutagenesis, combined with selection, are the basic techniques in the development of promising breeding materials and adaptable cultivars of spring barley. **Object and methods.** The research was implemented in 2002–2019. The material for the research were 948 breeding lines (Federal Agricultural Science Center of the North-East, Kirov) developed through hybridization with cv. 'Bios 1', and 190 mutant samples (Vyatka State Agricultural Academy, Kirov) obtained as a result of treating barley seeds with sodium carbonate and irradiation with laser and far-red light in various combinations. The study was conducted in accordance with approved standard techniques. **Results and conclusions.** Various collection accessions and breeding lines were involved in crosses with cv. 'Bios 1'. The lines were studied according to the full-scale scheme of the breeding process. As a result, only one breeding line, 52-15, having 'Bios 1' in its pedigree, was approved for testing in the competitive variety trial in 2019. These results attested to a low combination capacity of cv. 'Bios 1' and to the inefficiency of its further use in hybridization as a parent form. In Vyatka State Agricultural Academy, 190 mutant forms of barley were produced using 'Bios 1' as the initial form. According to the results of laboratory experiments and competitive variety trials, 5 mutant forms of barley were identified as promising. Spring barley samples, combining high yield with a set of traits valuable for breeding, were selected for further breeding work: breeding line 52-15, and mutant forms M 4-16-3, M 9-5-3 and M 11-13 Kha. The new barley accession M 8-3-013, maturing 8 days earlier than the original cultivar, having a long (8.9 cm), well-grained (24.3 grains) and productive (1.31 g) ear, is submitted for the State Variety Trials.

**Key words:** hybridization, mutagenesis, sodium carbonate, laser red light, far-red light, yield, growing season.

## Введение

Эффективность селекции во многом зависит от выбора метода селекции и подбора исходного материала. Большинство сортов ярового ячменя, включенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ, созданы с использованием метода гибридизации с последующим индивидуальным отбором. Родительские формы определяются на основе множества критериев в зависимости от поставленной цели селекционной работы (Repko et al., 2017). Академик Н. А. Сурин с соавторами (Surin et al., 2018) на основе учения Н. И. Вавилова и многолетнего личного опыта отмечают, что высокая урожайность селекционного материала, созданного с участием адаптивных сортов и селекционных линий, свидетельствует о том, что они эффективно используют биоклиматические ресурсы региона.

Методом мутагенеза индуцировано большое количество мутантов, ценных для селекционной практики (Khan et al., 2009; Krotova, 2015). Ценность мутантов в основном заключается в изменении одного-двух адаптивных признаков. Так, в ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» сочетанием методов гибридизации и мутагенеза в результате постепенного «пирамидирования» генов, отвечающих за адапционные признаки в одном генотипе, выведено 15 из 20 сортов ярового ячменя (Kuznetsova et al., 2015). В ФГБОУ ВО «Вятская ГСХА» (Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров) за последние 15 лет на государственное сортоиспытание передано пять сортов, созданных методом индуцированного мутагенеза.

Сочетание в одном сорте высокой урожайности и скороспелости является залогом получения высоких урожаев зерновых культур в Волго-Вятском регионе. Проведенными ранее исследованиями (Dudin, Zhilin, 2014) было установлено, что красный свет и карбонат натрия являются мутагенными факторами на яровом ячмене. Были зарегистрированы наследственные изменения различного спектра, выделены мутантные формы, характеризующиеся ранним созреванием, превосходящие исходный сорт по озерненности колоса и массе 1000 зерен, представляющие интерес для скрининга селекционно ценных форм.

*Цель исследования* – оценить эффективность использования сорта ‘Биос 1’ в качестве компонента скрещиваний для гибридизации и исходной формы для индуцированного мутагенеза.

## Материал, методы и условия

Исследования проводили в 2002–2019 гг. Объектом исследований были созданные с участием сорта ‘Биос 1’ селекционные линии (ФАНЦ Северо-Востока – Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока, г. Киров) и 190 мутантных образцов, полученных в результате обработки семян ячменя сорта ‘Биос 1’ карбонатом натрия и лазерным и дальним красным светом (Вятская ГСХА, г. Киров).

Для закладки опыта семена ячменя замачивали (12 часов) в дистиллированной воде и водных растворах карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) марки ЧДА в концентрациях 0,01 – 0,1 – 1 н.

В качестве источника лазерного красного света (ЛКС) использовали гелий-неоновый лазер (установка ОКГ-12-1) с длиной волны 632,8 нм. Режим облучения непрерыв-

ный, экспозиция 60 минут, плотность мощности луча 0,3 мВт/см<sup>2</sup>. Дальний красный свет (ДКС) с длиной волны  $754 \pm 10$  нм получали от электрической лампы накаливания через интерференционный светофильтр с применением осветителя ОИ-19. Плотность мощности излучения 0,3 мВт/см<sup>2</sup>.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 – Контроль (с.з. – семена, замоченные в дистиллированной воде); 2 – 0,01 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 3 – 0,1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 4 – 1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 5 – с.з. + ЛКС; 6 – с.з. + ДКС; 7 – 0,1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  + ЛКС; 8 – ЛКС + 0,1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 9 – 0,1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  + ДКС; 10 – ДКС + 0,1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 11 – ЛКС + 0,1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  + ДКС; 12 – ДКС + 0,1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  + ЛКС.

Сорт ‘Биос 1’ создан в ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр» (ФИЦ) «Немчиновка» методом сельскохозяйственной биотехнологии. Разновидность – *nutans*. Среднеспелый. Колос средней длины и плотности. Устойчивость к понижению повышенной, к ломкости – высокая. Зерно крупное. Масса 1000 зерен – 45–54 г. Устойчивость к полеганию и болезням высокая. Сорт интенсивного типа, включен в список ценных по качеству сортов. Включен в Госреестр РФ с 1993 года по 2, 3, 4 и 7 регионам РФ. В настоящее время сорт районирован только по 4 (Волго-Вятскому) региону.

Полевой опыт был заложен в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания (Golovachev, Kirilovskaya, 1985). Основную и предпосевную обработку почвы проводили в соответствии с зональными рекомендациями (Dyomshin et al., 2016; Kozlova et al., 2017). Посев селекционной сеялкой СКС-6-10. Площадь деланки – 7,5 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Норма высева – 5 млн всхожих зерен на гектар. Уборку проводили комбайном «Сампо-130».

Погодные условия в годы проведения исследований существенно различались по температурному режиму и количеству осадков, что позволило всесторонне оценить селекционный материал.

Статистическая обработка данных проводилась методами дисперсионного анализа с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.

## Результаты и обсуждение

Сорт ‘Биос 1’ районирован в Волго-Вятском регионе с 1993 г. Высокая урожайность и устойчивость к полеганию способствовали широкому распространению сорта по хозяйствам Кировской области начиная с 1999 г. до 2005 г. ‘Биос 1’ занимал не менее 10–14% посевных площадей, занятых ячменем. Поэтому вполне логичным было его использование в качестве компонента скрещиваний.

С 2002 по 2005 г. в ФАНЦ Северо-Востока были проведены рецiproкные скрещивания, где сорт ‘Биос 1’ использовался как в качестве материнской (20 комбинаций), так и отцовской формы (21); было получено 352 и 596 гибридных зерен соответственно. В скрещивания с сортом включали коллекционные образцы и селекционные линии. Изучение гибридов проходило по полной схеме селекционного процесса. В результате только одна селекционная линия 52-15, в родословной которой присутствует сорт ‘Биос 1’, изучалась в конкурсном сортоиспытании в 2019 г. Остальные линии были выбракованы на различных этапах селекционного процесса из-за низкой урожайности, неустойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам среды. Данные результаты свидетельствовали о низкой комбинационной спо-

способности сорта 'Биос 1' и неэффективности его дальнейшего использования при гибридизации в качестве родительской формы.

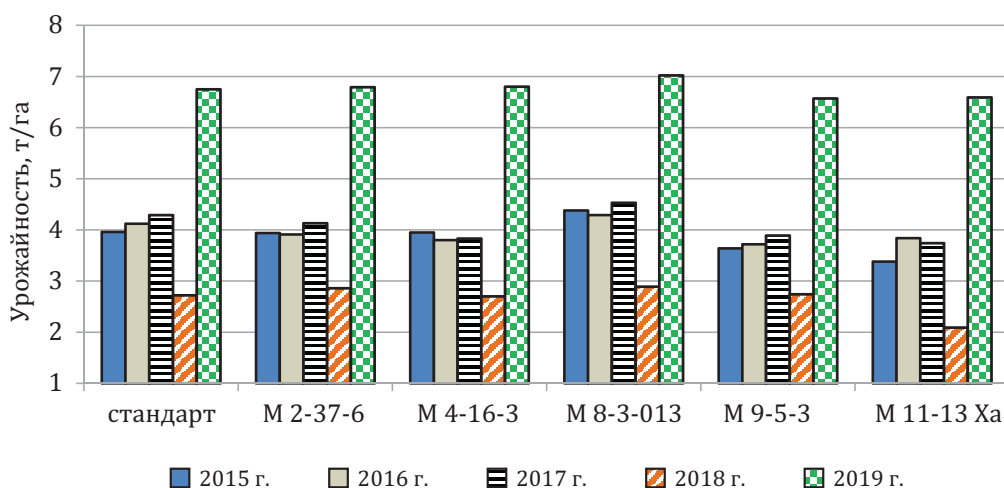
В Вятской ГСХА с 2009 по 2012 г. было выделено 190 мутантных форм, полученных из сорта 'Биос 1'. По результатам оценки в полевых и лабораторных опытах для изучения в конкурсном сортоиспытании было выделено пять мутантов ячменя, представляющих интерес для дальнейшей селекционной работы.

Урожайность мутантных форм в конкурсном сортоиспытании изменялась от 2,09 (М 11-13 Ха) до 7,02 т/га (М 8-3-013). На рисунке видно, что мутанты М 4-16-3, М 2-37-6, М 9-5-3 по урожайности находятся на уровне стандарта, а образец М 11-13 Ха уступает по урожайности стандартному сорту, но они обладают ценным свойст-

вом – практически не реагируют на изменение внешней среды, обладая относительно узкой нормой реакции. Мутант М 8-3-013 превышает по урожайности стандарт, он имеет широкую норму реакции на внешние факторы среды, то есть его можно отнести к интенсивному типу.

Высокой урожайностью выделяется М 8-3-013, превысивший стандарт за годы изучения (исключение 2017 г.) на 0,17–0,42 т/га. Новый образец отличается от исходной формы и более высокой соломиной (на 8,7 см выше исходного сорта).

Преимущество по урожайности данной мутантной формы обеспечивается более длинным, хорошо озерненным, продуктивным колосом и сравнительно высокой массой 1000 зерен (таблица). К перспективным для использования в селекционных программах на увеличение



**Рисунок.** Влияние условий вегетации на урожайность мутантных форм ячменя (Киров, 2015–2019 гг.)

**Figure.** The effect of growth conditions on the yield of barley mutant forms (Kirov, 2015–2019)

**Таблица.** Урожайность и элементы ее структуры у мутантных форм ячменя (г. Киров, 2015–2019 гг.)

**Table.** The yield and its structural elements in barley mutant forms (Kirov, 2015–2019)

Сорт / Cultivar	Урожайность, т/га / Yield, t/ha	Общая кустистость, шт./раст. / Total tillering capacity, pcs/plant	Продуктивная кустистость, шт./раст. / Productive tillering capacity, pcs/plant	Высота растения, см / Plant height, cm	Длина колоса, см / Length of ear, cm	Кол-во колосков в колосе, шт. / Number of spikes in ear, pcs	Кол-во зерен в колосе / Number of grains in ear, pcs	Масса зерна с главного колоса, г / Grain weight per main ear, g	Масса 1000 зерен, г / Weight of 1000 grains, g
Белгородский 100 (st.) стандарт	4,37	3,07	2,34	69,6	7,5	22,1	21,0	1,17	51,6
М 2-37-6	4,33	2,65	2,23	70,2	8,1	23,2	22,0	1,12	48,3
М 4-16-3	4,22	2,79	2,14	68,1	8,2*	23,9*	22,8*	1,24	48,1
М 8-3-013	4,52	2,78	2,47	72,4	8,9*	25,6*	24,3*	1,31*	49,2
М 9-5-3	4,11	3,02	2,40	64,2	8,0	22,5	21,4	1,24	54,6*
М 11-13 Ха	3,93	2,78	2,44	58,9	7,1	21,3	20,1	1,02	49,0

Примечание: st. – стандарт; \* – существенно отличается от стандарта при  $p < 0,05$

Note: st. – the reference (standard) cultivar; \* – significantly different from the reference, at  $p < 0.05$

параметров колоса также относится М 4-16-3. Масса 1000 зерен является одним из положительно коррелирующих с урожайностью признаков (Lepikhov, 2018). По данному показателю в опыте выделялся М 9-5-3, масса 1000 зерен у мутанта изменялась от 47,5 г (2017 г.) до 61,2 г (2015 г.) и в среднем составила 54,6 г, достоверно превысив стандарт.

Основными недостатками сорта 'Биос 1' при возделывании в Волго-Вятском регионе были продолжительный вегетационный период и плохая вымолачиваемость зерна в отдельные годы, что и привело к полному отказу от использования данного сорта в хозяйствах Кировской области.

В отличие от сорта 'Биос 1' мутанты характеризовались легко отделяющимися при обмолоте осями. Также все выделенные образцы отличались от исходной формы и стандарта более коротким вегетационным периодом. Скороспелый мутант М 11-13 Ха созрел на 11 дней раньше сорта 'Биос 1' и на 7 дней раньше стандарта 'Белгородский 100'; М 8-3-013 – на 8 и 5 дней раньше; М 2-37-6 и М 9-5-3 – на 6 и 3 дня соответственно. Продолжительность вегетационного периода мутанта М 4-16-3 была на уровне исходного сорта и на 3 дня короче, чем у стандарта 'Белгородский 100'.

Все выделенные образцы различались по методу создания (по применению и сочетанию мутантных факторов). Так, при замачивании семян в растворах  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в течение 12 часов с концентрацией 1 н получен мутант М 4-16-3, с концентрацией 0,01 н – М 2-37-6. В комплексных вариантах: 0,1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  + ДКС выделен М 9-5-3; ЛКС + 0,1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  + ДКС – М 11-13; ЛКС + 0,1 н  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – М 8-3-013. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования данных мутагенных факторов и их комбинаций для создания нового исходного материала для селекции ячменя.

### Выводы

Таким образом, доказана эффективность использования сорта 'Биос 1' для создания нового исходного материала ячменя методом мутагенеза. Перспективными для дальнейшей селекционной работы являются селекционная линия 52-15 и мутантные формы М 4-16-3, М 9-5-3 и М 11-13 Ха. Новый образец М 8-3-013, характеризующийся скороспелостью, высокой урожайностью и рядом селекционно ценных признаков – выше среднего количество колосков и зерен в колосе, масса зерна с колоса выше средней, – передается на государственное сортоиспытание.

### References/Литература

Dudin G.P., Zhilin N.A. Mutational variability of barley under the effect of sodium carbonate and red emission. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2014;12(122):44-49. [in Russian] (Дудин Г.П., Жилин Н.А. Мутационная изменчивость ячменя под влиянием карбоната натрия и излучения красного диапазона. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014;12(122):44-49).

Dyomshin S.L. Equipment for tillage and sowing in the Euro-North-East of Russia (Tekhnika dlya obrabotki pochvy i poseva v usloviyakh Yevro-Severo-Vostoka Rossii). *Innovatsii v selskom khozyaystve = Innovations in Agriculture*. 2016;3(18):17-24. [in Russian] (Дёмшин С.Л. Техника для обработки почвы и посева в условиях

Евро-Северо-Востока России. *Инновации в сельском хозяйстве*. 2016;3(18):17-24).

Golovachev V.I., Kirilovskaya E.V. (eds). *Methodology for the State Variety Trials of Agricultural Crops (Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur)*. Issue 2. Moscow; 1989. [in Russian] (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2 / под ред. В.И. Головачева, Е.В. Кириловской. Москва; 1989).

Khan S., Al-Qurainy F., Anwar F. Sodium azide: a chemical mutagen for enhancement of agronomic traits of crop plants. *Environment and We: an International Journal of Science and Technology*. 2009;4:1-21.

Kozlova L.M., Popov F.A., Noskova E.N., Ivanov V.L. Improved resource-saving technology of soil cultivation and use in bio-preparations for spring cereals crops under conditions of central zone of North-East of European part of Russia. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2017;3(58):43-48. [in Russian] (Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Иванов В.Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017;3(58):43-48).

Krotova L.A. Chemical mutagenesis as a method of creating an initial material for breeding wheat. *Research and Scientific Electronic Journal of Omsk SAU*. 2015;2(2). [in Russian] (Кротова Л.А. Химический мутагенез как метод создания исходного материала для селекции мягкой пшеницы. *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*. 2015;2(2)). URL: <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2015/2/00034.pdf> [дата обращения: 03.02.2020].

Kuznetsova T.E., Levshantov S.A., Serkin N.V., Nesterenko V.V., Vertelnikova N.A., Ostanina T.V. Methods and results of spring barley breeding in Krasnodar Region. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2015;29(12):20-22. [in Russian] (Кузнецова Т.Е., Левшантов С.А., Серкин Н.В., Нестеренко В.В., Вертельникова Н.А., Останина Т.В. Методы и результаты селекции ярового ячменя на Кубани. *Достижения науки и техники АПК*. 2015;29(12):20-22).

Lepikhov S.B. Efficiency of selection in early generations of crop hybrids for high yield and yield components (a review). *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2018;179(4):177-190. [in Russian] (Лепехов С.Б. Эффективность отбора в ранних поколениях гибридов сельскохозяйственных культур по урожайности и признакам продуктивности (обзор). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2018;179(4):177-190). DOI: 10.30901/2227-8834-2018-4-177-190

Repko N.V., Repko V.V., Skibina Yu.S., Shepelev K.V. Selection of parental pairs for the hybridization of winter barley. *Science Almanac*. 2017;9-2(35):205-209. [in Russian] (Репко Н.В., Репко В.В., Скибина Ю.С., Шепелев К.В. Подбор родительских пар для гибридизации озимого ячменя. *Научный альманах*. 2017;9-2(35):205-209). DOI: 10.17117/na.2017.09.02.205

Surin N.A., Lyakhova N.E., Gerasimov S.A., Lipshin A.G. Realization of N.I. Vavilov's ideas in the barley breeding in Siberia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2018;179(1):78-88. [in Russian] (Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Герасимов С.А., Липшин А.Г. Реализация идей Н. И. Вавилова в селекции ячменя в Сибири. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2018;179(1):78-88). DOI: 10.30901/2227-8834-2018-1-78-88



**Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities**

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

**Для цитирования / How to cite this article**

Жилин Н.А., Зайцева И.Ю., Щенникова И.Н., Емелев С.А. Сорт 'Биос 1' как исходный материал для селекции ячменя. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020;181(2): 96-100. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-96-100

Zhilin N.A., Zaytseva I.Yu., Shchennikova I.N., Emelev S.A. Effectiveness of the barley cultivar 'Bios 1' as source material for breeding. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2020;181(2):96-100. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-96-100

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

**Дополнительная информация / Additional information**

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-2-96-100>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Все авторы одобрили рукопись / All authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest

**ORCID**

Zhilin N.A. <https://orcid.org/0000-0002-6827-5102>

Zaytseva I.Yu. <https://orcid.org/0000-0002-1228-2151>

Shchennikova I.N. <https://orcid.org/0000-0002-5143-9246>

Emelev S.A. <https://orcid.org/0000-0003-4178-051X>