

## СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631.51: 633.16

doi: 10.55170/19973225\_2023\_8\_2\_3

### ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Наталья Павловна Бакаева<sup>1✉</sup>, Александр Сергеевич Васильев<sup>2</sup>, Василий Григорьевич Кутилкин<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

<sup>1</sup>bakaevanp@mail.ru<sup>✉</sup>, <http://orcid.org/0000-0003-4784-2072>

<sup>2</sup>vasiliev167@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2005-4797>

<sup>3</sup>kutilkin\_vg65@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3142-6608>

*Цель исследований – повышение урожайности и качества зерна ярового ячменя различными системами обработки почвы и внесением удобрений. Проведенные исследования влияния способа обработки почвы и применения азотного удобрения N<sub>30</sub> на элементы структуры урожая ярового ячменя свидетельствуют о положительном действии на количество растений и стеблей, их высоту, массу зерна с главного колоса ярового ячменя, увеличивая значение данных показателей до 2,2-3,2%. Урожайность, содержание белка и стекловидность эндосперма в зависимости от условий опыта имели наибольшие значения в варианте вспашка с удобрением на фоне, наименьшие – в вариантах мелкая обработка, без осенней механической обработки и без удобрений. Натурная масса зерна, определенная в зависимости от систем обработки почвы и удобрений, имела близкие значения, изменяясь незначительно. Уровень рентабельности производства зерна ярового ячменя при применении систем обработки почвы – вспашка и минерального удобрения – понизился на 11 и 15%, соответственно, по сравнению с вариантами без осенней механической обработки и без удобрений. Внесение минеральных удобрений менее эффективно, а использование способа обработки почвы – без осенней механической обработки – при возделывании ярового ячменя является экономически целесообразным. Корреляционный анализ урожайности и содержания белка в зерне ячменя показал, что степень зависимости признаков является средней или сильной, как прямой, так и обратной. Коэффициент детерминации в уравнении регрессии близок к единице и хорошо описывает зависимость признаков. При анализе зависимости стекловидности от содержания белка установлена существенная близкая по значениям корреляция, которая показывает, что увеличение одного показателя сопряжено с увеличением другого.*

**Ключевые слова:** яровой ячмень, обработка почвы, азотные удобрения, урожайность, стекловидность, белок, натура, рентабельность.

**Для цитирования:** Бакаева Н. П., Васильев А. С. Кутилкин В. Г. Влияние систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна ярового ячменя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С. 3–9. doi: 10.55170/19973225\_2023\_8\_2\_3.

## AGRICULTURE

Original article

### THE INFLUENCE OF TILLAGE AND FERTILIZER SYSTEMS ON THE YIELD STRUCTURE AND GRAIN QUALITY OF SPRING BARLEY

Natalia P. Bakaeva<sup>1✉</sup>, Alexander S. Vasiliev<sup>2</sup>, Vasily G. Kutilkin<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Samara State Agrarian University, Ust'-Kinelsky, Samara Region, Russia

<sup>1</sup>bakaevanp@mail.ru<sup>✉</sup>, <http://orcid.org/0000-0003-4784-2072>

<sup>2</sup>vasiliev167@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2005-4797>

<sup>3</sup>kutilkin\_vg65@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3142-6608>

The purpose of the research is to increase the yield and quality of spring barley grain by various tillage systems and fertilization. The conducted studies of the influence of the tillage method and the use of nitrogen fertilizer N<sub>30</sub> on the elements of the spring barley crop structure indicate a positive effect on the number of plants and stems, their height, grain weight from the main ear of spring barley, increasing the value of these indicators to 2.2-3.2%. The yield, protein content and vitreous content of the endosperm, depending on the conditions of the experiment, had the highest values in the plowing variant with a fertilized background, the lowest in the variants of fine processing, without autumn mechanical processing and without fertilizers. The natural weight of grain, determined depending on the systems of tillage and fertilizers, had similar values, changing slightly. The level of profitability of spring barley grain production, with the use of tillage systems – plowing and mineral fertilizer – decreased by 11% and 15%, respectively, compared with options without autumn mechanical processing and without fertilizers. Thus, the application of mineral fertilizers is less effective, and the use of a tillage method – without autumn mechanical treatment when cultivating spring barley is economically feasible. Correlation analysis of yield and protein content in barley grains has shown that the degree of dependence of the traits is medium or strong, both straight and reverse. The determination coefficient in the regression equation is close to one and describes well the dependence of features. When analyzing the dependence of vitreous on protein content, a significant close correlation was established, which shows that the increase in one indicator is associated with the increase in the other.

**Keywords:** spring barley, tillage, nitrogen fertilizers, yield, vitreous, protein, nature, profitability.

**For citation:** Bakaeva, N. P., Vasiliev, A. S. & Kutilkin, V. G. (2023). The influence of tillage and fertilizer systems on the yield structure and grain quality of spring barley. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 3–9 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225\_2023\_8\_2\_3.

В современных агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур для реализации их потенциала продуктивности с сохранением высокого качества продукции необходим тщательный подбор сортов и агроприемов – систем обработок почвы, предшественников, оптимизированных систем удобрений и др. [1, 2]. Подбор сорта ярового ячменя определяется целями использования зерна (зернофуражные, крупяные или пивоваренные). Однако использование зерна ограничивается некоторыми требованиями. Одними из самых значительных требований к пищевому потреблению являются высокие показатели содержания белка в зерне и стекловидности эндосперма [2-4]. Поэтому актуальным является выращивание пищевого сорта ярового ячменя, как замыкающей культуры в звене зернопарового севооборота, с использованием различных систем обработок почвы и с внесением азотных удобрений для получения повышенной урожайности зерна с высоким содержанием белка и другими качественными показателями.

**Цель исследований** – повышение урожайности и качества зерна ярового ячменя различными системами обработки почвы и внесением удобрений.

**Задачи исследований** – изучить элементы структуры урожая ярового ячменя; урожайность зерна, содержание белка, стекловидность, натурную массу; рентабельность производства в зависимости от систем обработки почвы и удобрений.

**Материал и методы исследований.** Зерно ярового ячменя широко используют в сельском хозяйстве в качестве корма для животных, в пивоваренной, а также в пищевой промышленности для изготовления ячневой и перловой крупы и муки [5].

Исследования проводили в 2020-2022 гг. на опытном поле лаборатории «Агроэкология» кафедры «Агрохимия, почвоведение и агроэкология», которое находится в центральной зоне Самарской области (или южной части лесостепи Заволжья) [6, 7]. Осадков за год выпадает в среднем 410 мм, в том числе за тёплый период (апрель – октябрь) 257 мм, за время наиболее интенсивного развития растений (май – июнь) – 75 мм. Среднегодовая температура воздуха составляет 3,7°C, почва промерзает на глубину 100-120 см. Атмосферные засухи и суховеи средней интенсивности наблюдаются ежегодно, интенсивные – 9 лет из 10, очень интенсивные 4-6 лет из 10 [5].

Погодные условия, сложившиеся за годы исследований, не в полной мере соответствовали нормальному развитию сельскохозяйственных культур, особенно яровых зерновых культур. Их можно охарактеризовать не совсем благоприятными [8].

Почвы в зоне проведения исследований, в основном, выщелоченные, обыкновенные и типичные черноземы среднегумусные среднемощные тяжелосуглинистые. Такая почва имеет

реакцию среды (рН), близкую к нейтральной, среднее содержание гумуса, сравнительно большую поглотительную способность. Эта почва по своим физико-химическим и водным свойствам вполне отвечает требованиям успешного возделывания ведущих полевых культур [9,10]. Агрохимические показатели почвы поля до начала исследований: нитратный азот – 4,47 мг/кг, легкогидролизуемый азот – 42,4 мг/кг, органическое вещество – 4,6%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 96,8 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 86,6 мг/кг, рН – 7,82 [11].

Яровой ячмень выращивался в звене парозернового севооборота: чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень. Яровой ячмень является холодостойкой культурой, высевался в первой декаде мая, при норме высева 5,0 млн всхожих семян на га. Объект исследований – яровой ячмень сорта Беркут.

*Ячмень яровой Беркут.* Характеристика сорта. Родословная: (Целинный 5 х Донецкий 4) х (Донецкий 4 х Донецкий 8). Включен в Госреестр по Средневолжскому (7) региону. Разновидность субмедикум. Растение среднерослое. Колос цилиндрический. Зерновка крупная. Масса 1000 зерен 42-49 г. Средняя урожайность в регионе 27,7 ц/га, на уровне стандартных сортов. Сорт среднеспелый, вегетационный период 72-84 дня. Засухоустойчивость на уровне или несколько выше стандарта. Зернофуражный, пищевой. Сорт ценный для получения ячневой и перловой круп.

В годы исследований схема опыта включала следующие варианты основной обработки почвы в севообороте:

- вспашка: обработка почвы состоит из лущения на 6-8 см вслед за уборкой предшественников и вспашки на 20-22 см под пар;

- мелкая обработка: состоит из лущения почвы на 6-8 см вслед за уборкой предшественника и безотвального рыхления на 10-12 см под зерновые колосовые культуры и пар;

- без механической обработки: осенняя обработка почвы не проводилась, после уборки предшественников применялся гербицид сплошного действия Торнадо в дозе 3 л/га. Весной осуществлялся прямой посев культур [12].

К традиционным приемам воспроизводства плодородия почвы относятся внесение минеральных удобрений. При посеве вносилась аммиачная селитра, N<sub>30</sub> действующего вещества. Расчет доз удобрений проводили в зависимости от уровня содержания азота в почве и под планируемый урожай [13]. В фазу кущения ярового ячменя на всех вариантах опыта против однолетних двудольных сорняков применялся гербицид Прима в дозе 500 мл/га.

Уборку проводили селекционным комбайном «TERRION» в фазу полной спелости зерна. Перед уборкой проводили отбор снопов с делянок (площадка 0,25 м<sup>2</sup>). Сноповой материал служил для определения структуры и качества урожая. Урожай приводили к 100% чистоте и к 14% влажности [14]. Учёт элементов структуры урожая проводили по методике Госкомиссии по сортоиспытанию [15]. Содержание белка в зерне определяли по В. А. Ермакову [16, 17], Х. Н. Починку [12].

Стекловидность ячменя определяли по ГОСТу 10987 76 «Зерно. Методы определения стекловидности» или на диафаноскопе ДСЗ 2 путем просвечивания зерна. Из очищенного зерна выделяли без выбора 100 целых зерен. Просматривали зерна на разрез в проходящем свете.

Стекловидными зёрнами называют такие, которые слабо преломляют лучи света и поэтому при просвечивании прозрачны. Излом их похож на излом стекла.

Мучнистые зёрна при рассмотрении на свету непрозрачны, при просвечивании кажутся темными.

В зависимости от консистенции зерно распределяли на стекловидное – зерно полностью просвечивалось, полустекловидное или частично стекловидное – зерно просвечивалось частично и мучнистое – зерно не просвечивалось совсем. Стекловидность ячменя ярового характеризовали показателем, выраженным в процентах по отношению к 100 зернам [10, 12].

Отбор растений для проведения биохимических исследований проводился согласно методу отбора средних проб [13].

Урожайные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [14] с применением компьютерной программы STAT-1.

**Результаты исследований.** Изучение систем обработки почвы, внесения удобрений и их влияния на элементы структуры урожая, такие как количество растений, стеблей, колосьев, их высота и масса зерна с главного колоса, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Элементы структуры урожая ярового ячменя в зависимости от систем обработки почвы и удобрений, в среднем за три года исследований

| Вариант опыта                              | Фон минерального питания | Количество растений, шт./м <sup>2</sup> | Количество стеблей, шт./м <sup>2</sup> | Количество колосьев, шт./м <sup>2</sup> | Высота растений, см | Масса зерна с главного колоса, г |
|--|--------------------------|---|--|---|---------------------|----------------------------------|
| Вспашка                                    | Без удобрений            | 473                                     | 664                                    | 657                                     | 59,0                | 0,87                             |
|  | Удобренный фон           | 485                                     | 691                                    | 660                                     | 63,4                | 0,93                             |
| Среднее по вспашке                         |                          | 479                                     | 677                                    | 658                                     | 61,2                | 0,90                             |
| Мелкая обработка                           | Без удобрений            | 469                                     | 662                                    | 655                                     | 57,5                | 0,87                             |
|  | Удобренный фон           | 481                                     | 679                                    | 661                                     | 60,8                | 0,90                             |
| Среднее по мелкой обработке                |                          | 675                                     | 670                                    | 613                                     | 59,2                | 0,89                             |
| Без осенней механической обработки         | Без удобрений            | 468                                     | 663                                    | 651                                     | 57,8                | 0,89                             |
|  | Удобренный фон           | 480                                     | 682                                    | 663                                     | 61,3                | 0,91                             |
| Среднее без осенней механической обработки |                          | 474                                     | 672                                    | 657                                     | 59,6                | 0,94                             |
| В среднем без удобрений                    |                          | 470                                     | 663                                    | 654                                     | 58,1                | 0,88                             |
| В среднем по удобренному фону              |                          | 482                                     | 684                                    | 662                                     | 61,8                | 0,91                             |
| Коэффициент корреляции, V, %               |                          | 21                                      | 18                                     | 23                                      | 12                  | 9                                |

Результаты исследований показали, что наибольшее значение имеют такие показатели, как количество растений и стеблей, их высота, масса зерна с главного колоса, полученные в вариантах со вспашкой и по удобренному фону. Эти значения превосходят средние значения по удобренному фону, достигая 2,2-2,5%. Количество колосьев наибольшим было в варианте без осенней механической обработки почвы и удобренном фоне и превышало средние значения по удобренному фону на незначительную величину. При анализе влияния способа обработки почвы – вспашка оказала наибольшее влияние на количество растений и стеблей, а также на количество колосьев, без осенней механической обработки – на высоту растений и массу зерна с главного колоса.

Применение удобрений способствовало увеличению значений всех показателей элементов структуры урожая, достигая наибольшего значения количеств растений и стеблей на 2,6-3,2%.

Таким образом, способ обработки почвы – вспашка, мелкая обработка и без осенней механической обработки, применение азотных удобрений в количестве действующего вещества N<sub>30</sub> положительно повлияло на изучаемые элементы структуры урожая ярового ячменя, увеличивая значение показателей до 2,2-3,2%.

Влияние систем обработки почвы и удобрений на урожайность, содержание белка и стекловидность зерна, натурную массу зерна и рентабельность производства ярового ячменя представлены в таблице 2.

Таблица 2

Урожайность, содержание белка и стекловидность зерна, натура зерна и рентабельности ярового ячменя в зависимости от систем обработки почвы и удобрений, в среднем за три года исследований

| Вариант опыта                              | Фон минерального питания | Урожайность, т/га | Белок, % | Стекловидность, % | Натура зерна, г/л | Рентабельность, % |
|--|--------------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Вспашка                                    | Без удобрений            | 2,26              | 13,6     | 57                | 690               | 69                |
|  | Удобренный фон           | 2,96              | 14,4     | 68                | 694               | 59                |
| Среднее по вспашке                         |                          | 2,61              | 14,0     | 63                | 692               | 64                |
| Мелкая обработка                           | Без удобрений            | 2,17              | 13,2     | 51                | 688               | 76                |
|  | Удобренный фон           | 2,75              | 14,2     | 65                | 693               | 64                |
| Среднее по мелкой обработке                |                          | 2,46              | 13,7     | 58                | 690               | 71                |
| Без осенней механической обработки         | Без удобрений            | 2,08              | 13,2     | 52                | 688               | 84                |
|  | Удобренный фон           | 2,75              | 13,9     | 65                | 690               | 75                |
| Среднее без осенней механической обработки |                          | 2,42              | 13,6     | 59                | 689               | 80                |
| В среднем без удобрений                    |                          | 2,17              | 13,3     | 53                | 689               | 76                |
| В среднем по удобренному фону              |                          | 2,82              | 14,2     | 66                | 692               | 66                |
| Коэффициент корреляции, V, %               |                          | 14                | 8        | 11                | 18                | -                 |

Значения таких показателей, как урожайность, белок и стекловидность в зависимости от условий опыта распределились следующим образом: наибольшие значения были в варианте вспашка на удобренном фоне, наименьшие – в вариантах мелкая обработка, без осенней механической обработки и без удобрений. Натурная масса зерна, определенная в зависимости от систем обработки почвы и удобрений, имела близкие значения, изменяясь незначительно. Уровень рентабельности производства зерна ярового ячменя при применении систем обработки почвы – вспашка и минерального удобрения понизился на 11 и 15%, соответственно, по сравнению с вариантом без осенней механической обработки и без удобрений. Таким образом, внесение минеральных удобрений менее эффективно, а использование способа обработки почвы – без осенней механической обработки – при возделывании ярового ячменя является экономически целесообразным.

По результатам исследований был проведен корреляционный анализ данных по урожайности и содержанию белка в зерне ячменя. Коэффициенты корреляции показывают, что зависимость между урожайностью и содержанием белка в зерне ярового ячменя является средней ( $r = 0,48$ ) или сильной ( $r = 0,68$ ), причем как прямой, так и обратной ( $r = -0,38$ ). Присутствующий в уравнении регрессии коэффициент детерминации близок к единице, следовательно, представленные уравнения линейной регрессии хорошо описывают существующую зависимость изученных признаков. При анализе зависимости стекловидности от содержания белка установлена существенная близкая по значениям от средней до сильной корреляция ( $r = 0,58$ ,  $r = 0,65$ ,  $r = 0,63$ ). Положительная корреляция, близкая по значениям, это корреляция признаков, при которой увеличение одного показателя сопряжено с увеличением другого, определяется высоким уровнем как содержания белка, так и стекловидности.

**Заключение.** Проведенные исследования влияния систем обработки почвы – вспашка, мелкая обработка и без осенней механической обработки с применением азотных удобрений  $N_{30}$  действующего вещества в звене зернопарового севооборота пар – озимая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень, на посевах ячменя сорта Беркут свидетельствуют о положительном действии на элементы структуры урожая. Такие показатели, как количество растений и стеблей, их высота, масса зерна с главного колоса, увеличили значения до 2,2-3,2% на вариантах вспашка с применением удобрений, по сравнению с вариантами без осенней механической обработки и без удобрений.

Величины урожайности, белка и стекловидности имели наибольшие значения в варианте вспашка на удобренном фоне, наименьшие – в вариантах мелкая обработка, без осенней механической обработки и без удобрений. Натурная масса зерна, определенная в зависимости от систем обработки почвы и удобрений, имела близкие значения, изменяясь незначительно.

Уровень рентабельности производства зерна ярового ячменя при применении систем обработки почвы – вспашка и минерального удобрения – понизился на 11 и 15%, соответственно, по сравнению с вариантами без осенней механической обработки и без удобрений. Таким образом, внесение минеральных удобрений менее эффективно, а использование способа обработки почвы – без осенней механической обработки – при возделывании ярового ячменя является экономически целесообразным.

#### Список источников

1. Евдокимова М. А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1(29). С. 11–14.
2. Кошеляев В. В., Кудин С. М., Кошеляева И. П. Влияние гербицидов с различным спектром действия на стрессовую устойчивость и урожайность семян озимой пшеницы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. №1. С. 51–56. doi: 10.12737/18330.
3. Зудилин С. Н., Чухнина Н. В. Влияние инновационных органических удобрений на урожайность озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной академии. 2021. №2. С. 3–9. doi: 10.12737/44164.
4. Оленин О. А., Зудилин С. Н. Влияние инновационных органических удобрений и биопрепаратов на урожайность ярового ячменя в лесостепи среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4. С. 17–23.
5. Кошеляев В. В., Кудин С. М., Кошеляева И. П. Применение регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной академии. 2017. №1. С. 6–10. doi: 10.12737/24513.

6. Бакаева, Н. П. Васильев А. С. Влияние карбонидно-аммиачной удобрительной смеси на структуру, урожайность и физические свойства зерна озимой пшеницы // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2020. С. 7–11.

7. Ивойлов, А. В. Копылов В. И., Самойлова О. Н. Реакция сортов ячменя на внесение минеральных удобрений в зоне неустойчивого увлажнения // Агротехника. 2003. № 9. С. 30–41.

8. Бакаева, Н. П. Амилолитическая активность и углеводная составляющая зерна ярового ячменя в агротехнологии среднего Поволжья // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК. Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2022. С. 469–474.

9. Тойгильдин А. Л., Морозов В. И., Подсевалов М. И., Хайртдинова Н. А. Формирование урожайности зерновых бобовых культур в условиях лесостепи Заволжья // Известия Самарской государственной академии. 2017. №1. С. 16–22. doi: 10.12737/24515.

10. Федюшкин, А. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и содержание белка в зерне ярового ячменя // Аллея науки. 2018. Т. 1, № 9(25). С. 238–242.

11. Bakaeva N. P., Chugunova O. A., Saltykova O. L., Prikazchikov M. S. Components of the biotope soil and yield of barley // AGRITECH-III-2020. Earth and Environmental Science : IOP Conference Series. Volgograd ; Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. 548(4). P. 042062. DOI 10.1088/1755-1315/548/4/042062.

12. Бакаева Н. П., Васильев А. С. Фракционный состав белка зерна ярового ячменя сорта Поволжский 65 в агротехнологии среднего Поволжья // Наука и Образование. 2021. Т. 4, № 2. Порядковый номер 225.

13. Зацепина, В. А. Действие удобрений на кормовую ценность зерна ярового ячменя // Вклад молодых ученых в аграрную науку : материалы Международной научной студенческой конференции. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020. С. 16–19.

14. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Васильев А. С. Формирование урожая ярового ячменя и содержание крахмала в зависимости от способов основной обработки почвы // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : материалы XIV Международной научно-практической Интернет-конференции. М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. С. 124–130.

15. Зудилин С. Н., Гниломедов Ю. А. Эффективность основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной академии. 2017. №4. С. 11–15. doi: 10.12737/18542.

16. Немцев С. Н., Шарипова Р. Б. Оценка агрометеорологических показателей атмосферных засух и урожайности зерновых культур в изменяющихся условиях регионального климата // Известия Самарской государственной академии. 2020. №1. С. 10–17. doi: 10.12737/36518.

17. Салтыкова О. Л., Зудилин С. Н. Возделывание озимой пшеницы для получения зерна высокой белковости в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской ГСХА. 2020. №1. С. 3–9. doi: 10.12737/36516.

#### References

1. Evdokimova, M. A. (2015). The influence of precursors and mineral fertilizers on the yield of spring barley. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 1(29), 11–14 (in Russ.).

2. Koshelyayev, V. V., Kudin, S. M. & Koshelyayeva, I. P. (2016). The influence of herbicides with various range of effects on stress resistance and yield of winter wheat seeds. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 51–56 (in Russ.). doi: 10.12737/18330.

3. Zudilin, S. N. & Chukhnina, N. V. (2021). Influence of innovative organic fertilizers on winter wheat yield in the Middle Volga region forest-steppe. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 3–9 (in Russ.). doi: 10.12737/44164.

4. Olenin, O. A. & Zudilin, S. N. (2021). The influence of innovative organic fertilizers and biological products on the yield of spring barley in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 17–23 (in Russ.).

5. Koshelyaev, V. V., Kudin, S. M. & Koshelyaeva, I. P. (2017). Application of growth regulators in winter wheat cultivation in the conditions of forest-steppe of Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 6–10 (in Russ.). doi: 10.12737/24513.

6. Bakaeva, N. P. & Vasiliev, A. S. (2020). The influence of a carbonide-ammonia fertilizer mixture on the structure, yield and physical properties of winter wheat grain. *Innovative achievements of science and technology of the*

agroindustrial complex '20: *collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 7–11). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).

7. Ivoilov, A. V., Kopylov, V. I. & Samoilova, O. N. (2003). Reaction of barley varieties to the application of mineral fertilizers in the zone of unstable moisture. *Agrohimiya (Agrochemistry)*, 9, 30–41 (in Russ.).

8. Bakayeva, N. P. (2022). Amylolytic activity and carbohydrate component of spring barley grain in agrotechnology of the Middle Volga region. Achievements and prospects of scientific and innovative development of the agro-industrial complex '22: *a collection of articles based on the materials of the III All-Russian (National) Scientific and Practical Conference*. (pp. 469–474). Kurgan: Kurgan SAA named after T.S. Maltsev (in Russ.).

9. Tojgildin, A. L., Morozov, V. I., Podsevalov, M. I. & Hajrtidinova, N. A. (2017). Yielding capacity formation of grain and leguminous crops in the conditions of the Trans-Volga forest-steppe farming. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 16–22 (in Russ.). doi: 10.12737/24515.

10. Fedyushkin, A. V. (2018). Influence of mineral fertilizers on yield and protein content in spring barley grain. *Alleya nauki (Alley of Science)*, 1, 9(25), 238–242 (in Russ.).

11. Bakaeva, N. P., Chugunova, O. A., Saltykova, O. L. & Prikazchikov, M. S. (2020). Components of the biotope soil and yield of barley. AGRITECH-III-2020. Earth and Environmental Science '20: *IOP Conference Series*. (P. 042062). Volgograd ; Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 548(4). DOI 10.1088/1755-1315/548/4/042062.

12. Bakaeva, N. P. & Vasiliev, A. S. (2021). Fractional composition of spring barley grain protein of the Volga 65 variety in agrotechnology of the Middle Volga region. *Nauka i Obrazovanie (Science and Education)*, 4, 2, Serial number 225 (in Russ.).

13. Zatsepina, V. A. & Bakaeva, N. P. (2020). The effect of fertilizers on the feed value of spring barley grain. Contribution of young scientists to agricultural science '20: *Materials of the International Scientific Student Conference*. (pp. 16–19). Kinel: Samara State Agrarian University (in Russ.).

14. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L. & Vasiliev, A. S. (2022). Formation of spring barley harvest and starch content depending on the methods of basic tillage. Scientific and information support of innovative development of agro-industrial complex '22: *Materials of the XIV International scientific and practical Internet conference*. (pp. 124–130). Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical support of the Agro-industrial Complex (in Russ.).

15. Zudilin, S. N. & Gnilomedov, Yu. A. (2017). The effectiveness of primary tillage in the cultivation of spring wheat In the Middle Volga Region forest-steppe. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 11–15 (in Russ.). doi: 10.12737/18542.

16. Nemtsev, S. N. & Sharipova, R. B. (2020). Assessment of agrometeorological indicators of atmospheric droughts and yield of grain crops under the changing conditions of the regional climate. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 10–17 (in Russ.). doi: 10.12737/36518.

17. Saltykova, O. L. & Zudilin, S. N. (2020). Winter wheat cultivation with high protein production in the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 3–9. (in Russ.). doi: 10.12737/36516.

#### **Информация об авторах:**

Н. П. Бакаева – доктор биологических наук, профессор;

А. С. Васильев – аспирант;

В. Г. Кутилкин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

#### **Information about the authors:**

N. P. Bakaeva – Doctor of Biological Sciences, Professor;

A. S. Vasiliev – postgraduate student;

V. G. Kutilkin – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 1.03.2023; одобрена после рецензирования 1.04.2023; принята к публикации 11.04.2023.

The article was submitted 1.03.2023; approved after reviewing 1.04.2023; accepted for publication 11.04.2023.