

Лариса Петровна Байкалова^{1✉}, Александр Александрович Карвель²

^{1,2}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹kos.69@mail.ru

²saschaworkout@gmail.com

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Цель исследования – установить оптимальную схему применения биопрепаратов при выращивании ярового ячменя. Задачи: изучить влияние предпосевной обработки семян, стимулятора роста, биологических удобрений, биофунгицидов и совместного применения биопрепаратов с гербицидом на элементы структуры урожая ярового ячменя; определить урожайность ярового ячменя при различных схемах защиты растений. Исследования проводились в 2022–2024 гг. в учебном научном производственном центре «Борский», расположенном в лесостепной зоне Красноярского края. Исследуемый сорт ячменя – Красноярский 91. По данным Государственного реестра селекционных достижений сорт среднепоздний, вегетационный период – 75–93 дня. Влияние на урожайность ярового ячменя фактора «год» было самым значительным и составляло 60,1 %, взаимодействие факторов «технология возделывания × год» – 32,4 %, фактора «технология возделывания» – 6,7 %. Применение комплексной биологической защиты в фазу кущения – выхода в трубку привело к повышению длины, озерненности и массы колоса, числа продуктивных стеблей и массы 1000 зерен ячменя. Урожайность ячменя превышала контроль при применении предпосевной обработки семян биопрепаратами по программе максимум, а также при обработке биопрепаратами в фазу кущения – выхода в трубку во втором, четвертом и пятом вариантах. Урожайность составила при применении предпосевной обработки семян и «Биодукса» по вегетации 5,2 т/га; при добавлении к вышеуказанным обработкам биоудобрений, биофунгицидов – 6,7 т/га; при использовании стимулятора роста, биоудобрений, биофунгицидов и гербицида – 6,1 т/га.

Ключевые слова: яровой ячмень, элементы структуры урожая, урожайность зерна, биопрепараты, «Биодукс», «Органик П», «Органик Н», «Органика С», «Псевдобактерин 3», «Гербитокс»

Для цитирования: Байкалова Л.П., Карвель А.А. Влияние биопрепаратов на элементы структуры урожая и урожайность ярового ячменя // Вестник КрасГАУ. 2025. № 6. С. 45–57. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-6-45-57.

Larisa Petrovna Baikalova^{1✉}, Alexander Alexandrovich Karvel²

^{1,2}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹kos.69@mail.ru

²saschaworkout@gmail.com

INFLUENCE OF BIOLOGICALS ON CROP STRUCTURE ELEMENTS AND SPRING BARLEY YIELD

The aim of the study is to establish the optimal scheme for the use of biological preparations in the cultivation of spring barley. Objectives: to study the effect of pre-sowing seed treatment, growth stimulator, biological fertilizers, biofungicides and the combined use of biological products with a herbicide on the structural elements of spring barley crops; to determine the yield of spring barley under various plant protection schemes. The studies were conducted in 2022–2024 at the Borsk Educational Scientific Production

Center, located in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Region. The studied barley variety is Krasnoyarsky 91. According to the State Register of Breeding Achievements, the variety is mid-late, the vegetation period is 75–93 days. The influence of the “year” factor on the yield of spring barley was the most significant and amounted to 60.1 %, the interaction of the “cultivation technology × year” factors was 32.4 %, and the “cultivation technology” factor was 6.7 %. The use of complex biological protection in the tillering-tube emergence phase led to an increase in the length, grain content and weight of the ear, the number of productive stems and the weight of 1000 barley grains. The yield of barley exceeded the control when using pre-sowing seed treatment with biopreparations according to the maximum program, as well as when treating with biopreparations in the tillering phase - tube emergence in the second, fourth and fifth options. The yield was 5.2 t/ha when using pre-sowing seed treatment and Biodux during vegetation; when adding biofertilizers, biofungicides to the above treatments – 6.7 t/ha; when using a growth stimulator, biofertilizers, biofungicides and a herbicide – 6.1 t/ha.

Keywords: spring barley, elements of crop structure, grain yield, biologicals, Biodux, Organite P, Organite H, Organica C, Pseudobacterin 3, Herbitoks

For citation: Baikalova LP, Karvel AA. Influence of biologicals on crop structure elements and spring barley yield. *Bulletin of KSAU*. 2025;(6):45-57. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-6-45-57.

Введение. Яровой ячмень входит в число важнейших культур мирового зернового хозяйства. Считается, что в предстоящий период ежегодный спрос на зерно будет увеличиваться в среднем на 2 % в год. Если в 1901 г. посевные площади ячменя в мире составляли 30 млн га, то в 2020 г. – лишь 52 млн га [1–3].

Красноярский край расположен в зоне рискованного земледелия, однако его природный потенциал позволяет производить высококачественное как продовольственное, так и фуражное зерно ячменя. Зерновые культуры занимают доминирующее положение в структуре посевных площадей Сибирского федерального округа, покрывая 8,6 млн га, что составляет 62 % от общей посевной площади региона. Значительная часть этих земель, около 2 млн га (24 %), отведена под яровой ячмень. Однако, несмотря на важность ячменя, его производство в Сибирском регионе существенно ниже необходимых объемов. Ситуация с яровым ячменем в масштабах всей России также вызывает беспокойство. Наблюдается устойчивая тенденция к сокращению площадей под этой культурой. Так, в 2022 г. уборочная площадь ярового ячменя составила 7,9 млн га, продолжая снижаться в 2023 и 2024 гг. до 7,8 млн и 7,0 млн га, соответственно. Негативная динамика размера посевных площадей и снижение урожайности в неблагоприятные годы приводят к сокращению общего объема производимого зерна. Исследованиями ученых доказано, что урожайность ячменя в экстремальных условиях может уменьшиться в 4 раза [4]. Необходимо отметить, что ухудшение показателей может быть связано с рядом фак-

торов, включая изменение климата, недостаток влаги, недостаточное внесение удобрений и использование несовершенных агротехнических приемов. Решение этой проблемы требует комплексного подхода, включающего выведение новых, более устойчивых к неблагоприятным условиям сортов ячменя, совершенствование технологий возделывания, а также усиление внимания к вопросам финансирования и поддержки сельскохозяйственного производства в Сибири и в стране в целом. В противном случае дефицит зерна ячменя будет только расти, что негативно скажется на экономике и продовольственной безопасности России [5–8].

Формирование урожайности ярового ячменя определяется основными слагающими элементами структуры урожая. По данным Л.Г. Стрельцовой, В.Б. Хронюк [9], урожайность ячменя сортов Павел, Кондрат, Федор и Рубеж обусловлена озерненностью, длиной колоса и массой 1000 зерен. По нашим данным, урожайность сортов ячменя обусловлена тремя компонентами: количеством продуктивных стеблей на единице площади, количеством зерен в колосе и массой 1000 зерен [10]. М.Б. Хоконова и др. [11], М.А. Соловьев, В.Б. Хронюк [12] отмечают связь урожайности ярового ячменя с продуктивной кустистостью и числом зерен в колосе. Опыты, проведенные на ячмене в Алтайском крае, показали, что применение жидкого биоудобрения гуминатрин приводило к увеличению длины, озерненности растений и массы 1000 зерен [13].

В российском сельском хозяйстве наблюдается стремительный рост популярности биологических препаратов, и это вполне объясни-

мо. Их применение оказывает исключительно благоприятное воздействие на все значимые характеристики сельскохозяйственных культур. Речь идет не просто о повышении урожайности, хотя и это, безусловно, является ключевым преимуществом [14–18].

Биопрепараты способствуют ускорению созревания урожая, что особенно актуально в условиях нестабильного климата. Кроме того, их использование заметно улучшает питательную ценность получаемой продукции, делая ее более богатой витаминами, минералами и другими полезными веществами [19]. Важно отметить и значительное повышение всхожести семян, обработанных биопрепаратами. Семена становятся более жизнеспособными, что гарантирует более дружные и сильные всходы, способные противостоять неблагоприятным условиям окружающей среды. Увеличение устойчивости растений к различным заболеваниям – еще один весомый аргумент в пользу биопрепаратов. Они укрепляют иммунную систему растений, делая их более устойчивыми к воздействию патогенов и вредителей. Это снижает потребность в химических средствах защиты, что, в свою очередь, способствует созданию более экологически чистой сельскохозяйственной продукции [20]. Исследования, проведенные С.С. Яромаскиным и др. [21], наглядно демонстрируют эффективность применения биопрепаратов. В частности эксперименты с яровым ячменем показали значительное улучшение ключевых показателей урожайности. Уровень минерального питания, оптимизированный с помощью биопрепаратов, привел к увеличению продуктивной кустистости на 19–34 %. Это означает, что растения формировали большее количество продуктивных стеблей, способных к плодоношению. Озерненность колоса (количество зерновок в колосе) также увеличилась на 7–16 %. Наконец, масса зерна с одного колоса возросла на 16–28 %, что напрямую отразилось на общем объеме собранного урожая. В итоге урожайность ярового ячменя повысилась на впечатляющие 17–26 %.

В настоящее время биологические регуляторы роста рассматриваются не просто как дополнительное средство, а как неотъемлемая часть современной системы защиты растений. Их применение становится все более распространенным и даже обязательным в некоторых случаях. Такой подход диктуется стремлением к созданию экологически безопасной и экономи-

чески выгодной системы земледелия. Использование биопрепаратов позволяет реализовать весь потенциал растений, достигая максимальной урожайности при минимальном негативном воздействии на окружающую среду и здоровье человека. Более того, экономическая эффективность биопрепаратов очевидна, так как они позволяют значительно снизить затраты на химические средства защиты и повысить доходность сельскохозяйственного производства. Поэтому, внедрение биопрепаратов в российское сельское хозяйство – это не просто перспективное направление, а настоящая необходимость, обеспечивающая устойчивое развитие отрасли.

Цель исследования – установить оптимальную схему применения биопрепаратов при выращивании ярового ячменя.

Задачи: изучить влияние предпосевной обработки семян, стимулятора роста, биологических удобрений, биофунгицидов и совместного применения биопрепаратов с гербицидом на элементы структуры урожая ярового ячменя; определить урожайность ярового ячменя при различных схемах защиты растений.

Материалы и методы. В 2022–2024 гг. на выщелоченном черноземе УНПЦ «Борский» Красноярского ГАУ был испытан яровой ячмень сорта Красноярский 91. Данный сорт среднепоздний, вегетационный период 75–93 дня. Оригинатор: ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва, филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Республике Бурятия [22].

Опыт включал пять вариантов. Первый вариант (1) без обработок (контроль); второй вариант (2) – предпосевная обработка семян и обработка стимулятором роста Биодукс по вегетации; третий вариант (3) – предпосевная обработка семян, обработка стимулятором роста «Биодукс» и микробиологическими удобрениями «Органик П», «Органик Н» по вегетации; четвертый вариант (4) – предпосевная обработка семян, обработка стимулятором роста «Биодукс», микробиологическими удобрениями «Органик П», «Органик Н» и биофунгицидами «Органика С», «Псевдобактерин 3» по вегетации; пятый вариант (5) – предпосевная обработка семян, обработка стимулятором роста Биодукс,

микробиологическими удобрениями «Органи́т П», «Органи́т Н», биофунгицидами «Оргамика С», «Псевдобактерин 3», гербицидом «Герби́токс» в баковой смеси по вегетации. Обработки по вегетации проводились в фазу кушения – выхода в трубку опрыскивателем ОНПР 800 с шириной захвата 18 м производства ООО «Заря» (г. Миасс) в агрегате с трактором МТЗ-80. Опрыскивание осуществляли одной штангой. Площадь каждого варианта опыта 537,6 м², повторности – 134,4 м², повторность четырехкратная, способ посева – рядовой, сеялка ССНП-1,6. Даты посева: 17 мая 2022 г., 11 мая 2023 г. и 13 мая 2024 г. Уборку урожая проводили в фазу полной спелости прямым комбайнированием комбайном Terrion 2010.

«Биодукс» – стимулятор роста растений, основой которого являются биологически активные полиненасыщенные жирные кислоты, выделенные из низшего почвенного гриба *Mortierella alpina*. Механизм действия «Биодукса» заключается в комплексной модификации физиологических процессов в растении. Помимо стимулирования роста, препарат повышает устойчивость культуры к различным стрессовым факторам, таким как засуха, низкие температуры. Более того, «Биодукс» способствует формированию более развитой корневой системы, улучшая доступ к воде и питательным веществам в почве.

«Органи́т П» и «Органи́т Н» относятся к группе мобилизаторов питания, повышающих доступность элементов питания для растений. «Органи́т П», содержащий специфические микроорганизмы, улучшает усвоение фосфора и калия. «Органи́т Н», в свою очередь, воздействует на азотный обмен, повышая доступность азота и переводя его в формы, пригодные для усвоения растениями.

«Оргамика С» и «Псевдобактерин 3» – биофунгициды, используемые для защиты растений от различных патогенов. «Оргамика С», содержащий споры антагонистических микроорганизмов, эффективен против широкого спектра грибковых и бактериальных заболеваний растений.

«Псевдобактерин 3», также содержащий антагонистические микроорганизмы, специфически направлен на подавление роста фитопатогенных грибов и бактерий.

Герби́токс – селективный гербицид, применяемый для борьбы с однолетними двудольными сорняками на посевах зерновых, зернобобовых и кормовых культур. Он избирательно воздействует на сорняки, не причиняя существенного вреда культурным растениям.

Технология возделывания в опыте – зональная, общепринятая. Предшественником служил черный пар. Закладка опытов, учеты и наблюдения проводились согласно методике государственного сортоиспытания [23, 24]. Структурный анализ снопового материала проводили в фазу полной спелости. Отбирали по 25 растений в четырехкратной повторности, подряд в рядке. Масса 1000 зерен определялась по Межгосударственному стандарту ГОСТ ISO 520-2014 «Зерновые и бобовые: определение массы 1000 зерен». Урожайность учитывалась прямым комбайнированием на площади 10 м² в четырехкратной повторности. Статистическая обработка результатов проведена по методике Б.А. Доспехова [25].

Погодные условия лет исследований были контрастными, с неравномерным распределением осадков по месяцам вегетационных периодов. Гидротермический коэффициент 2022 г. составлял 1,14; 2023 г. – 1,00, что характеризует их как недостаточно увлажненные, ГТК 2024 г. – 1,21, что свидетельствует об умеренном увлажнении периода вегетации.

2022 г. отличался более теплым маем (средняя температура превышала норму на 1 °С), типичной для нормы средней температурой июня и более холодным воздухом с июля по конец сентября. Средняя температура периода вегетации 2022 г. была близка к норме.

Вегетационный период 2023 г. был жарким и недостаточно увлажненным, за исключением переувлажнения в сентябре. Погодные условия вегетационного периода в 2024 г. характеризовались лучшей теплообеспеченностью. Среднесуточная температура превышала норму в мае на 1 °С, в июне – была в пределах нормы, в июле – выше на 2,8 °С, в августе – на 1,9 °С. В сентябре среднесуточная температура составляла 8,0 °С при средней многолетней величине 9,1 °С, то есть была близка к ней (рис. 1).

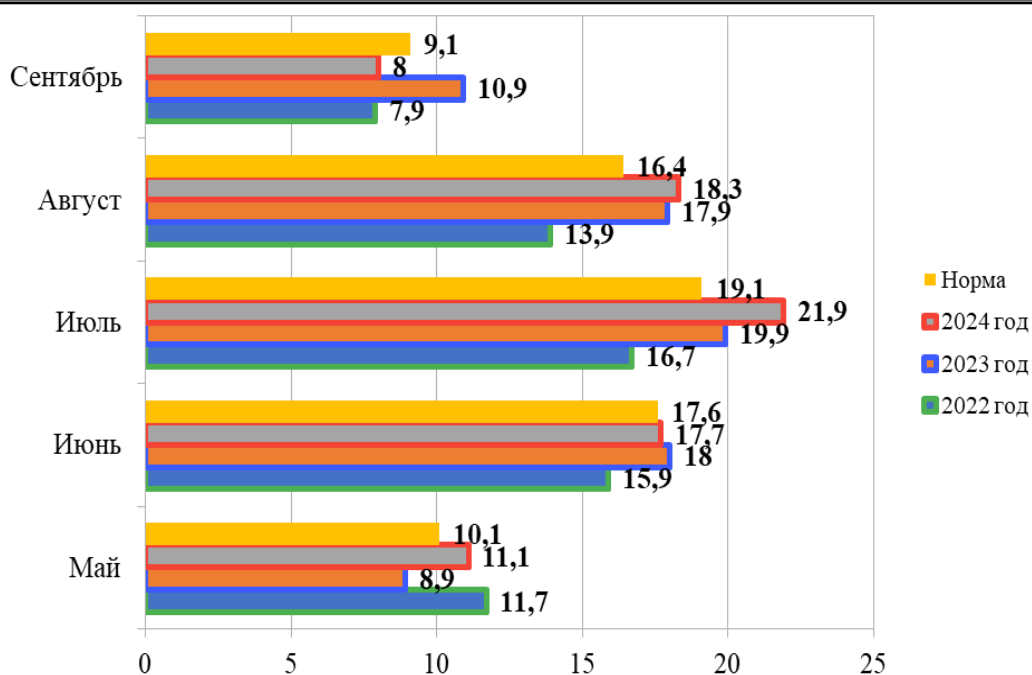


Рис. 1. Средняя температура воздуха по месяцам периодов вегетации в годы исследования по сравнению с нормой, °С
Average air temperature by month of the growing season in the years of the study compared with the norm, °С

В 2022 г. наблюдался дефицит осадков в мае и июле. В июне их количество было близким к норме, в августе и сентябре – превышало ее. В 2023 г. дефицит осадков отмечен в июне и июле. В мае их количество было близким к норме, в августе было ниже многолетнего значения

на 23,5 мм, в сентябре – превышало его. Сумма выпавших осадков в период вегетации 2024 г. превосходила норму в июне, августе и сентябре, однако они распределялись неравномерно – периоды засухи сменялись ливневыми дождями (рис. 2).

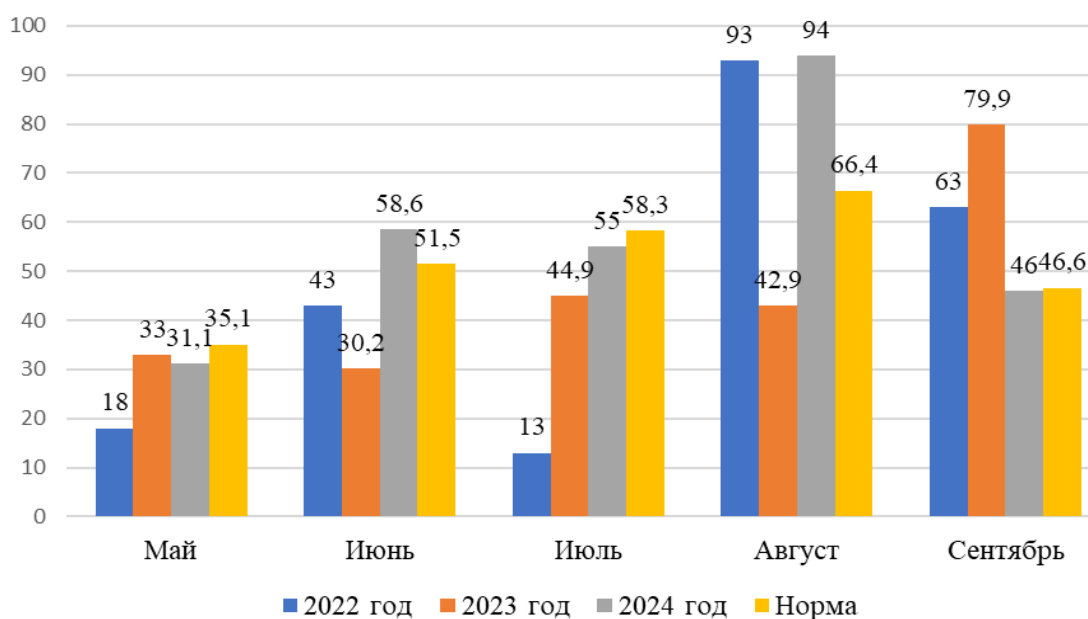


Рис. 2. Сумма месячных осадков за период с мая по сентябрь (2022–2024 гг.), мм
The amount of monthly precipitation for the period from May to September (2022–2024), mm

В целом погодные условия лет исследований соответствовали требованиям биологии ярового ячменя.

Результаты и их обсуждение. Длина растения ячменя зависела от погодных условий лет исследований и применения биопрепаратов. В 2022 г. достоверных различий длины растения между контролем и вариантами опыта не выявлено. В 2023 г. выше контроля на 5,2 см

были растения во 2-м варианте при использовании предпосевной обработки семян по программе «максимум» и применении стимулятора роста «Биодукс» по вегетации. В 2024 г. прослеживалась тенденция увеличения длины растения во всех вариантах применения биопрепаратов. Во 2-м варианте растения превосходили контроль на 24,4 см; в 3-м варианте – на 34,8; в 4-м – на 30,9; в 5-м – на 28,3 см (рис. 3).

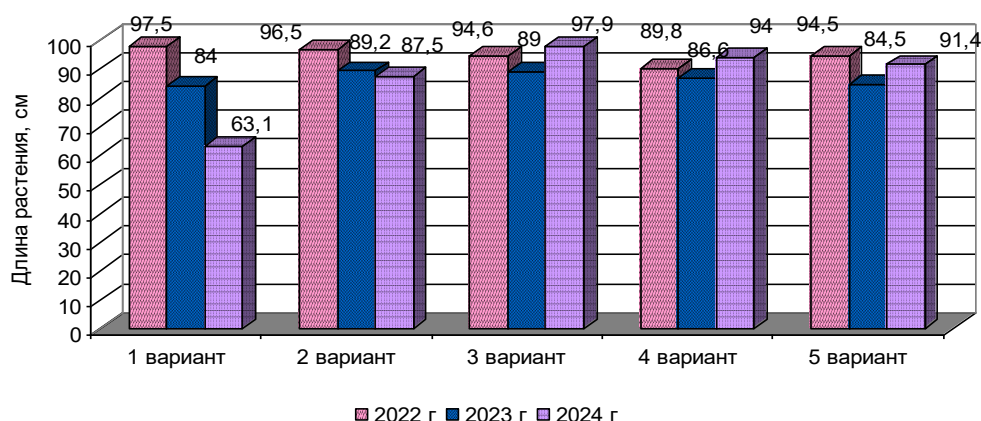


Рис. 3. Динамика длины растения ячменя, см

Примечание: HCP_{05} 2022 г 15,3 см; HCP_{05} 2023 г 5,1 см; HCP_{05} 2024 г 7,5 см

Dynamics of the length of the barley plant, cm

Note: HCP_{05} 2022 g 15.3 cm; HCP_{05} 2023 g 5.1 cm; HCP_{05} 2024 g 7.5 cm

В среднем за 2022–2024 гг. анализ длины растения ярового ячменя показал достоверные прибавки по вариантам опыта в сравнении с контрольным вариантом без обработки. Наблюдалось увеличение длины растения на 8,7–12,3 см в сравнении с контрольным вариантом (рис. 4).

Большой вклад в увеличение длины растения оказывало взаимодействие факторов «технология возделывания × год» – 69,6 %, влияние фактора «технология возделывания» – 21 % (рис. 5).

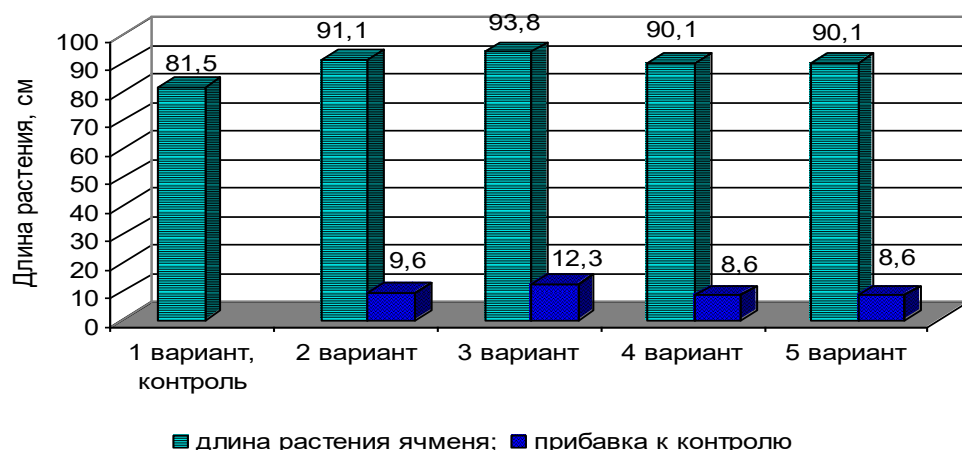


Рис. 4. Влияние элементов технологии возделывания на длину растения ярового ячменя (2022–2024 гг.) (HCP_{05} A вариант 5,6 см; HCP_{05} B год 4,3 см; HCP_{05} A × B 9,7 см), см

The influence of elements of cultivation technology on the length of a spring barley plant (2022–2024) (HCP_{05} A variant 5.6 cm; HCP_{05} B год 4.3 cm; HCP_{05} A × B 9.7 cm), cm

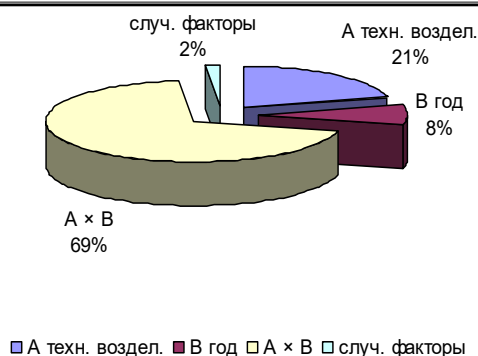


Рис. 5. Вклад факторов в изменение длины растения ярового ячменя, %
The contribution of factors to the change in the length of the spring barley plant, %

Увеличение длины колоса ячменя в опытных вариантах выявлено в 2023 и 2024 гг. Также в эти годы сформировалась большая озерненность главного колоса ячменя во всех исследуемых вариантах в сравнении с контрольным вариантом. Увеличение массы 1000 зерен ячменя в 2022 г. было в 4-м и 5-м вариантах. В 2023 г. более крупнозерным был 3-й и особенно 2-й вариант. Они превосходили контроль на 1,26 и 5,28 г. В 2024 г. во всех исследуемых

вариантах была более высокая масса 1000 зерен в сравнении с контролем.

Отмечено большее число растений ячменя на единице площади к уборке, за исключением 2-го варианта, в 2022 и 2023 гг. Применение биопрепаратов в 2022 г. приводило к увеличению продуктивного стеблестоя во 2-м, 4-м и 5-м вариантах опыта. В 2023 г. – в 3-м, 4-м и 5-м вариантах. В 2024 г. все исследуемые варианты показали большее число продуктивных стеблей в сравнении с контролем (табл. 1).

Таблица 1

Элементы структуры урожая ярового ячменя при применении биопрепаратов
Elements of the structure of the spring barley crop in the application of biological products

Вариант	Длина колоса, см	Озерненность главного колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Число растений, шт/м ²	Число прод. стеблей, шт/м ²
2022 г.					
1	9,9	62,8	32,54	257,0	758,9
2	12,8	52,0	32,40	282,5	828,6
3	7,4	41,8	30,44	241,8	682,8
4	12,7	65,5	37,22	343,8	1122,3
5	10,0	52,0	41,21	384,0	1143,7
НСР ₀₅	3,5	15,9	0,35	11,9	16,0
2023 г.					
1	8,0	35,7	32,46	235,0	821,4
2	9,4	42,2	37,74	277,0	759,1
3	9,2	48,5	33,72	244,5	1135,1
4	9,6	56,9	31,40	425,5	1145,8
5	9,7	55,6	32,70	284,5	1085,1
НСР ₀₅	0,5	3,7	0,43	10,1	11,9
2024 г.					
1	6,7	29,6	28,77	195,3	273,5
2	7,6	34,7	29,24	269,0	403,5
3	8,3	44,3	34,86	261,5	497,0
4	7,8	43,3	31,18	283,8	539,3
5	7,5	39,7	32,36	355,0	745,5
НСР ₀₅	0,6	4,8	0,41	10,3	17,3

В среднем за годы исследований достоверное увеличение длины колоса отмечалось во 2-м и 4-м вариантах при применении стимулятора роста «Биодукс» и биопрепаратов при предпосевной обработке семян и по вегетации, и в среднем составила во втором варианте – 1,7 см, в четвертом варианте – 1,8 см.

Применение стимулятора роста и биопрепаратов благоприятно отразилось на озерненности главного колоса – в 4-м и 5-м вариантах от-

мечалось достоверное увеличение числа зерен в колосе в среднем на 6,4–12,5 зерен. Достоверное увеличение массы 1000 зерен в среднем за годы исследований наблюдается во всех вариантах опыта. Увеличивалось число растений в сравнении с контролем: во 2-м варианте – на 47,1 шт/м², в 3-м – на 20,2, 4-м – на 121,9, 5-м варианте – на 112,1 шт/м² (табл. 2). Достоверные прибавки урожайности на яровом ячмене были во всех вариантах опыта (табл. 3, рис. 6).

Таблица 2

Влияние биопрепаратов на элементы структуры урожая ярового ячменя (2022–2024 гг.)
The effect of biological products on the elements of the structure of the spring barley crop (2022–2024)

Вариант	Длина колоса, см	Озерненность главного колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Число растений, шт/м ²	Число прод. стеблей, шт/м ²
1	8,2	42,7	31,3	229,1	617,9
2	9,9	43,0	33,1	276,2	663,7
3	8,3	44,9	33,0	249,3	771,6
4	10,0	55,2	33,3	351,0	935,8
5	9,1	49,1	35,4	341,2	991,4
НСР ₀₅ А вар.	1,20	5,30	0,21	5,88	15,35
НСР ₀₅ Б год	0,93	4,10	0,16	4,56	11,89
НСР ₀₅ А х Б	2,08	9,18	0,37	10,20	26,58

Таблица 3

Влияние биопрепаратов на урожайность ярового ячменя (2022–2024 гг.), т/га
The effect of biological products on the yield of spring barley (2022–2024), t/ha

Вариант	Год				% к контролю
	2022	2023	2024	средняя	
1	6,08	5,15	1,66	4,30	
2	6,35	6,09	3,45	5,30	123,3
3	5,30	5,37	3,35	4,67	108,8
4	6,50	10,65	3,02	6,73	156,6
5	7,67	6,33	4,39	6,13	142,6
НСР ₀₅ А вар.	0,69	0,85	0,39	0,36	–
НСР ₀₅ Б год	–	–	–	0,28	–
НСР ₀₅ А х Б	–	–	–	0,62	–

В среднем наибольшая урожайность получена в 4-м варианте (предпосевная обработка семян + «Биодукс» + биоудобрения + биофунгициды) – 6,73 т/га, что составило к контролю 156,6 %, и в 5-м варианте (предпосевная обработка семян + «Биодукс» + биоудобрения + био-

фунгициды + гербицид «Гербитокс») – 6,13 т/га, – 142,6 % к контролю. Превышение на 1,00 т/га и 0,37 т/га выявлено во 2-м и 3-м вариантах – 123,3 и 108,8 % к контролю соответственно. Но они уступили в урожайности вышеуказанным вариантам (см. табл. 3, рис. 6).

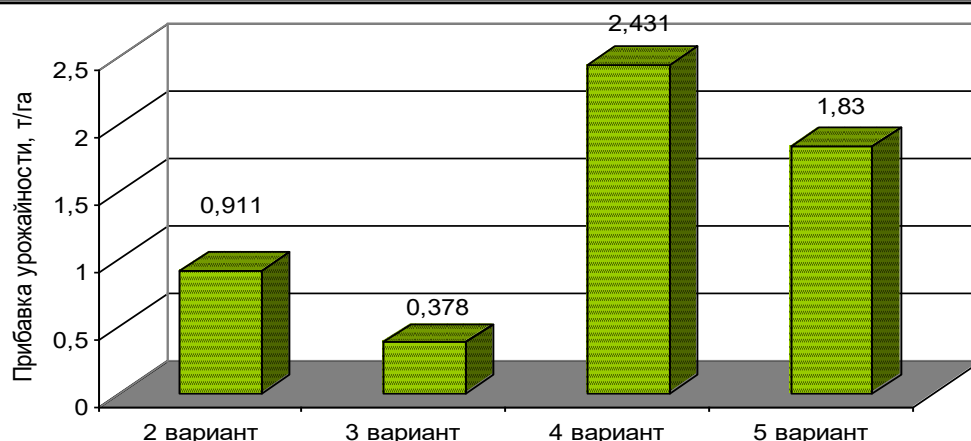


Рис. 6. Вклад вариантов технологии возделывания ярового ячменя в рост урожайности зерна ($HCP_{05} 0,361 \text{ т/га}$), т/га
Contribution of elements of spring barley cultivation technology to grain yield growth ($HCR_{05} 0.361 \text{ t/ha}$), t/ha

Двухфакторный дисперсионный анализ позволил установить, что влияние на урожайность ярового ячменя фактора «год» было самым значительным и составляло 60,1 %; взаимодей-

ствия факторов «технология возделывания × год» – 32,4 %, фактора «технология возделывания» – 6,7 % (табл. 4, рис. 7).

Таблица 4

Результаты дисперсионного анализа урожайности ярового ячменя в двухфакторно опыте
Results of the variance analysis of the yield of spring barley in a two-factor experiment

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F(φ)	F ₀₅	Доля фактора, %
Общая	268,473	59	4,550	–	–	100
Фактор А (технология возделывания)	48,837	4	12,209	63,262	2,56	6,7
Фактор В (год)	150,912	2	75,456	390,98	3,18	60,1
Взаимодействие А × В	60,039	8	7,505	38,886	2,13	32,4
Случайные факторы	8,685	45	0,193	–	–	0,8

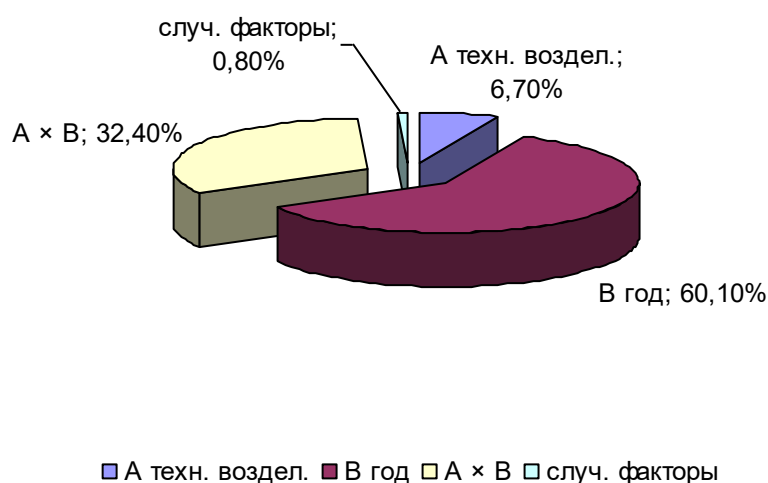


Рис. 7. Вклад факторов в рост урожайности ярового ячменя, %
The contribution of factors to the increase in the yield of spring barley, %

Заключение. Оптимальными схемами защиты и питания при выращивании ярового ячменя является предпосевная обработка семян комплексом биопрепаратов и обработка растений в фазу кущения – начала выхода в трубку стимулятором роста, биоудобрениями и биофунгицидами, а также обработка названными биопрепаратами в сочетании с гербицидом «Гербитокс».

Применение комплексной защиты и питания ячменя биопрепаратами привело к повышению длины растения, озерненности, массы колоса, числа продуктивных стеблей и массы 1000 зерен. Применение комплексной защиты и питания ячменя биопрепаратами и уничтожения сорняков химическим препаратом гербицидом способствовало повышению озерненности главного колоса, массы 1000 зерен, массы колоса, числа растений и числа продуктивных стеблей. Применение биопрепаратов во всех вариантах опыта способствовало увеличению крупности зерна, числа растений на единице площади и числа продуктивных стеблей.

Наибольший положительный эффект получен в 4-м варианте (предпосевная обработка

семян + «Биодукс» + биоудобрения + биофунгициды) – урожайность 6,73 т/га (156,6 % к контролю без обработки) и в 5 варианте (предпосевная обработка семян + «Биодукс» + биоудобрения + биофунгициды + гербицид «Гербитокс») – 6,13 т/га (142,6 %).

Вклад фактора «год» в рост урожайности ярового ячменя составил 60,1 %, взаимодействия факторов «технология возделывания × год» – 32,4 %, фактора «технология возделывания» – 6,7 %.

По результатам проведенных исследований рекомендуется возделывать ячмень яровой сорта Красноярский 91 с обработкой семян биопрепаратами «Биодукс» 1 мл/т, «Органин П» 1 л/т, «Органин Н» 1 л/т, «Органика С» 1 л/т и обработкой посевов в фазу кущения – выхода в трубку баковой смесью стимулятора роста «Биодукс» 2 мл/га, микробиологических удобрений «Органин П» 1 л/га, «Органин Н» 1 л/га, биофунгицидами (1 л/га) «Органика С», «Псевдобактерин 3», гербицидом «Гербитокс» 1 л/га в условиях Красноярского края. Оптимальная норма расхода рабочего раствора – от 150 л/га.

Список источников

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: Агрорус, 2004. 825 с.
2. Репко Н.В., Сухина К.В., Сердюков Д.Н., и др. Динамика мирового производства ячменя // Научный журнал КубГАУ. 2022. № 179 (05). С. 1–10.
3. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций 2025. Доступно по: <https://fao.org/home/ru>. Ссылка активна на 12.04.2025.
4. Дериглазова Г.М. Оценка стабильности урожайности ярового ячменя в условиях ЦЧЗ // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № (3). С. 87–92. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-86-3-87-92.
5. Уборка урожая в РФ на 9 декабря 2022 года. Доступно по: <https://zerno.ru/node/19602>. Ссылка активна на 22.05.2024.
6. Уборочная кампания в России – 2024: подводим промежуточные итоги. Доступно по: <https://grainrus.com/novosti-kompanii/articles/uborochnaya-kampaniya-v-rossii-2024>. Ссылка активна на 12.04.2025 г.
7. Филенко Г.А., Фирсова Т.И., Скворцова Ю.Г., и др. Влияние репродукций на урожайность и посевные качества семян ярового ячменя // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3. С. 53–57.
8. Байкалова Л.П., Карвель А.Б. Технологии производства зеленой массы и зерна ярового ячменя при двуукосном использовании // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2. С. 144–152. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-144-152.
9. Стрельцова Л.Г., Хронюк В.Б. Урожайность и элементы ее структуры образцов озимого ячменя в южной зоне Ростовской области // Современная техника и технологии. 2016. № 8 (60). С. 27–31.
10. Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И. Голозерный ячмень и овес в Сибири. Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2018. 297 с.
11. Хоконова М.Б., Скрипин П.В., Козликин А.В. Урожайность и технологические свойства различных форм ячменя // Биология в сельском хозяйстве. 2023. № 2 (39). С. 32–36.

12. Соловьев М.А., Хронюк В.Б. Урожайность, хозяйственные и посевные качества семян сортов ярового ячменя в зависимости от вариантов обработки стимулирующими препаратами // Вестник аграрной науки Дона. 2012. № 3 (19). С. 67–73.
13. Шевчук Н.И., Старикова М.В. Формирование элементов структуры урожая ярового ячменя в зависимости от применения удобрений нового поколения. В сб.: Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Молодежная наука развитию агропромышленного комплекса». Курск, 2020. С. 302–306.
14. Накаряков А.М., Завалин А.А. Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на светло-серой лесной почве // Плодородие. 2021. № 4 (121). С. 26–30. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.08.
15. Нестерова О.П., Прокопьева М.В., Чернов А.В. Влияние биопрепаратов на адаптацию растений // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 3 (26). С. 23–28. DOI: 10.48612/vch/7phe-hp1h-hgfr.
16. Худяков П.Ю., Антипов А.Е., Гордеева Ю.В. Влияние биопрепаратов на урожайность зерна сортов озимой мягкой пшеницы в Азово-черноморском инженерном институте // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 102-6. С. 22–25. DOI: 10.18411/trnio-10-2023-307.
17. Дрепа Е.Б., Пшеничный Р.Н., Мухина О.В., и др. Влияние биопрепаратов и микроудобрений как элемента технологии на продуктивность озимой пшеницы // Аграрный Вестник Северного Кавказа. 2024. № 1 (53). С. 37–42. DOI: 10.31279/2949-4796-2024-16-53-37-42.
18. Листков В.Ю., Каниболоцкая Ю.М., Горелов А.М. Эффективность использования минеральных и бактериальных удобрений при выращивании яровой пшеницы в условиях Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3 (204). С. 20–28. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-20-28.
19. Бобрешова И.Ю., Колесникова М.В., Каширских Ю.В., и др. Изучение влияния на зерновые и зернобобовые культуры регулятора роста растений нового поколения на основе экстракта плодов Маклюры // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 3 (82). С. 42–51.
20. Тимохин А.Ю., Бойко В.С. Эффективность применения некорневой подкормки растений ярового ячменя в южной лесостепи Западной Сибири. В сб.: Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 100-летию основания отдела земледелия СибНИИСХ «Аграрная наука в реализации доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». Омск, 2024. С. 35–40.
21. Яромаскин С.С., Кошелева А.В., Каргин В.И. Влияние уровней минерального питания и некорневой подкормки на изменение показателей структуры урожая и урожайности ячменя // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (27). С. 57–62. DOI: 10.48612/vchu14m-3t34-1a7x
22. Характеристики сортов растений, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Красноярскому краю на 2023 год. Красноярск, 2023. 787 с.
23. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. М., 2019. 329 с.
24. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. Выпуск первый. М.: Колос, 1985. С. 50–58.
25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2011. 351 с.

References

1. Zhuchenko A.A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii (teoriya i praktika). Moscow: Agrorus, 2004. (In Russ.). EDN: OUFHLU.
2. Repko NV, Sukhinina KV, Serdyukov DN, et al. Dynamics of world barley production // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2022;179(05):1-10. (In Russ.). DOI: 10.21515/1990-4665-179-013. EDN: DPRDWX.
3. Prodovol'stvennaya i sel'skohozyajstvennaya organizaciya Ob"edinennyh nacij 2025. Available at: <https://fao.org/home/ru>. Accessed: 12 Apr 2025. (In Russ.).

4. Deriglazova G.M. Estimation of the stability of spring barley productivity under the conditions of the Central Blackearth Region. *Grain Economy of Russia*. 2023;(3):87-92. (In Russ.). DOI: 10.31367/2079-8725-2023-86-3-87-92. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-86-3-87-92. EDN: CWDQEU.
5. Uborka urozhaya v RF na 9 dekabrya 2022. Available at: <https://zerno.ru/node/19602> Accessed: 22 May 2024. (In Russ.).
6. Uborochnaya kompaniya v Rossii – 2024: podvodim promezhutochny'e itogi. 2024. Available at: <https://grainrus.com/novosti-kompanii/articles/uborochnaya-kampaniya-v-rossii-2024>. Accessed: 12 Apr 2025. (In Russ.).
7. Filenko GA, Skvortsova YuG, Firsova TI, et al. The effect of reproduction on productivity and sowing traits of spring barley. *Grain Economy of Russia*. 2018;(3):53-57. (In Russ.). DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-53-57. EDN: XSEXRZ.
8. Baykalova LP, Carvel AB. Technologies to produce green mass and spring barley grain with two-axis use. *Bulletin of KSAU*. 2023;2:144-152. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-144-152. EDN: DIMRUI.
9. Streltsova LG, Khronyuk VB. Productivity and elements of its structure of winter barley samples in the southern zone of the Rostov Region. *Sovremennaya tekhnika i tekhnologii*. 2016;8(60):27-31. (In Russ.). EDN: WMRJZT.
10. Bajkalova LP, Serebrennikov Yul. *Golozernyj yachmen' i oves v Sibiri*. Krasnoyarsk: Izd-vo KrasGAU, 2018. 297 p. (In Russ.).
11. Khokonova MB, Skripin PV, Kozlikin AV. Yield and technological properties of various forms of barley. *Biologiya v sel'skom hozyajstve*. 2023;2(39):32-36. (In Russ.). EDN: MJUAFU.
12. Soloviev MA, Khronyuk VB. Urozhajnost', hozyajstvennye i posevnye kachestva semyan sortov yarovogo yachmenya v zavisimosti ot variantov obrabotki stimuliruyushchimi preparatami. *Don agrarian science bulletin*. 2012;3(19):67-73. (In Russ.).
13. Shevchuk NI, Starikova MV. Formation of the elements of the structure of barley yield depending on application of fertilizer of a new generation. In: *Vserossiyskaya (nacional'naya) nauchno-prakticheskaya konferenciya «Molodezhnaya nauka razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa»*. Kursk; 2020. P. 302–306.
14. Nakaryakov AM, Zavalin AA. Influence of biopreparates and fertilizers on the yield and quality of winter wheat grain on light gray forest soil. *Plodorodie*. 2021;4(121):26-30. (In Russ.). DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.08. EDN: JRURZC.
15. Nesterova OP, Prokopenko MV, Chernov AV. The effect of biological products on plant adaptation. *Vestnik Chuvash SAU*. 2023;3(26):23-28. (In Russ.). DOI: 10.48612/vch/7phe-hp1h-hgfr. EDN: JFXOOP.
16. Hudyakov PYu., Antipov AE., Gordeeva YuV. Vliyanie biopreparatov na urozhajnost' zerna sortov ozimoy myagkoj pshenicy v Azovo-chernomorskom inzhenernom institute. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2023;102-6:22-25. (In Russ.). DOI: 10.18411/trnio-10-2023-307. EDN: ZKZIDU.
17. Drepa EB, Pshenichnyj RN, Muhina OV, et al. Vliyanie biopreparatov i mikroudobrenij kak elementa tekhnologii na produktivnost' ozimoy pshenicy // *Agrarnyj Vestnik Severnogo Kavkaza*. 2024;1(53):37-42. (In Russ.). DOI: 10.31279/2949-4796-2024-16-53-37-42.
18. Listkov VY, Kanibolotskaya YM, Gorelov AM. Mineral and bacterial fertilizers use effectiveness when growing spring wheat in Western Siberia. *Bulletin of KSAU*. 2024;3:20–28. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-20-28. EDN: QQFOVD.
19. Bobreshova IYu, Kolesnikova MV, Kashirskikh YuV, et al. Study on the effect of a new generation plant growth regulator based on Osage orange fruit extract on cereal and leguminous crops. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(3):42-51. (In Russ.). DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_3_42. EDN: UDQBWL.
20. Timokhin AYU, Boiko VS. The effectiveness of non-root fertilization of spring barley plants in the southern forest-steppe of western. *Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashhennaya 100-letiyu osnovaniya otdela zemledeliya SibNIISH «Agrarnaya nauka v realizacii doktriny` prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii»*. Omsk; 2024. P. 35–40. EDN: JWNGTO.

21. Yakomaskin SS, Kosheleva AV, Kargin VI. The influence of mineral nutrition and foliar feeding levels on the change in the indicators of the structure of the crop and yield of barley. *Vestnik Chuvash SAU*. 2023;4(27):57–62. (In Russ.). DOI: 10.48612/vchu14m-3t34-1a7x. EDN: LJETCD.
22. *Harakteristiki sortov rastenij, vklyuchenny'h v Gosudarstvenny'j reestr selekcionny'h dostizhenij, dopushhenny'h k ispol'zovaniyu po Krasnoyarskomu krayu na 2023 god*. Krasnoyarsk, 2023. (In Russ.).
23. *Metodika gosudarstvennogo sortoispy'taniya sel'skohozyajstvenny'h kul'tur*. Vol. 1. Obshhaya chast'. Moscow; 2019. (In Russ.).
24. Fedin MA. *Metodika gosudarstvennogo sortoispy'taniya sel'skohozyajstvenny'h kul'tur*. Obshhaya chast'. Vol. 1. Moscow: Kolos; 1985. (In Russ.).
25. Dospehov BA. *Metodika polevogo opy'ta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. Izd. 6-e, pererab. i dop. Moscow: Agropromizdat; 2011. (In Russ.).

Статья принята к публикации 15.04.2025 / The article accepted for publication 15.04.2025.

Информация об авторах:

Лариса Петровна Байкалова¹, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Александр Александрович Карвель², аспирант кафедры растениеводства, селекции и семеноводства

Information about the authors:

Larisa Petrovna Baikalo¹, Professor at the Department of Plant Growing, Selection and Seed Production, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Alexander Alexandrovich Karvel², Postgraduate student at the Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production

