

## Красноуфимский селекционный центр: наиболее значимые результаты селекционной работы по яровому ячменю за последние 20 лет

Р. А. Максимов<sup>✉</sup>, Ю. А. Киселев, Е. Г. Козионова

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения  
Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

<sup>✉</sup>E-mail: Roman\_MRA77@mail.ru

**Аннотация.** На протяжении последних двух десятилетий актуальной задачей развития Уральской селекционной школы по яровому ячменю являлось создания методов ускоренной селекции сортов с высокой общей адаптивной способностью к различным агроклиматическим условиям. **Цель** работы состояла в краткой оценке и выделении наиболее значимых исследований по селекции ячменя на Среднем Урале за последние 20 лет, определяющих значительный вклад в развитии данной области. **Материалы и методы.** Использовались многолетние (2005–2025 гг.) материалы и данные фундаментальных и прикладных поисковых работ по селекции ярового ячменя на Среднем Урале. **Результаты.** Разработан новый (механизированный) способ закладки питомников ранних этапов селекции по результатам которого снизили нагрузку на физический труд при подготовке к посеву (с 436 до 128 чел/ч) и непосредственно при посеве (с 53,2 до 28,0 чел/ч), экономический эффект – снижение затрат в 3 раза. С использованием аддитивной математической модели впервые, разработан метод дифференциации урожайности ячменя в зависимости от эффектов количественных признаков, варьирующих в системе взаимодействия «генотип – среда». При этом решена проблема низких корреляционных связей между урожайностью и количественными признаками, отмечен рост с  $r_{xyij} = 0,42 \dots 0,92$  до  $r_{rci} \hat{Y}_{ci} = 0,91 \dots 0,99$ . Выведен новый высокоадаптивный сорт ярового двухрядного ячменя кормового использования под названием Памяти Чепелева, который второй год подряд занимает лидирующее положение среди лучших сортов РФ по количеству высеянных семян (2023 г. – 76,5 тыс. тонн; 2024 г. – 79,1 тыс. тонн). **Научная новизна.** Впервые для исследований процессов формирования биологической урожайности ячменя в различные периоды роста и развития разработан метод дифференциации урожайности ячменя в зависимости от эффектов количественных признаков. Создан уникальный селекционный материал.

**Ключевые слова:** ячмень (*Hordeum vulgare* L.), количественные признаки, урожайность, генотип, механизированный посев

**Для цитирования:** Максимов Р. А., Киселев Ю. А., Козионова Е. Г. Красноуфимский селекционный центр: наиболее значимые результаты селекционной работы по яровому ячменю за последние 20 лет // Аграрный вестник Урала. 2026. Т. 26, № 02. С. 247–258. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-02-247-258>.

**Дата поступления статьи:** 29.04.2025, **дата рецензирования:** 17.09.2025, **дата принятия:** 03.12.2025.

## Krasnoufimskiy breeding center: the most significant results of breeding work on spring barley over the past 20 years

R. A. Maksimov✉, Yu. A. Kiselev, E. G. Kozionova

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: Roman\_MRA77@mail.ru

Агротехнологии

**Abstract.** Over the past two decades, the urgent task of developing the Ural Breeding School for spring barley has been to create methods for accelerated breeding of varieties with a high overall adaptive ability to various agro-climatic conditions. **The purpose** of the study was to briefly evaluate and highlight the most significant studies on barley breeding in the Middle Urals over the past 20 years, which have made a significant contribution to the development of this field. **Materials and methods.** We used long-term (2005-2025) materials and data from fundamental and applied research on spring barley breeding in the Middle Urals. **Results.** A new (mechanized) method of laying nurseries at the early stages of breeding has been developed, which reduces the burden on physical labor in preparation for sowing (from 436 to 128 people/hour) and directly during sowing (from 53.2 to 28.0 people/hour), with an economic effect of reducing costs by 3 times. Using an additive mathematical model, for the first time, a method has been developed for differentiating barley yields depending on the effects of quantitative traits varying in the genotype x environment interaction system. At the same time, the problem of low correlations between yield and quantitative characteristics has been solved, and an increase from  $r_{xyi} = 0.42...0.92$  to  $r_{rci} \hat{y}_{ci} = 0.91...0.99$  has been noted. A new highly adaptive variety of double-row spring barley for feed use called Pamyati Chepeleva has been developed, which for the second year in a row occupies a leading position in the TOP of the best varieties of the Russian Federation in terms of the number of seeds sown (2023 – 76.5 thousand tons; 2024 – 79.1 thousand tons). **Scientific novelty.** For the first time, a method for differentiating barley yields depending on the effects of quantitative characteristics has been developed to study the processes of formation of biological yield of barley in different periods of growth and development. A unique breeding material has been created.

**Keywords:** barley (*Hordeum vulgare* L.), quantitative characteristics, yield, genotype, mechanized sowing

**For citation:** Maksimov R. A., Kiselev Yu. A., Kozionova E. G. Krasnoufimskiy breeding Center: the most significant results of breeding work on spring barley over the past 20 years. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2026; 26 (02): 247–258. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-02-247-258>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 29.04.2025, **date of review:** 17.09.2025, **date of acceptance:** 03.12.2025.

### Постановка проблемы (Introduction)

Селекция – многолетний труд, успехи которого предопределяются научной школой учреждения, формирующейся со сменой поколений в течение продолжительного времени [1–5].

Селекционная работа по яровому ячменю на Среднем Урале проводится в Красноуфимском селекционном центре – структурном подразделении Уральского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала УрФАНИЦ УрО РАН. После основания в 1933 году Красноуфимской опытной селекционной станции в 1938 году начинается работа по селекции серых хлебов. Новое подразделение, возглавляемое Николаем Васильевичем Баженовым, кроме ярового ячменя, ведет работу по таким культурам, как гречиха и просо. Все исследования в начальный период ограничиваются лишь индивидуальными и массовыми отборами. В качестве исходного материала применялся местный со-

ртовой состав, заимствованный из Вятской губернии, который был завезен русскими земледельцами во время освоения Урала в XVIII веке. Первые выведенные сорта так и не были районированы, однако в перспективе были вовлечены в селекционный процесс [6–8].

Во время Великой Отечественной войны в 1941 году в Красноуфимск был эвакуирован Всероссийский институт растениеводства (ВИР). Зимой его директор И. Г. Эйхфельд, который был назначен после ареста Н. И. Вавилова в 1940 году, и некоторые сотрудники переехали в город Красноуфимск, увозя в своих вещевых мешках малую часть коллекции. Эвакуация сотрудников была осуществлена в два этапа: 17 и 19 января 1942 году с первыми грузовиками, которые пошли по «дороге жизни» через Ладогу. Часть коллекции различных зерновых культур (около 40 тыс. пакетов с семенами весом около 500 кг) была перенаправлена в

Красноуфимск самолетом. Изначально сюда планировалось эвакуировать около 5 тонн семенного материала (100 тыс. образцов) в вагоне железнодорожного эшелона, однако 30 августа по пути следования станция Мга была взята немцами, что отрезало путь ценному грузу на восток, и эшелон был возвращен в Ленинград. Местная коллекция серых хлебов была приумножена, появился многочисленный и разнообразный исходный материал, который заложил основу и в некотором смысле успешность будущей селекции [9].

С 50-х годов прошлого столетия начата интенсивная работа по созданию исходного материала с помощью гибридизации. Именно с началом использования скрещиваний родительских форм создан самый успешный и наиболее распространенный двухрядный сорт ячменя Красноуфимский 95, который в 1982 году занимал площадь более 1 млн га и был районирован в Амурской, Калужской, Кемеровской, Курганской, Свердловской, Челябинской областях, Удмуртской АССР, Тувинской АССР. Сорт получен от скрещивания исходных генотипов Майя и Винер. Авторы сорта – Н. В. Баженов, А. Н. Никифоров, О. А. Манохина, В. А. Закуржникова [10].

В 80–90-е годы прошлого столетия ставится задача создания сортов интенсивного типа, в это время идет усиление работ по иммунитету к болезням и устойчивости к вредителям. К искомым показателям хозяйственно ценных признаков относятся урожайность от 5,0 до 7,0 т/га, содержание белка в зерне – 13–14 %, лизина – 4,5–5,0 г/кг. Практически с 1977 и по 2005 год коллектив лаборатории селекции ячменя длительное время работает в неизменном составе: В. П. Чепелев, Л. М. Толмачева, Л. Н. Федякова, Г. И. Кирекова, Е. В. Лукоянова, Л. Е. Бобина, по сортовой агротехнике ячменя – научный сотрудник А. И. Шорохова, по биохимической оценке – научный сотрудник Л. И. Кузнецова. Созданы известные сорта ярового ячменя Торос, Вереск, Ильмен, Сонет, Горец, Бином, Багрец, имеющие широкое распространение в четырех регионах Российской Федерации. Они позволили значительно увеличить производство фуражного зерна и улучшить продовольственную безопасность Свердловской и многих других областей России [11].

На современном этапе селекционной работы по ячменю главными приоритетами являются создание высокоурожайных сортов кормового и пивоваренного назначения с высокой адаптивной способностью, устойчивых к стрессовым факторам и обладающих ценным по качеству зерном. По указанным направлениям работают и в других отечественных и зарубежных научных учреждениях [12–15].

Цель исследования – краткая оценка наиболее значимых результатов фундаментальных и прикладных исследований по селекции ячменя на Среднем Урале за последние 20 лет.

## Методология и методы исследования (Methods)

Проводя это исследование, авторы использовали многолетние (начиная с 2005 года и по настоящее время) материалы и данные фундаментальных и прикладных поисковых работ по селекции ярового ячменя на Среднем Урале. Ставилась задача в виде обзорной статьи обобщить и показать наиболее значимые теоретические и практические результаты селекции ярового ячменя за последние 20 лет. Здесь необходимо отметить, что успешность селекционной работы во многом предопределилась высокой изменчивостью средовых условий. И важная роль в этом вопросе принадлежит разнообразию показателей темно-серой почвы севооборота: рН<sub>сол.</sub> – 5,4–6,0, гидролитическая кислотность – 4,18–5,02 мг-экв / 100 г почвы, содержание гумуса – 6,2–8,0 % (по Тюрину), легкогидролизуемого азота – 82–178 мг/кг (по Корнфилду), подвижного фосфора калия (ГОСТ Р54650-2011) – 291–396 и 140–205 мг/кг почвы. Отмечен широкий спектр проявления гидротермических условий, за годы исследований в период вегетации ячменя наблюдали сильную вариабельность климатических условий: среднесуточные температуры воздуха изменялись в интервале 12,1–18,5 °С, суммы температур более 10 °С – 1100–1700 °С, количество осадков – 80–380 мм, запасы влаги в метровом слое почвы – 80–190 мм, ГТК – 0,80–2,50. В качестве материала использовали генотипы ячменя, которые характеризовались в основном двухрядным колосом, преимущественно таксономической группы *Hordeum vulgare* L. subsp. *distichon* (L.) Koern. var. *nutans* Schubl.

## Результаты (Results)

Селекция растений как наука объединяет в себе как фундаментальные, так и прикладные исследования. Фундаментальное направление этой науки призвано создать или улучшить методы и способы воздействия на сельскохозяйственные растения с целью создания коммерчески ценных сортов. Вместе с этим сам процесс возникновения новых сортов очень длителен и трудоемок, на отдельных этапах требует напряженного физического труда, что зачастую является ограничительным фактором по увеличению числа комбинаций скрещивания. К такому этапу следует отнести процесс посева селекционных питомников, при этом наиболее трудоемкими являются ручные работы. В частности, немеханизированным образом закладываются селекционные питомники первого года и семеноводческие питомники испытания потомств также первого года, объемы которых могут достигать суммарно 10 000 гектаров.

Ранее, 80-е годы прошлого столетия, были попытки использования кассетной сеялки СКС-6А, однако из-за наличия камней в почве посев часто прерывался и требовалась трудоемкая зарядка кассет в полевых условиях. После неудачных попы-

ток механизации закладки указанных питомников в нашем учреждении было принято решение продолжать проводить посев вручную, или так называемым способом «в трубу», который был разработан еще в 1979 году. Все это значительно ограничивало объемы селекции и первичного семеноводства при этом вынужденная смена поколений технического персонала резко обострило эту проблему. Поэтому в 2017 году в конструкцию сеялки ССФК-7 были внесены дополнения [16]. В результате изобретен новый (механизированный) способ закладки селекционных питомников ранних этапов селекции, внедренный и в других научных учреждениях. Внешний облик закладки новым способом изображен на рис. 1.

Итоги полевой проверки перспективного способа посева в рамках Красноуфимского селекционного центра отображены в таблице 1, по результатам которой скорость посева увеличилась с 375 до 714 дел/ч, трудоемкость при подготовке к посеву снизилась с 436 до 128 чел/ч, при посеве – с 53,2 до 28,0 чел/ч, затраты на оплату труда снизились почти в 3 раза.

Последовательное увеличение урожайности посредством реализации генетической информации сортов – первостепенный вектор развития селекции сельскохозяйственных культур. Среди хозяйственно ценных признаков в качестве маркеров селекции выступают биометрические показатели элементов структуры урожайности, и традиционно при прогнозировании биологической урожайности функционально она связана с количественными признаками посредством мультипликативной математической модели. Однако количественно указанные маркеры не всегда достаточно сильно сопряжены с урожайностью, а если нет корреляционной связи, обосновывать процессы формирования урожайности при помощи того или иного признака практически невозможно. В 2021 году мы функционально

связали урожайность с элементами ее структуры при помощи аддитивной математической модели. В результате был разработан метод дифференциации урожайности в зависимости от эффектов количественных признаков, варьирующих в системе взаимодействия «генотип – среда» [17]. Таким образом, получена принципиально новая статистическая величина  $\hat{Y}_{rci}$ , которая определяет долевой вклад  $r$ -го признака в точный прогноз урожайности по аддитивной математической модели с учетом постоянных значений регрессоров ( $b_{ri}$ ) и находится по формуле 1.

$$\hat{Y}_{rci} = \hat{Y}_{ci} \frac{b_{ri} X_{rci}}{\sum b_{ri} X_{rci}}, r=1..3, i=m, \quad (1)$$

где  $\hat{Y}_{rci}$  – зависимая переменная (точный прогноз урожайности в зависимости от  $r$ -го количественного признака в  $c$ -й среде);

$\hat{Y}_{ci}$  – точный прогноз урожайности в  $c$ -й среде по аддитивной математической модели;

$X_{rci}$  – независимая переменная  $r$ -го признака в  $c$ -й среде;

$b_{ri}$  – коэффициент регрессии  $r$ -го признака;

$r$  – номер количественной переменной из уравнения регрессии;

$m$  – количество генотипов в опыте [18].

При новой интерпретации прогноза урожайности от воздействия количественных изменений элементов ее структуры дополнительно учитывается их аддитивный эффект взаимодействия (АЭ), отраженный в формуле (1). Для иллюстрации положительного эффекта от применения метода использовались результаты конкурсного испытания пяти генотипов ячменя (Вереск, Памяти Чепелева, Бином, Сонет и Багрец) в десяти средах (2011–2020 годы). По результатам корреляционного анализа сопряженность биологической урожайности с биометрическими значениями количественных признаков изменялась в диапазоне  $r_{xyiy} = -0,42...0,98$  (таблица 2).



Рис. 1. Внешний вид посева ячменя (селекционный питомник первого года) сеялкой ССФК-7 с измененной конструкцией высевашевого аппарата

Fig. 1. The appearance of sowing barley (breeding nursery of 1<sup>st</sup> year) with a seed drill SSFK-7 with a modified design of the sowing apparatus

Таблица 1  
Сравнительные результаты различных способов посева селекционных питомников первого года, 2017 год

| № п/п | Показатель                                  | Посев ручным способом «в трубу» | Посев механизированным способом ССФК-7 |
|-------|---|---------------------------------|--|
| 1     | Количество работников, чел.                 | 4                               | 4                                      |
| 2     | Количество номеров (линий), шт.             | 5 000                           | 5 000                                  |
| 3     | Площадь деланки 1 номера, м <sup>2</sup>    | 0,49                            | 0,49                                   |
| 4     | Общая площадь питомника, м <sup>2</sup>     | 2 450                           | 2 450                                  |
| 5     | Скорость посева, дел/ч                      | 375                             | 714                                    |
| 6     | Время посева, ч                             | 13,3                            | 7,0                                    |
| 7     | Трудоемкость при подготовке к посеву, чел/ч | 436                             | 128                                    |
| 8     | Трудоемкость при посеве всего, чел/ч        | 53,2                            | 28,0                                   |
| 9     | Затраты на оплату труда, руб.               | 146 400                         | 52 192                                 |

Table 1  
Comparative results of various methods of sowing breeding nurseries for 1<sup>st</sup> year, 2017

| No. | Indicator  | Manual seeding "into the pipe" | Seeding by mechanized method SSFK-7 |
|-----|--|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | Number of employees, people                            | 4                              | 4                                   |
| 2   | Number of numbers (lines), pcs.                        | 5 000                          | 5 000                               |
| 3   | Plot size of 1 room, m <sup>2</sup>                    | 0.49                           | 0.49                                |
| 4   | Total area of the nursery, m <sup>2</sup>              | 2 450                          | 2 450                               |
| 5   | Seeding speed, units/hour                              | 375                            | 714                                 |
| 6   | Sowing time, hours                                     | 13.3                           | 7.0                                 |
| 7   | Labor intensity in preparation for sowing, people/hour | 436                            | 128                                 |
| 8   | The labor intensity of sowing in total, people/hour    | 53.2                           | 28.0                                |
| 9   | Labor costs, rubles                                    | 146 400                        | 52 192                              |

Таблица 2  
Коэффициенты корреляции Пирсона между переменными значениями количественных признаков и биологической урожайностью со степенями воздействия (коэффициенты детерминации) (2011–2020 гг.)

| Генотип         | Переменная | Коэффициент корреляции между $X_{ri}$ и $Y_p, r_{xriyi}$ | Коэффициент детерминации между $X_{ri}$ и $Y_p, d_{xriyi}$ |
|-----------------|------------|--|--|
| Вереск          | $X_1$      | 0,95   | 0,90   |
|                 | $X_2$      | 0,88   | 0,77   |
|                 | $X_3$      | 0,60   | 0,36   |
| Памяти Чепелева | $X_1$      | 0,95   | 0,90   |
|                 | $X_2$      | 0,80   | 0,64   |
|                 | $X_3$      | 0,42   | 0,18   |
| Бином           | $X_1$      | 0,96   | 0,92   |
|                 | $X_2$      | 0,94   | 0,88   |
|                 | $X_3$      | 0,66   | 0,44   |
| Сонет           | $X_1$      | 0,95   | 0,90   |
|                 | $X_2$      | 0,80   | 0,64   |
|                 | $X_3$      | 0,42   | 0,18   |
| Багрец          | $X_1$      | 0,97   | 0,94   |
|                 | $X_2$      | 0,70   | 0,49   |
|                 | $X_3$      | 0,62   | 0,38   |

Table 2  
Pearson correlation coefficients between variable values of quantitative characteristics and biological yield with degrees of exposure (coefficients of determination) (2011–2020)

| Genotype          | Variable | Correlation coefficient between $X_{ri}$ and $Y_{ci}$ , $r_{xriy_i}$ | Determination coefficient between $X_{ri}$ and $Y_{ci}$ , $d_{xriy_i}$ |
|-------------------|----------|--|--|
| Veresk            | $X_1$    | 0.95   | 0.90   |
|                   | $X_2$    | 0.88   | 0.77   |
|                   | $X_3$    | 0.60   | 0.36   |
| Pamyati Chepeleva | $X_1$    | 0.95   | 0.90   |
|                   | $X_2$    | 0.80   | 0.64   |
|                   | $X_3$    | 0.42   | 0.18   |
| Binom             | $X_1$    | 0.96   | 0.92   |
|                   | $X_2$    | 0.94   | 0.88   |
|                   | $X_3$    | 0.66   | 0.44   |
| Sonet             | $X_1$    | 0.95   | 0.90   |
|                   | $X_2$    | 0.80   | 0.64   |
|                   | $X_3$    | 0.42   | 0.18   |
| Bagrets           | $X_1$    | 0.97   | 0.94   |
|                   | $X_2$    | 0.70   | 0.49   |
|                   | $X_3$    | 0.62   | 0.38   |

Таблица 3  
Коэффициенты корреляции Пирсона между точечными прогнозами урожайности от эффектов количественных признаков и биологической урожайностью со степенями воздействия (коэффициенты детерминации) (2011–2020 гг.)

| Генотип         | Переменная      | Коэффициент корреляции между $\hat{Y}_{rci}$ и $\hat{Y}_{ci}$ , $r_{\hat{Y}_{rci}\hat{Y}_{ci}}$ | Коэффициент детерминации между $\hat{Y}_{rci}$ и $\hat{Y}_{ci}$ , $d_{\hat{Y}_{rci}\hat{Y}_{ci}}$ |
|-----------------|-----------------|---|---|
| Вереск          | $\hat{Y}_{1ci}$ | 0,98  | 0,96  |
|                 | $\hat{Y}_{2ci}$ | 0,99  | 0,98  |
|                 | $\hat{Y}_{3ci}$ | 0,97  | 0,94  |
| Памяти Чепелева | $\hat{Y}_{1ci}$ | 0,96  | 0,92  |
|                 | $\hat{Y}_{2ci}$ | 0,98  | 0,96  |
|                 | $\hat{Y}_{3ci}$ | 0,91  | 0,83  |
| Бином           | $\hat{Y}_{1ci}$ | 0,99  | 0,98  |
|                 | $\hat{Y}_{2ci}$ | 0,99  | 0,98  |
|                 | $\hat{Y}_{3ci}$ | 0,98  | 0,96  |
| Сонет           | $\hat{Y}_{1ci}$ | 0,97  | 0,94  |
|                 | $\hat{Y}_{2ci}$ | 0,98  | 0,96  |
|                 | $\hat{Y}_{3ci}$ | 0,98  | 0,96  |
| Багрец          | $\hat{Y}_{1ci}$ | 0,99  | 0,98  |
|                 | $\hat{Y}_{2ci}$ | 0,97  | 0,94  |
|                 | $\hat{Y}_{3ci}$ | 0,99  | 0,98  |

Pearson correlation coefficients between accurate forecasts of yield from the effects of quantitative traits and biological yield with degrees of impact (coefficients of determination)

| Genotype          | Variable        | Correlation coefficient between $\hat{Y}_{rci}$ and $\hat{Y}_{ci}$ , $r\hat{Y}_{rci}\hat{Y}_{ci}$ | Determination coefficient between $\hat{Y}_{rci}$ and $\hat{Y}_{ci}$ , $d\hat{Y}_{rci}\hat{Y}_{ci}$ |
|-------------------|-----------------|---|---|
| Veresk            | $\hat{Y}_{1ci}$ | 0.98  | 0.96  |
|                   | $\hat{Y}_{2ci}$ | 0.99  | 0.98  |
|                   | $\hat{Y}_{3ci}$ | 0.97  | 0.94  |
| Pamyati Chepeleva | $\hat{Y}_{1ci}$ | 0.96  | 0.92  |
|                   | $\hat{Y}_{2ci}$ | 0.98  | 0.96  |
|                   | $\hat{Y}_{3ci}$ | 0.91  | 0.83  |
| Binom             | $\hat{Y}_{1ci}$ | 0.99  | 0.98  |
|                   | $\hat{Y}_{2ci}$ | 0.99  | 0.98  |
|                   | $\hat{Y}_{3ci}$ | 0.98  | 0.96  |
| Sonet             | $\hat{Y}_{1ci}$ | 0.97  | 0.94  |
|                   | $\hat{Y}_{2ci}$ | 0.98  | 0.96  |
|                   | $\hat{Y}_{3ci}$ | 0.98  | 0.96  |
| Bagrets           | $\hat{Y}_{1ci}$ | 0.99  | 0.98  |
|                   | $\hat{Y}_{2ci}$ | 0.97  | 0.94  |
|                   | $\hat{Y}_{3ci}$ | 0.99  | 0.98  |



Рис. 2. Растение с двумя узлами кущения, 2007 год  
Fig. 2. A plant with two tillering nodes, 2007

Совсем иная ситуация при использовании в качестве базы данных точечных прогнозов урожайности ( $\hat{Y}_{kci}$ ): здесь учет АЭ взаимодействия количественных признаков определил необходимо высокую степень сопряженности ( $r\hat{Y}_{rci}\hat{Y}_{ci} = 0,91...0,99$ ) с прогнозом биологической урожайности ( $\hat{Y}_{ci}$ ) по аддитивной математической модели. Расчетный показатель  $\hat{Y}_{kci}$  в различные периоды роста и развития генотипов ячменя детерминировал изменения  $\hat{Y}_{ci}$  на 83–98 % (таблица 3).

Весьма значимым результатом по селекции ячменя на Среднем Урале стало создание сорта ярового ячменя Памяти Чепелева. В 2005 году согласно научно-техническому заданию Россельхозакадемии проведена гибридизация новой комбинации ячменя.

Подбор родительских форм осуществлялся по эколого-географическому принципу и максимальному отличию по адаптации в различные периоды роста и развития растений. В качестве материнской формы выбран сорт ячменя степного экотипа (Омский 95), который отличался стабильностью и устойчивостью к недостатку влаги в первой половине лета. Отцовская форма – сложный гибрид ((Сонет × Нур) × Сонет), который по фенотипу был близок к западноевропейскому и отличался крупным зерном и невысоким растением. Стратегической целью по данной комбинации являлось сочетание в будущем элитном растении высокой энергии кущения с адаптацией к засухе в первой половине лета и низкорослостью, поскольку исходная материнская форма была нестабильна по устойчивости к полеганию. Уже на стадии гибридов второго поколения ( $F_2$ ) были обнаружены необычные формы растений с несколькими узлами кущения (рис. 2).

В 2008 году из питомника  $F_3$  были отобраны в полевых и лабораторных условиях элитные растения соответствующего типа, при этом некоторые имели по три узла кущения. Как выяснилось позже, такие формы отличаются высокой синхронностью кущения, колосья расположены в одном ярусе, посевы от таких растений внешне относительно выравненные. Из 100 потомств от элит в селекционном питомнике первого года были отобраны 12, здесь подбирались наиболее низкорослые популяции с максимальным выходом зерен. На протяжении селекционного про-

цесса наблюдались разнообразные средовые условия. Как аномальный отметился 2010 год, когда в различные периоды роста и развития растений ГТК варьировал в пределах 0,8–1,0. Тогда в контрольном питомнике выделилась исходная линия 3375н-39-08 (Памяти Чепелева), при урожайности 2,12 т/га она имела преимущество (25 %) над стандартом Ача, что стало причиной начала ее размножения. В конкурсном сортоиспытании (2011–2013 годы) будущий сорт при урожайности 5,33 т/га явно превысил стандарты Ача и Сонет на 0,74 и 0,66 т/га соответственно, или на 16 и 14 %. Вегетационный период – 71–81 дней, созревание на 2–5 дней позже стандартов, по группе спелости он был отнесен к среднеспелым. Адаптация к недостатку влаги в почве была подтверждена в 2013 году (первая и вторая декады июня – ГТК = 0,9...1,0), в условиях засухи в первой половине лета урожайность составила 4,17 т/га (Ача – 3,58 т/га, Сонет – 3,27 т/га). Самая высокая урожайность была в 2011 году – 7,07 т/га, у сортов Ача и Сонет – 6,19 и 6,83 т/га соответственно, прибавка составила 0,88 (14 %) и 0,24 т/га (4 %). Указанные цифры характеризуют сорт Памяти Чепелева как высокоадаптивный и пластичный к сложившимся условиям. По массе

1000 зерен (46,7 г) он уступает сорту Сонет (58,2 г) и равен сорту Ача (46,8 г). По данным конкурсного сортоиспытания, в отличие от стандартов склонен к полеганию (4,7 балла), однако прикорневого полегания в опытных и производственных условиях не наблюдалось, нивелирующим фактором является относительно низкая высота растений – 62 см. В условиях искусственного заражения характеризуется более низким процентом поражения местными расами пыльной головни – 55 % (Ача – 73 %, Сонет – 86 %). По содержанию белка в зерне (12,1 %) равен сорту Ача и превосходит Сонет (11,5 %). Сорт признан ценным по кормовым достоинствам из-за высокого содержания белка в зерне (таблица 4).

Сорт ячменя Памяти Чепелева зарегистрирован в Госреестре селекционных достижений ФГБУ «Госсорткомиссия» с 2016 года по заявке № 61805 от 01.11.2013 г., дата регистрации патента № 8111 – 18.12.2015 г., срок действия – до 31.12.2045 г. [11]. Регионы допуска: Центральный (3), Волго-Вятский (4), Средневолжский (7), Уральский (9), Западно-Сибирский (10). С 2016 года заключено 262 лицензионных договора на право производства семян, на 25.10.2024 г. число действующих неисключительных лицензионных договоров – 65 [19].

Таблица 4  
Сравнительная характеристика нового сорта ячменя Памяти Чепелева в конкурсном испытании Красноуфимского селекционного центра (2011–2013 гг.)

| Анализируемые признаки и свойства                 | Сорта |       |                 |
|---|-------|-------|-----------------|
|   | Ача   | Сонет | Памяти Чепелева |
| Урожайность, т/га                                 | 4,59  | 4,67  | 5,33            |
| Прибавка по урожайности, т/га                     | 0,74  | 0,66  | –               |
| Прибавка по урожайности, %                        | 16    | 14    | –               |
| Вегетационный период, дней                        | 70    | 73    | 75              |
| Масса 1000 зерен, г                               | 46,8  | 58,2  | 46,7            |
| Высота растений, см                               | 62    | 72    | 73              |
| Устойчивость к полеганию, балл                    | 5,0   | 5,0   | 4,7             |
| Поражение пыльной головней (инфекционный фон), %  | 73    | 86    | 55              |
| Поражение корневыми гнилями (инфекционный фон), % | 12    | 18    | 16              |
| Содержание белка в зерне, %                       | 12,1  | 11,5  | 12,1            |

Table 4  
Comparative characteristics of a new variety of barley in Pamyati Chepeleva in the competitive testing of the Krasnoufimskiy Breeding Center (2011–2013)

| The signs and properties are analyzed        | Varieties |       |                   |
|--|-----------|-------|-------------------|
|  | Acha      | Sonet | Pamyati Chepeleva |
| Yield, t/ha                                  | 4.59      | 4.67  | 5.33              |
| Increase in yield, t/ha                      | 0.74      | 0.66  | –                 |
| Increase in yield, %                         | 16        | 14    | –                 |
| Growing season, days                         | 70        | 73    | 75                |
| Weight of 1000 grains, g                     | 46.8      | 58.2  | 46.7              |
| Height of plants, cm                         | 62        | 72    | 73                |
| Resistance to lodging, score                 | 5.0       | 5.0   | 4.7               |
| Dusty smut damage (infectious background), % | 73        | 86    | 55                |
| Root rot damage (infectious background), %   | 12        | 18    | 16                |
| Protein content in grain, %                  | 12.1      | 11.5  | 12.1              |

Таблица 5  
Рейтинг 10 лучших сортов ячменя ярового по объемам высева в РФ по данным мониторинга ФГБУ «Россельхозцентр» в 2023–2024 гг.

| Сорт            | Годы |      |
|-----------------|------|------|
|                 | 2024 | 2023 |
| Памяти Чепелева | 79,1 | 76,5 |
| Прерия          | 67,5 | 73,0 |
| Деспина         | 61,4 | 58,6 |
| Саша            | 57,2 | 58,5 |
| Вакула          | 51,4 | 66,0 |
| Ача             | 43,8 | 52,3 |
| Грэйс           | 41,6 | 34,4 |
| Эксплоер        | 35,6 | 33,9 |
| Биом            | 34,2 | 42,1 |
| Зазерский 85    | 32,1 | 40,9 |

По официальным данным ФГБУ «Россельхозцентр», в 2023 и 2024 годах сорт ячменя ярового Памяти Чепелева занял I место в рейтинге 10 лучших сортов по объемам высева семян в РФ [20] (таблица 5).

Согласно официальному реестру ФГБУ «Россельхозцентр» о выданных сертификатах на семена, сорт ячменя Памяти Чепелева производится в 15 субъектах РФ (Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Удмуртская Республика, Республика Марий Эл, Пермский край, Свердловская, Владимирская, Кемеровская, Курганская, Нижегородская, Ульяновская, Оренбургская, Кировская, Томская и Новосибирская области) [20].

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Фундаментальные и прикладные исследования по селекции ярового ячменя в Свердловской обла-

Table 5  
Rating of the 10 best spring barley varieties by seeding volume in the Russian Federation according to the monitoring data of the Federal State Budgetary Institution "Rosselkhoztsentr" in 2023–2024

| Variety                  | Years |      |
|--------------------------|-------|------|
|                          | 2024  | 2023 |
| <i>Pamyati Chepeleva</i> | 79.1  | 76.5 |
| <i>Preriya</i>           | 67.5  | 73.0 |
| <i>Despina</i>           | 61.4  | 58.6 |
| <i>Sasha</i>             | 57.2  | 58.5 |
| <i>Vakula</i>            | 51.4  | 66.0 |
| <i>Acha</i>              | 43.8  | 52.3 |
| <i>Grace</i>             | 41.6  | 34.4 |
| <i>Explorer</i>          | 35.6  | 33.9 |
| <i>Biom</i>              | 34.2  | 42.1 |
| <i>Zazerskiy 85</i>      | 32.1  | 40.9 |

сти, опираясь на научный задел предыдущих лет, ведутся достаточно успешно и эффективно. Почти за 80-летний период функционирования лаборатории селекции ячменя создано и рекомендовано в различных регионах 15 сортов. Не прекращается работа по усовершенствованию селекционного процесса. По наиболее узким местам разработаны эффективные технологические приемы, наиболее значимым и результативным из которых является разработка нового способа посева, основанного на конструктивной доработке селекционной сеялки ССФК-7. К направлению теоретических исследований следует отнести создание метода дифференциации прогноза биологической урожайности в зависимости от эффектов количественных признаков по аддитивной математической модели.

#### Библиографический список

1. Лихенко И. Е., Советов В. В., Артемова Г. В. Результаты селекции яровой мягкой пшеницы в СибНИИРС – филиале ИЦиГ СО РАН // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35, № 10. С. 5–10. DOI: 10.53859/02352451\_2021\_35\_10\_5.
2. Гончаров Н. П., Косолапов В. М. Селекция растений – основа продовольственной безопасности России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25, № 4. С. 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039.
3. Вишнякова М. А., Власова Е. В., Егорова Г. П. Генетические ресурсы люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) и их роль в доместикации и селекции культуры // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25, № 6. С. 620–630. DOI: 10.18699/VJ21.070.
4. Новохатин В. В., Шеломенцева Т. В., Драгавцев В. А. Новый комплексный подход к изучению динамики повышения адаптивности и гомеостатичности у сортов мягкой яровой пшеницы (на примере длительной истории селекции в Северном Зауралье) // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57, № 1. С. 81–97. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.1.81rus.
5. Ленточкин А. М. Слагаемые продуктивности сортов яровой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2023. № 09 (238). С. 41–51. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-41-51.
6. Чепелев В. П. Красноуфимская селекционная станция (1933–2003). Красноуфимск: Типография УрО РАН, 2003. 50 с.
7. Максимов Р. А., Киселев Ю. А., Козионова Е. Г. Новый сорт ярового двухрядного ячменя Крауф // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 7. С. 58–61. DOI: 10.53859/02352451\_2023\_37\_7\_58.

8. Лебедева Н. В., Максимов Р. А., Варганова И. В. Номенклатурные стандарты сортов ячменя селекции Уральского НИИСХ – филиала Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения РАН // *Vavilovia*. 2023. Т. 6, № 4. С. 15–24. DOI: 10.30901/2658-3860-2023-4-02.
9. Лоскутов И. Г. Война и блокада Ленинграда в коллекциях музеев и библиотек. ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова в истории блокады Ленинграда. Санкт-Петербург: Борей Арт, 2007. 154 с.
10. Лукина К. А., Лоскутов И. Г., Хорева В. И., Ковалева О. Н. Исходный материал для селекции голозерного ячменя в Северо-Западном регионе РФ // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2024. Т. 185, № 4. С. 107–117. DOI: 10.30901/2227-8834-2024-4-107-117.
11. Юсова О. А., Николаев П. Н. Селекция ярового ячменя на высокое качество зерна // *Таврический вестник аграрной науки*. 2023. № 1 (33). С. 148–157. DOI: 10.5281/zenodo.7898562.
12. Максимов Р. А. Адаптивная селекция ярового ячменя на Среднем Урале. Екатеринбург: УрФАНИЦ УрО РАН, 2021. 121 с.
13. Николаев П. Н., Юсова О. А., Сафонова И. В., Аниськов Н. И. Реализация биологической урожайности ячменя ярового в условиях южной лесостепи Омской области // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 12 (203). С. 22–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-22-34.
14. Шуплецова О. Н., Щенникова И. Н. Результаты использования клеточных технологий // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019. Т. 23, № 6. С. 683–690. DOI: 10.18699/VJ16.183.
15. Блохин В. И., Никифорова И. Ю., Ганиева И. С., Ланочкина М. А., Малафеева Ю. В. Оценка адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя селекции Татарского НИИСХ // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021. № 4 (40). С. 82–92. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-34-38.
16. Максимов Р. А. Новый способ посева на ранних стадиях селекции ячменя в условиях Среднего Урала // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2018. № 2 (46). С. 44–49. DOI: 10.31563/1684-7628-2018-46-2-44-49.
17. Максимов Р. А. Множественный регрессионный анализ как способ дифференциации урожайности по фазам роста и развития генотипов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. № 4. С. 29–34. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10404.
18. Патент № 8111 Российская Федерация, сорт ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.). Памяти Чепелева: заявл. № 61805 от 01.11.2013 / Киселев Ю. А., Максимов Р. А., Толмачева Л. М.: заявитель ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.
19. Памяти Чепелева – ячмень яровой // Государственный реестр селекционных достижений. Том 1. Сорта растений [Электронный ресурс]. URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/pamyati-chepeleva-yachmenyarovoy> (дата обращения: 11.03.2025).
20. Рейтинг 10 сортов лидеров с/х культур по объемам высева в РФ в 2024 г. Информационный листок Россельхозцентра № 1/2025 от 13.01.2025 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosselhoccenter.ru/ob-uchrezhdenii/filialy/tsentralnyyokrug/moskva/rejting-10-sortov-gibridov-liderov-s-kh-kultur-po-obemam-vyseva-v-rossiyskojfederatsii-v-2024-g> (дата обращения: 11.03.2025).

#### Об авторах:

**Роман Александрович Максимов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского Федерального аграрного научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия; ORCID 0000-0003-0615-8821, AuthorID 754477.

*E-mail: Roman\_MRA77@mail.ru*

**Юрий Александрович Киселев**, научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского Федерального аграрного научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия; ORCID 0009-0009-7146-907X, AuthorID 760867. *E-mail: Krauf\_1958@mail.ru*

**Елена Геннадьевна Козионова**, научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ячменя, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Уральского Федерального аграрного научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия; ORCID 0000-0002-1134-2351, AuthorID 963453. *E-mail: Kozionova1987@gmail.com*

## References

1. Likhenko I. E., Sovetov V. V., Artemova G. V. Results of breeding spring common wheat at the Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2021; 35 (10): 5–10. DOI: 10.53859/02352451\_2021\_35\_10\_5. (In Russ.)
2. Goncharov N. P., Kosolapov V. M. Plant breeding is the food security basis in the Russian Federation. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021; 25 (4): 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039. (In Russ.)
3. Vishnyakova M. A., Vlasova E. V., Egorova G. P. Genetic resources of narrow-leaved lupine (*Lupinus angus-tifolius* L.) and their role in its domestication and breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021; 25 (6): 620–630. DOI: 10.18699/VJ21.070. 4. (In Russ.)
4. Novokhatin V. V., Shelomentseva T. V., Dragavtsev V. A. A novel integrative approach to study the dynamics of an increase in common spring wheat adaptivity and homeostaticity (on the example of breeding programs in the Northern Trans-Ural). *Agricultural Biology*. 2022; 57 (1): 81–97. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.1.81rus. (In Russ.)
5. Lentochkin A. M. Slagaemye produktivnosti sortov yarovoy pshenitsy [Productivity components of spring wheat varieties]. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023; 238 (9): 41–51. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-41-51. (In Russ.)
6. Chepelev V. P. *Krasnoufimsky breeding station (1933–2003)*. Krasnoufimsk: Printing House of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2003. 50 p. (In Russ.)
7. Maksimov R. A., Kiselev Yu. A., Kozionova E. G. New variety of two-rowed spring barley Krauf. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2023; 37 (7): 58–61. DOI: 10.53859/02352451\_2023\_37\_7\_58. (In Russ.)
8. Lebedeva N. V., Maksimov R. A., Varganova I. V. Nomenclatural standards of barley cultivars bred by the Ural Research Institute of Agriculture – Branch of the Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. *Vavilovia*. 2023; 6 (4): 15–24. DOI: 10.30901/2658-3860-2023-4-02. (In Russ.)
9. Loskutov I.G. *The war and the siege of Leningrad in the collections of museums and libraries. All-Russian Research Institute of Plant Breeding named after N. I. Vavilov in the history of the Siege of Leningrad*. Saint Petersburg: Borey Art, 2007. 154 p. (In Russ.)
10. Lukina K. A., Loskutov I. G., Khoreva V. I., Kovaleva O. N. Source material for naked barley breeding in the Northwest of the Russian Federation. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2024; 185 (4): 107–117. DOI: 10.30901/2227-8834-2024-4-107-117. (In Russ.)
11. Yusova O. A., Nikolaev P. N. Breeding of spring barley for high grain quality. *Tauride Herald of Agrarian Science*. 2023; 33 (1): 148–157. DOI: 10.5281/zenodo.7898562. (In Russ.)
12. Maksimov R. A. *Adaptive breeding of spring barley in the Middle Urals*. Ekaterinburg: Ural Federal Agrarian Research Center – Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2021. 121 p. (In Russ.)
13. Nikolaev P. N., Yusova O. A., Safonova I. V., Aniskov N. I. Implementation of the biological yield of spring barley in the southern forest-steppe of the Omsk region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020; 203 (12): 22–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-22-34. (In Russ.)
14. Shupletsova O. N., Shchennikova I. N. Results of using cell technologies for creation of new barley varieties resistant against aluminum toxicity and drought. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016; 20 (5): 623–628. DOI: 10.18699/VJ16.183. (In Russ.)
15. Blokhin V. I., Nikiforova I. Yu., Ganieva I. S., Lanochkina M. A., Malafeeva Yu. V. Assessment of the adaptive potential varieties and lines of spring barley bred by the Tatar Research Institute of Agriculture. *Legumes and Cereals*. 2021; 40 (4): 82–92. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-34-38. (In Russ.)
16. Maksimov R. A. A new method of sowing at the early stages of barley breeding in the Middle Urals. *Bulletin of the Bashkir State Agrarian University*. 2018; 46 (2): 44–49. DOI: 10.31563/1684-7628-2018-46-2-44-49. (In Russ.)
17. Maksimov R. A. Multiple regression analysis as a way to differentiate yields by growth phases and development of barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.). *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2021: 29–34. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10404. (In Russ.)
18. Patent No 8111 of Russian Federation, Barley spring (*Hordeum vulgare* L.): Declared: No 61805 from 2013 Nov 01: Kiselev Yu. A., Maksimov R. A., Tolmacheva L. M., the applicant: Ural Federal Agrarian Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.
19. The State Register of breeding achievements Vol. 1. Plant varieties / In memory of Chepelev – spring barley [Internet] [cited 2025 Nov 03]. Available from: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektcionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/pamyati-chepeleva-yachmen-yarovoy>. (In Russ.)

20. Rating of 10 varieties of agricultural crop leaders in terms of seeding volumes in the Russian Federation in 2024. Information leaflet of the Rosselkhoz nadzor No. 1/2025 dated 01/13/2025 [Internet] [cited 2025 Nov 03]. Available from: <https://rosselhoscenter.ru/ob-uchrezhdenii/filialy/tsentralnyyokrug/moskva/rejting-10-sortov-gibridov-liderov-s-kh-kultur-po-obemam-vyseva-v-rossiyskoyfederatsii-v-2024-g>. (In Russ.)

**Authors' information:**

**Roman A. Maksimov**, candidate of agricultural sciences, leading researcher at the laboratory of breeding and primary seed production of barley, Ural Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of the Ural Federal Agrarian Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; ORCID 0000-0003-0615-8821, AuthorID 754477. *E-mail: Roman\_MRA77@mail.ru*

**Yuriy A. Kiselev**, researcher at the laboratory of breeding and primary seed production of barley, Ural Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of the Ural Federal Agrarian Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; ORCID 0009-0009-7146-907X, AuthorID 760867. *E-mail: Krauf\_1958@mail.ru*

**Elena G. Kozionova**, researcher at the laboratory of breeding and primary seed production of barley, Ural Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of the Ural Federal Agrarian Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; ORCID 0000-0002-1134-2351, AuthorID 963453. *E-mail: Kozionova1987@gmail.com*