

Научная статья

УДК 631.1:633.16:581.134.6

DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16)

## ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

**Наталья Павловна Бакаева**

Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

[bakaevanp@mail.ru](mailto:bakaevanp@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4784-2072>

**Резюме.** Анализ величин гидротермических коэффициентов (ГТК) по годам, по фазам развития и за период вегетации растений ячменя, показывает, что общая продолжительность вегетационного периода увеличивалась при понижении температуры воздуха и выпадении обильных осадков, и, наоборот, сокращалась в засушливые годы. Получены высокие значения массы побега и 1000 зерен, урожайности в благоприятные годы исследования – 2022 и 2023 г.г. по сравнению с неблагоприятными 2021 и 2024 г.г., превышения составили 2,9; 1,2 и 1,6 раза или 34,0, 14,4 и 38,2%, соответственно. Значения высоты растений, суммы сахаров и содержания крахмала за годы исследований показали, что данные признаки относятся к числу слабоизменяемых, и они менялись незначительно по 1,1, раза или на 12,6; 8,8 и 4,3%, соответственно. Наименьшими по накоплению белка в зерне, оказались величины 10,7 и 11,1%, которые были получены в 2022 и 2023 годах, наиболее благоприятных, а в засушливых – высокие 12,1 и 12,5%, изменение составило в 1,2 раза или 14,4%. Проведен корреляционный анализ полученных данных, установлена достоверная на 1% уровне значимости связь урожайности зерна, массы 1000 зерен, содержания белка, суммы сахаров и крахмала от продолжительности фаз развития растений и периода вегетации. Для показателей урожайности, массы 1000 зерен и фазами развития растений связи положительные, но различаются теснотой, слабые в начале вегетации, затем усиливаются в полной спелости до существенной или высокой. Для содержания белка, суммы сахаров и крахмала коэффициенты определены как обратные в начальных фазах развития растений, затем при выходе в трубку-полная спелость прослеживается линейная положительная зависимость, которая имеет тенденцию возрастать от слабой к умеренной и до высокой.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, ГТК, фазы развития, элементы продуктивности, урожайность, белок, сахара, крахмал, коэффициенты корреляции

**Для цитирования:** Бакаева Н. П. Продолжительность вегетационного периода и его влияние на продуктивность и качество зерна ячменя в среднем Поволжье // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 3. С. 11-16 DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16)

Original article

## THE DURATION OF THE GROWING SEASON AND ITS IMPACT ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF BARLEY GRAIN IN THE MIDDLE VOLGA REGION

**Natalia P. Bakaeva**

Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

[bakaevanp@mail.ru](mailto:bakaevanp@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4784-2072>

**Abstract.** The analysis of the values of hydrothermal coefficients (GTC) by year, by development phases and during the growing season of barley plants shows that the total duration of the growing season increased with decreasing air temperature and heavy precipitation, and, conversely, decreased during dry years. High values of shoot weight and 1000 grains, yields were obtained in the favorable years of the study – 2022 and 2023 compared with the unfavorable ones 2021 and 2024, the exceedances were 2.9; 1.2 and 1.6 times, or 34.0, 14.4 and 38.2%, respectively. Over the years, the values of plant height, the amount of sugars and the starch content have shown that these signs are slightly variable and they have changed slightly by 1.1 times or by 12.6, 8.8 and 4.3%, respectively. The lowest protein accumulation in grain turned out to be the values of 10.7 and 11.1%, which were obtained in 2022 and 2023, the most favorable, and in dry years – high 12.1 and 12.5%, the change was 1.2 times or 14.4%. A correlation analysis of the data obtained was carried out, and a reliable relationship between grain yield, weight of 1000 grains, protein content, amount of sugars and starch from the duration of plant development phases and the growing season was established at a 1% significance level. For yield indicators, the mass of 1000 grains, and the phases of plant development are positive, but they differ in closeness, weak at the beginning of the growing season, and then increase in full ripeness to significant or high. For the protein content, the sum of sugars and starch, the coefficients are defined as the inverse in the initial phases of plant development, then when entering the tube-full ripeness, a linear positive relationship is traced, which tends to increase from mild to moderate to high.

**Keywords:** spring barley, GTC, development phases, productivity elements, yield, protein, sugars, starch, correlation coefficients

**For citation:** Bakaeva, N. P. (2025). The duration of the growing season and its impact on the productivity and quality of barley grain in the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 11-16 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-3-11-16)

Проблема потепления климата возникает перед аграриями как проблема реализации продуктивности районированных сортов сельскохозяйственных культур [1], их возможная адаптация к возникшим изменениям. Сложившиеся погодные условия влияют на продолжительность вегетационного периода, срок прохождения фенологических фаз развития растений, и как следствие – на семенную продуктивность и биохимические показатели качества зерна [2]. Отсюда, важно исследовать длительность вегетационного периода и выявить его зависимость от метеоусловий, определить срок прохождения фенологических фаз, при которых растения проходят развитие от всходов до созревания зерна. А также, их влияние на элементы продуктивности, такие как высота растений, масса побега в фазу полного формирования зерна и 1000 зерен, урожайность, биохимические показатели качества – содержание белка, сахаров и крахмала в зерне ярового ячменя сорта Беркут.

**Цель исследований:** изучить продолжительность вегетационного периода и его влияние на срок прохождения фаз вегетации, продуктивность и биохимические показатели качества зерна ячменя, сформированные в условиях среднего Поволжья.

**Материал и методы исследований.** Исследования были проведены в 2021-2024 гг. в центральной зоне Самарской области, в полевом стационарном опыте научно-исследовательской лаборатории «Агроэкология» Самарского ГАУ [3]. Метеорологические условия в годы исследований можно охарактеризовать как контрастные, но в целом повторяющие среднесезонные климатические закономерности [4]. Поэтому полученные в исследованиях данные позволили достаточно достоверно и объективно оценить результаты. Рельеф поля выровненный. Почва опытного поля – чернозем типичный среднесуглистый среднесуглистый тяжелосуглистый [5]. Для посева использовали элитные семена ярового ячменя сорта Беркут. Яровой ячмень размещался в зернопаровом севообороте после яровой пшеницы [6]. Обработка почвы опытного участка соответствовала общепринятой для условий лесостепи региона при возделывании ярового ячменя [7]. Посев проводили рядовым способом на глубину 6-8 см с нормой 4,5 млн всхожих семян/га [8]. Почва в опыте характеризовалась, как слабокислая рН<sub>KCl</sub> – 5,7 ед., с массовой долей органического вещества 4,1%. Содержание гумуса в пахотном слое почвы в среднем – 6,5% [9]. Обеспеченность этого слоя подвижным фосфором и обменным калием повышенная [10]. Повторность опыта трёхкратная, учётная площадь делянки – 50 м<sup>2</sup> [11]. Уход за посевами и дальнейшими ростовыми процессами заключался в двукратном рыхлении и прополке, что обеспечивало достаточную чистоту посевов и нормальные условия для роста и развития растений ячменя [12].

Ячмень яровой сорт «Беркут». Сорт относится к среднеспелым. Включен в Государственный реестр по Средневолжскому региону. Разновидность субмедикум (Двурядный ячмень, пленчатый). Представляет собой полупрямостоячий куст, масса 1000 семян: 42-49 г. Средняя урожайность: в регионе 27,7 ц/га. Максимальная урожайность: 57,8 ц/га получена в 2005 г. в Республике Татарстан. Вегетационный период: 72-84 дня. Сорт зернофуражного направления использования. Содержание белка 10,9-12,7%, натурная масса (670-690 г/л). В сорте ярко выражены адаптивные свойства, позволяющие в максимальной степени реализовать потенциал продуктивности на бедных агрофонах, в поздние сроки сева, при засухе. Рекомендуемая норма высева 4,5-5,0 млн всхожих семян на 1 га. [13].

В процессе роста и развития растений осуществляли фенологические наблюдения, сроки их наступления по общепринятой методике [14]. Высоту растений определяли от начала надземной части побега до верхушки самого высокого побега, включая длину остей, в фазу молочной спелости зерна [15]. Массу побега в фазу полного формирования зерна и массу 1000 зерен определяли в строгом соответствии с методиками, регламентированными соответствующими государственными стандартами [16]. Для определения содержания белка и крахмала в исследуемых растительных образцах был применен метод Къельдаля в модификации Ер-макова, который является признанным стандартом в данной области и обеспечивает высокую точность и воспроизводимость результатов. (1987) [17]. Содержание крахмала в зерне пшеницы определяли в модификации Н. И. Ястрембовича и Ф. Л. Калининой (1962) [18]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову (1985) [19], корреляционного и регрессионного анализов с использованием программы Statistica-1 [20].

**Результаты исследований.** Результаты определения гидротермического коэффициента (ГТК) по фазам развития и весь период вегетации, продолжительность межфазных сроков произрастания растений ярового ячменя представлены в таблице 1.

Данные таблицы 1 демонстрируют значения гидротермического коэффициента по фазам развития растений от посева до полной спелости и весь период вегетации по годам за 2021-2024 гг. в сравнении со среднесезонными значениями; 2021 год можно охарактеризовать как острозасушливый ГТК = 0,47. От засухи растения

страдали в фазах всходы-кущение, выход в трубку-колошение, и особенно – в период созревания, ГТК в эту фазу был равен 0,1. Вегетация 2024 года протекала в засушливых условиях по сравнению со среднемноголетним годом, ГТК был равен 0,6. Особенно не хватало влаги в фазы кущение-выход в трубку и колошение-полная спелость, ГТК = 0,28 и 0,26, соответственно. Два года – 2022 и 2023 год из изученных, в целом повторяют среднемноголетние климатические закономерности.

Таблица 1

ГТК и продолжительность вегетационного периода по фазам развития растений ярового ячменя

| Фаза развития                                    | ГТК, мм/ °С |         |         |         |                     | Продолжительность межфазных периодов, сут. |            |             |            |
|--------------------------------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------------------|--------------------------------------------|------------|-------------|------------|
|                                                  | 2021 г.     | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | среднего-<br>летний | 2021 г.                                    | 2022 г.    | 2023 г.     | 2024 г.    |
| Посев - всходы                                   | 1,1         | 1,24    | 0,74    | 0,93    | 1,9                 | 9                                          | 9          | 8           | 9          |
| Всходы - кущение                                 | 0,33        | 1,4     | 0,44    | 0,49    | 0,78                | 9                                          | 11         | 10          | 10         |
| Кущение - выход в трубку                         | 1,05        | 2,5     | 0,75    | 0,28    | 0,70                | 11                                         | 12         | 12          | 10         |
| Выход в трубку - колошение                       | 0,25        | 0,94    | 0,71    | 0,58    | 0,76                | 11                                         | 12         | 12          | 12         |
| Колошение - полная спелость                      | 0,1         | 0,4     | 0,35    | 0,26    | 0,78                | 34                                         | 36         | 36          | 35         |
| Период вегетации                                 | 0,47        | 0,87    | 0,83    | 0,6     | 0,8                 | 74                                         | 80         | 78          | 76         |
| Отклонение (±) от среднего-<br>годового значения | -0,33       | +0,07   | +0,03   | -0,2    | –                   | Cv, %= 6,8                                 | Cv, %= 8,3 | Cv, %= 10,2 | Cv, %= 9,6 |

Продолжительность межфазных периодов различалась по годам исследования [21]. В 2021 году продолжительность фаз и в целом период вегетации 74 дня были самые короткие, т. к. рост, развитие и формирование урожая протекало в самый засушливый год из четырехлетних наблюдений. Также в засушливом 2024 году, но в меньшей степени чем в 2021 году, фазы развития удлинялись и в целом, период вегетации составил 76 дней. Однако 2022 и 2023 годы характеризовались лучшими температурными условиями и достаточным количеством осадков по всем фазам развития и периода вегетации, ГТК приближался к среднемноголетним значениям.

Так, анализ представленных показателей ГТК по годам, по фазам развития и за период вегетации растений ячменя, показывает, что общая продолжительность вегетационного периода увеличивалась при понижении температуры воздуха и выпадении обильных осадков, и, наоборот, сокращалась в засушливые годы, точнее, в 2021 и 2024 продолжительность вегетационного периода составила 74 и 76 суток, в 2022 и 2023 годы – 80 и 78 суток.

Показатели продуктивности, такие как высота растений, масса побега в фазу полного формирования зерна и 1000 зерен, урожайность зерна ячменя и содержание в нем белка, сахаров и крахмала представлены в таблице 2.

Таблица 2

Высота растений, масса побега и 1000 зерен, урожайность, содержание белка и крахмала в зерне ячменя, за период исследования

| Год исследования | Высота растений, см. | Масса побега в фазу полного формирования зерна, г | Урожайность, ц/га | Масса 1000 зерен, г | Белок, %    | Σ сахаров, % | Крахмал, %  |
|------------------|----------------------|---------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|--------------|-------------|
| 2021             | 59,4                 | 1,3                                               | 16,5              | 40,5                | 12,5        | 2,58         | 44,4        |
| 2022             | 68,0                 | 3,8                                               | 26,7              | 47,2                | 11,1        | 2,83         | 46,8        |
| 2023             | 67,2                 | 3,2                                               | 24,6              | 43,6                | 10,7        | 2,76         | 46,3        |
| 2024             | 60,7                 | 2,2                                               | 21,3              | 41,4                | 12,1        | 2,62         | 45,0        |
| Среднее          | 63,8                 | 2,6                                               | 22,3              | 43,2                | 11,6        | 2,70         | 45,6        |
| ×                | Cv, % = 7,3          | Cv, % = 12,0                                      | HCP05 = 5,46      | Cv, % = 5,5         | Cv, % = 3,3 | Cv, % = 9,3  | Cv, % = 4,1 |

Высота растений по годам исследования изменялась в пределах от 59 до 68 см, в среднем – 63,8 см. Этот показатель относится к числу слабо изменчивых признаков. Изменения составили 1,14 раза или 12,6%. Коэффициент вариации за годы изучения находился в пределах от 5,2% до 9,3%.

В 2022 и 2023 годах, характеризующихся лучшими температурными условиями и достаточным количеством осадков были получены наибольшие массы побегов в фазу полного формирования зерна 3,2-3,8 г, в засушливые годы – 1,3-2,2 г, уменьшение массы в среднем произошло в 2,9 раза или 34%.

Величина урожайности зерна, полученная в неблагоприятном для развития ярового ячменя 2021 году, оказалась самой низкой – 16,5 ц/га. Разница между минимальной и максимальной урожайностью, полученной в 2022 году, составила 10,2 ц/га или 1,62 раза (38,2%).

Самая низкая масса 1000 зерен была получена в засушливом 2021 году – 40,5 г, максимальная – в благоприятном 2022 году – 47,2 г, разность составила – 1,2 раза или 14,2%.

Накопление белка в зерне зависит от многих факторов, тем более от ГТК, так наименьшие показатели 10,7 и 11,1% были получены в 2022 и 2023 годах, наиболее благоприятных, а в засушливых высокие – 12,1 и 12,5%, изменение составило в 1,2 раза или 14,4%.

Важность сахаров для растений заключается во влиянии их содержания на развитие растений и особенно на рост растений. Самое низкое содержание суммы сахаров было получено в засушливом 2021 году – 2,58%, самое высокое – в близком к среднемуголетнему, в 2022 году – 2,83%, разность составила 1,1 раза или 8,83%. Данная зависимость распределения показателей соответствует данным, полученным для высоты растений.

Крахмал является составной частью зерна злаковых культур, в том числе ячменя, на его содержание и свойства существенно влияют условия, в которых он формируется. Содержание крахмала за период изучения, изменялось незначительно, от 44,4 до 46,4%, т. е. в 1,1 раза или 4,3%, наиболее высокие показатели получены в годы, соответствующие среднемуголетним значениям.

Так, в 2022 и 2023 годах, характеризующимися лучшими температурными условиями и достаточным количеством осадков были получены наибольшие массы побегов и 1000 зерен, урожайность зерна, превышения по сравнению с 2021 и 2024 гг. составили в 2,9; 1,2 и 1,6 раза или 34,0; 14,4 и 38,2%, соответственно. Полученные значения высоты растений, суммы сахаров и содержание крахмала за годы исследований показали, что данные показатели менялись незначительно по 1,1, раза или 12,6; 8,8 и 4,3%, соответственно. Наименьшими по накоплению белка в зерне оказались величины 10,7 и 11,1%, которые были получены в 2022 и 2023 годах, наиболее благоприятных, а в засушливых – высокие 12,1 и 12,5%, изменение составило в 1,2 раза или 14,4%.

Корреляционным анализом полученных данных установлена достоверная на 1% уровне значимости связь урожайности зерна, массы 1000 зерен, белка, сахаров и крахмала от продолжительности фаз развития растений и периода вегетации (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции (r) урожайности, массы 1000 зерен, белка, крахмала от продолжительности фаз развития растений и периода вегетации, в среднем за период изучения

| Фаза развития               | Урожайность, ц/га | Масса 1000 зерен, г | Белок, % | Σ сахаров, % | Крахмал, % |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|----------|--------------|------------|
| Посев - всходы              | 0,28              | 0,22                | -0,11    | -0,14        | -0,25      |
| Всходы - кущение            | 0,38              | 0,21                | -0,27    | -0,21        | -0,12      |
| Кущение - выход в трубку    | 0,58              | 0,30                | 0,22     | 0,28         | 0,35       |
| Выход в трубку - колошение  | 0,76              | 0,46                | 0,37     | 0,41         | 0,47       |
| Колошение - полная спелость | 0,89              | 0,58                | 0,54     | 0,52         | 0,67       |
| Период вегетации            | 0,88              | 0,63                | 0,55     | 0,57         | 0,76       |

Величины коэффициентов корреляции признаков фаз развития растений, периода вегетации, урожайности и массы 1000 зерен показали, что связи положительные, но различаются теснотой, наименьшие в начале вегетации ( $r = 0,28$  и  $r = 0,22$ , соответственно), затем усиливаются в полной спелости до существенной или высокой ( $r = 0,88$  и  $r = 0,63$ , соответственно).

Установлена обратная и слабая зависимость между начальными фазами развития посев-кущение и содержанием белка, сахаров и крахмала,  $r = -0,11 \dots -0,27$ , при последующих фазах развития выход в трубку-полная спелость прослеживается линейная положительная зависимость, которая имеет тенденцию возрастать от слабой к умеренной и до высокой 0,22...0,47...0,76.

Так, в результате проведенных исследований определены важные корреляционные связи между продолжительностью фаз развития растений, периодом вегетации и основными признаками урожайностью, массой 1000 зерен, белком, крахмалом. Если для показателей урожайности, массы 1000 зерен и фазами развития растений связи положительные, но различаются теснотой, наименьшие или слабые в начале вегетации, затем усиливаются в полной спелости до существенной или высокой. Для содержания белка, сахаров и крахмала коэффициенты определены как обратные в начальных фазах развития растений, затем при выходе в трубку-полная спелость прослеживается линейная положительная зависимость, которая имеет тенденцию возрастать от слабой к умеренной и до высокой.

**Заключение.** Получены значения гидротермического коэффициента (ГТК) по фазам развития и за весь период вегетации, продолжительность межфазных сроков роста и развития растений ярового ячменя. Анализ показателей, представленных ГТК по годам, по фазам развития и за период вегетации растений ячменя, показывает, что общая продолжительность вегетационного периода увеличивалась при понижении температуры воздуха и выпадении обильных осадков, и, наоборот, сокращалась в засушливые годы.



Для показателей продуктивности, таких как масса побега и 1000 зерен, урожайность в 2022 и 2023 годах, характеризующихся лучшими температурными условиями и достаточным количеством осадков были получены наибольшие значения по сравнению с неблагоприятными 2021 и 2024 гг., превышения составили 2,9; 1,2 и 1,6 раза или 34,0; 14,4 и 38,2%, соответственно. Полученные значения высоты растений, суммы сахаров и содержания крахмала за годы исследований показали, что данные признаки относятся к числу слабо изменчивых, и что они менялись незначительно по 1,1, раза или 12,6; 8,8 и 4,3%, соответственно. Наименьшими по накоплению белка в зерне, оказались величины 10,7 и 11,1%, которые были получены в 2022 и 2023 годах, наиболее благоприятных, а в засушливых – высокие 12,1 и 12,5%, изменение составило в 1,2 раза или 14,4%.

Корреляционным анализом полученных данных установлена достоверная на 1% уровне значимости связь урожайности зерна, массы 1000 зерен, содержания белка, суммы сахаров и крахмала от продолжительности фаз развития растений и периода вегетации. В результате проведенных исследований определены важные корреляционные связи между продолжительностью фаз развития растений, периодом вегетации и основными признаками: урожайностью, массой 1000 зерен, содержанием белка, сахаров и крахмала. В случае с урожайностью, массой 1000 зёрен и фазами развития растений, наблюдается положительная корреляция, но её интенсивность меняется в течение вегетационного периода. В начале сезона она слабая или незначительная, но к моменту полной спелости усиливается до заметной или значительной. Для содержания белка, суммы сахаров и крахмала коэффициенты определены как обратные в начальных фазах развития растений, затем при выходе в трубку-полная спелость прослеживается линейная положительная зависимость, которая имеет тенденцию возрастать от слабой к умеренной и до высокой.

### Список источников

1. Алещенко П. И., Петров Н. Ю., Пинашкин Ю. Н. Влияние условий вегетации на семенную продуктивность ярового ячменя // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2010. № 3. С. 57-64. EDN: [MUISTR](#)
2. Кошеляев В. В., Карпова Г. А., Кошеляева И. П. Научное обоснование формирования продуктивности ярового ячменя под влиянием приемов технологии возделывания в лесостепи Среднего Поволжья. 2013. ISBN: 978-5-94338-604-6 EDN: [UMYRUL](#)
3. 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](#) EDN: [QMCXFH](#)
4. Бакаева Н. П. Урожайность и углеводо-амилазный комплекс зерна ярового ячменя при возделывании в Среднем Поволжье // Сетевой научный журнал РГАУ. 2023. № 1. С. 40-49. DOI: [10.36508/journal.2023.94.36.005](#) EDN: [HXHKUK](#)
5. Егорцева А. В. Содержание минеральных форм азота в почве перед уборкой ярового ячменя в условиях среднего Поволжья // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А. Я. Миловича, 2024. С. 429-434. EDN: [ZZQAIW](#)
6. Ерзамаев Н. М. Рентабельность производства ярового ячменя в условиях среднего Поволжья // Современные проблемы агропромышленного комплекса : сборник научных трудов. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. С. 49-52. EDN: [SHUUBA](#)
7. Зацепина В. А. Действие удобрений на кормовую ценность зерна ярового ячменя // Вклад молодых ученых в аграрную науку : сборник научных трудов. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2020. С. 16-19. EDN: [PAZXLQ](#)
8. Бакаева Н. П. Урожайность ярового ячменя и оценка показателей продукционного процесса в севообороте // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2024. № 7(73). С. 5-9. DOI: [10.19110/1994-5655-2024-7-5-9](#) EDN: [QDDQME](#)
9. Бакаева Н. П., Васильев А. С., Захарова О. А. Эффективность гербицидной обработки от сорной растительности в интенсивной технологии возделывания ярового ячменя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1. С. 18-26. DOI: [10.55170/1997-3225-2024-9-1-18-26](#) EDN: [OOWRKQ](#)
10. Ерзамаев Н. М. Оптимизационные подходы при смешанных посевах в условиях Среднего Поволжья // Научный журнал молодых ученых. 2024. № 2(37). С. 24-28. EDN: [FSWVIX](#)
11. Салтыкова О. Л. Активизация ранних ростовых процессов ярового ячменя при использовании регуляторов роста // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2025. С. 74-80. EDN: [GBQROQ](#)
12. Раков С. Р. Принципы органического земледелия // Константиновские чтения : сборник научных трудов. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 45-49. EDN: [RKDVKN](#)
13. Кошеляев В. В., Кошеляева И. П., Кудин С. М. Продолжительность периода «кущение-колошение» ячменя в зависимости от применения гербицидов // Научное обеспечение развития АПК России. 2014. С. 44-46. EDN: [SWUDPV](#)
14. Белоусова Н. В. Продуктивность зернопарового севооборота в зависимости от системы обработки почвы и удобрений // Вклад молодых ученых в аграрную науку. 2021. С. 19-21. EDN: [SMRWYH](#)
15. Приказчиков Н. М. Влияние способа высева семян на их прорастание и массу 1000 зерен // Материалы 65-й студенческой научно-практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО Самарский ГАУ. 2020. С. 152-156. EDN: [NEPDPR](#)
16. Салтыкова О. Л. Урожайность, накопление белка и крахмала в зерне ярового ячменя от основной обработки почвы // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2024. № 7(73). С. 116-121. DOI: [10.19110/1994-5655-2024-7-116-121](#) EDN: [IVJXZF](#)

## References

1. Aleshchenko, P. I., Petrov, N. Yu., & Pinashkin, Yu. N. (2010). Influence of vegetation conditions on the seed productivity of spring barley. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, (3), 57-64 (in Russian). EDN: [MUISTR](#)
2. Koshelyaev, V. V., Karpova, G. A., & Koshelyaeva, I. P. (2013). Scientific substantiation of the formation of spring barley productivity under the influence of cultivation techniques in the forest-steppe of the Middle Volga region (in Russian). ISBN: [978-5-94338-604-6](#) EDN: [UMYRUL](#)
3. Bakaeva, N. P., Vasilyev, A. S., & Kutilkin, V. G. (2023). Influence of Soil Tillage and Fertilization Systems on the Yield Structure and Grain Quality of Spring Barley. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, (2), 3-9 (in Russian). DOI: [10.55170/19973225\\_2023\\_8\\_2\\_3](#) EDN: [QMCXFH](#)
4. Bakaeva, N. P. (2023). Yield and carbohydrate-amylase complex of spring barley grain when cultivated in the Middle Volga region. *RGAU Network Scientific Journal*, (1), 40-49 (in Russian). DOI: [10.36508/journal.2023.94.36.005](#) EDN: [HXHKUK](#)
5. Yegortseva, A.V. (2024). The content of mineral nitrogen forms in the soil before harvesting spring barley in the conditions of the Middle Volga region. *Proceedings of the International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists dedicated to the 150th anniversary of the birth of A. J. Milovich*, 429-434 (in Russian). EDN: [ZZQAIW](#)
6. Erzamaev, N. M. (2024). Profitability of spring barley production in the Middle Volga region. *Modern problems of the agro-industrial complex : collection of scientific papers*. Kinel : PLC Samara State Agrarian University. 49-52 (in Russian). EDN: [SHUUBA](#)
7. Zatsypina, V. A. (2020). The effect of fertilizers on the feed value of spring barley grain. *The contribution of young scientists to agricultural science : collection of scientific papers*. Kinel : IPLC Samara State Agrarian University. 16-19 (in Russian). EDN: [PAZXLQ](#)
8. Bakayeva, N. P. (2024). Yield of spring barley and assessment of indicators of the production process in crop rotation. *Izvestia of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 7(73). 5-9 (in Russian). DOI: [10.19110/1994-5655-2024-7-5-9](#) EDN: [QDDQME](#)
9. Bakaeva, N. P., Vasilyev, A. S., & Zakharova, O. A. (2024). The effectiveness of herbicide treatment against weeds in the intensive technology of spring barley cultivation. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 18-26 (in Russian). DOI: [10.55170/1997-3225-2024-9-1-18-26](#) EDN: [OOWRKQ](#)
10. Erzamaev, N. M. (2024). Optimization approaches for mixed crops in the middle Volga Region. *Scientific Journal of Young Scientists*, 2 (37), 24-28 (in Russian). EDN: [FSWVIX](#)
11. Saltykova, O. L. (2025). Activation of early growth processes in spring barley using growth regulators. *Innovative achievements of science and technology of the agroindustrial complex : collection of scientific papers*. Kinel. PLC Samara Agrarian University, 74-80 (in Russian). EDN: [GBQROQ](#)
12. Rakov, S. R. (2023). Principles of organic farming. *Konstantinovskiy readings : collection of scientific*. Kinel : PLC Samara State Agrarian University. 45-49 (in Russian). EDN: [RKDVKH](#)
13. Koshelyaev, V. V., Koshelyaeva, I. P., & Kudin, S. M. (2014). The duration of the tillering-earing period of barley depends on the use of herbicides. In *Scientific support for the development of the Russian agro-industrial complex* (pp. 44-46) (in Russian). EDN: [SWUDPV](#)
14. Belousova, N. V. (2021). Productivity of a grain-fallow crop rotation depending on the soil treatment system and fertilizers. *Contribution of young scientists to agricultural science*, (pp. 19-21) (in Russian). EDN: [SMRWYH](#)
15. Prikazchikov, N. M. (2020). The effect of seed sowing method on seed germination and the mass of 1000 grains. In *Proceedings of the 65th Student Scientific and Practical Conference of the Engineering Department of the Samara State Agricultural University* (pp. 152-156) (in Russian). EDN: [NEPDPR](#)
16. Saltykova, O. L. (2024). Productivity, accumulation of protein and starch in spring barley grain from basic tillage. *Izvestia of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*, 7(73), 116-121 (in Russian). DOI: [10.19110/1994-5655-2024-7-116-121](#) EDN: [IVJXZF](#)

## Информация об авторе:

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

## Information about the author:

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

**Конкурирующие интересы:** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Competing interests:** The author declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 5.06.2025; одобрена после рецензирования 24.06.2025; принята к публикации 9.07.2025.  
The article was submitted 5.06.2025; approved after reviewing 24.06.2025; accepted for publication 9.07.2025.