



Научная статья

УДК 63316:632.952/937.14

doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_628

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНГИЦИДОВ В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

В.В. Букреев, А.К. Лысов, Д.О. Морозов, Н.И. НаумоваВсероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Снижение пестицидной нагрузки на агроценозы является важной задачей по экологизации сельскохозяйственного производства, повышения качества и безопасности продуктов питания. В представленной статье рассмотрены результаты исследований по использованию биопрепаратов против болезней ярового ячменя в интегрированной и биологизированной системах защиты в сравнении с химической системой защиты. Показано, что при осеннем внесении биопрепарата Стернифог, СП биологическая эффективность всех трех схем защиты от болезней была выше, чем без его внесения. Кроме того, биопрепарат повышает супрессивность почвы за счет снижения фитопатогенной инфекции в ней и обогащает почву питательными веществами при разложении растительных остатков предшествующей культуры. Самый высокий показатель сохраненного урожая ярового ячменя в опытных вариантах был получен с использованием интегрированной системы защиты на фоне осеннего внесения Стернифог, СП — на 8,4 ц/га (15,8%). Результаты многолетнего опыта доказывают биологическую и экономическую эффективность применения биологических фунгицидов в интегрированных системах защиты растений.

Ключевые слова: биопрепараты, интегрированная защита, фунгициды, болезни, яровой ячмень

Original article

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL FUNGICIDES IN VARIOUS SYSTEMS OF PROTECTION OF SPRING BARLEY

V.V. Bukreev, A.K. Lysov, D.O. Morozov, N.I. Naumova

All-Russian Institute of Plant Protection, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. Reducing the pesticide load on agroecosystems is an important task for greening agricultural production, improving the quality and safety of food products. This article discusses the results of research on the use of biological products against spring barley diseases in integrated and biologized protection systems in comparison with a chemical protection system. It was shown that with the autumn introduction of the biological product Sternifog, SP, the biological effectiveness of all three schemes of protection against diseases was higher than without its application. In addition, the biological product increases the suppressivity of the soil by reducing the phytopathogenic infection in it and enriches the soil with nutrients during the decomposition of plant residues of the previous crop. The highest rate of preserved spring barley yield in experimental versions was obtained using an integrated protection system against the background of the autumn application of Sternifog, SP — at 8.4 c/ha (15.8%) The results of many years of experience prove the biological and economic efficiency of the use of biological fungicides in integrated plant protection systems.

Keywords: biologics, integrated protection, fungicides, diseases, spring barley

Введение. Ячмень — культура номер два среди зерновых в России по объему урожая. Его посевные площади в настоящее время составляют 8,1 млн га. В 2022 г., по данным Росстата, в чистом весе его собрали 23,39 млн т — на 30% больше, чем по итогам 2021 г. [1]. Зерно ячменя широко используют для продовольственных, технических и кормовых целей, в том числе в пивоваренной промышленности, при производстве перловой и ячневой круп. Ячмень относится к ценнейшим концентрированным кормам для животных, так как содержит полноценный белок, богат крахмалом [2].

Получение высоких урожаев ячменя невозможно без решения задач по его защите от комплекса вредных организмов, которые приводят не только к потере урожая, но и к снижению качества получаемого сырья. При возделывании ячменя важно также поддержание плодородия почвы, так как в процессе роста в растения быстро поступают питательные вещества, особенно в начальный период роста и развития. Через три недели после появления всходов растения содержат почти половину поглощаемого фосфора и 2/3 калия, хотя органической массы к этому времени накапливается меньше 1/5.

Семенной материал ячменя может быть заражен видами головни, из которых наиболее

значимы пыльная головня и каменная головня ячменя. В связи с этим необходимо обязательно осуществлять протравливание семенного материала, что играет важную роль в формировании качественного урожая. Высокой вредоносностью на ячмене в период вегетации отличаются следующие болезни: сетчатая пятнистость ячменя и корневые гнили, а также виды ржавчины (стеблевая, карликовая, желтая), ринхоспориоз, септориоз, фузариоз колоса, бактериальные и вирусные болезни [3].

В связи с глобальным потеплением климата частота эпифитотий сетчатой пятнистости, мучнистой росы и карликовой ржавчины увеличилась в 2,5 раза. Вследствие восприимчивости большинства районированных сортов к головневым болезням растет вредоносность пыльной головни [4].

Начиная с фазы кущения, необходимо проводить оперативный фитосанитарный мониторинг состояния посевов для своевременной защиты флагового листа от сетчатой пятнистости и септориоза, так как их раннее и сильное поражение приводит к наибольшим потерям урожая [5].

Ежегодно от вредителей, болезней и сорняков теряется от 15 до 40% урожая [6].

С учетом вышеизложенного, защита растений является обязательной частью производ-

ства сельскохозяйственной продукции. С помощью проведения научно обоснованных мероприятий по защите растений предотвращаются или уменьшаются потери урожая от вредителей, болезней и сорной растительности, а также улучшается качество сельскохозяйственной продукции. Под защитой растений понимают совокупность научно обоснованных агротехнических мероприятий, на основе которых экономически и экологически оправданными методами предотвращают или уменьшают потери урожая и снижение качества продукции на поле и при хранении, вызванные вредителями, болезнями и сорной растительностью.

Культурным растениям в агроценозе не всегда хватает собственных механизмов защиты, конкурентоспособности и помощи природных энтомофагов для гарантированного нормального развития. Поэтому для получения высоких урожаев и качественной сельскохозяйственной продукции во всем мире широко используется применение пестицидов. Однако при чрезмерном и одностороннем использовании пестицидов, несоблюдении технологических регламентов их применения возникают риски появления резистентных популяций вредных организмов, накопления остаточных количеств препаратов в почве и растениеводческой продукции.



В 70-х годах прошлого столетия были разработаны основы Интегрированной защиты растений (ИПМ) — международной признанной модели деятельности в сельскохозяйственном производстве, основанной на управлении фитосанитарными рисками и формировании баланса между экономической производством и защитой окружающей среды [7].

Интегрированная защита растений предусматривает применение системы мероприятий биологического, биотехнологического, химического, физического, агротехнического и селекционного характера, направленное на достижение такого уровня поражения растений вредными организмами, при котором не возникает существенный экономический ущерб. При этом использование химических средств ограничивается до минимально необходимого уровня. Использование новых биологических препаратов становится необходимым условием современного сельскохозяйственного производства. Поиски новых технологий и современных средств защиты растений требует производство продуктов питания для населения, которые не должны быть опасными для человека [8, 9].

В интегрированной защите растений основной акцент делается на использование биологизированных технологий выращивания здоровых культур, сводящих к минимуму химическое воздействие на агроэкосистемы, за счет активного применения биологических способов защиты растений от комплекса вредных организмов.

За последнее десятилетие рядом исследователей во всем мире запатентованы различные консорциумы микроорганизмов для борьбы с болезнями растений. Отобранные штаммы были использованы для получения биопрепаратов, предназначенных для предпосевной обработки семян, весенней и осенней подготовки почвы, послевсходовых обработок растений с целью стимуляции их роста, развития, а также для борьбы с различными грибковыми и бактериальными заболеваниями и вредителями [10].

С учетом требований Федерального закона № 159-ФЗ от 11.06.2021 г. «О сельхозпродукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками» увеличение объемов применения биопрепаратов при защите основных сельскохозяйственных культур открытого грунта является весьма актуальной задачей.

В связи с этим на полевом стационаре ООО НИЦ «Агробиотехнология» в Белгородской области на протяжении нескольких лет в форме полевых мелкоделяночных опытов проводятся исследования различных интегрированных и биологизированных систем защиты растений (совмещение химических и биологических пестицидов) вплоть до полного замещения химических пестицидов на биологические.

Цель работы заключалась в определении и оценке биологической эффективности некоторых биологических препаратов при различных системах защиты ярового ячменя (химическая, интегрированная и биологизированная), а также в расчете их экономической эффективности.

Методика исследований. Опыты по оценке различных технологий защиты на посевах ярового ячменя сорта Гонор проводили в течение двух лет (2021 и 2022 гг.) в Белгородской области на опытных делянках полевого стационара ООО НИЦ «Агробиотехнология». Схема опытов представлена в таблице 1.

В двух вариантах, биологизированной и интегрированной системах, для обработок при-

меняли биологические препараты; для протравливания семян: Витаплан, СП (титр 10^{10} КОЕ/г *Bacillus subtilis* штамм ВКМ В-2604Д + 10^{10} КОЕ/г *Bacillus subtilis* штамм ВКМ В-2605Д), Трихоцин, СП (титр 10^{10} КОЕ/г *Trichoderma harzianum*, штамм ГЗО ВИЗР); для опрыскивания посевов от возбудителей болезней по вегетации использовали: Алирин-Б, Ж (титр не менее 10^9 КОЕ/мл *Bacillus subtilis*, штамм В-10 ВИЗР), Трихоцин, СП (титр 10^{10} КОЕ/г *Trichoderma harzianum*, штамм ГЗО ВИЗР), Витаплан, СП (титр 10^{10} КОЕ/г *Bacillus subtilis* штамм ВКМ В-2604Д + 10^{10} КОЕ/г *Bacillus subtilis* штамм ВКМ В-2605Д).

При протравливании семян в интегрированной системе защиты к биопрепаратам добавляли концентрированное микроудобрение Аквамикс, СТ (100 г/т) и биополимер Биополистим (0,3 л/т). Биополистим применяли также с био-препаратами (0,3 л/га) при обработках по вегетирующим растениям (табл. 2).

При проведении опытных обработок применяли в вариантах (системах) химические пестициды; для протравливания семян пшеницы: фунгициды Виал ТрастТ, ВСК (60 г/л тебуконазол + 80 г/л тиabendазол), Табу, ВСК (500 г/л имидаклоприд), инсектицид Тиара, КС (тиаметаксам, 350 г/л); для опрыскивания: гербицид Балерина, СЭ (410 г/л 2,4-Д (2-этилгексилэтер) + 7,4 г/л флорасулам), фунгициды Колосаль ПРО, КМЭ (300 г/л пропиконазол + 200 г/л тебуконазол), Кредо, СК (карбендазим 500 г/л).

В биологизированной системе защиты для борьбы с сорной растительностью использовался гербицид Балерина, СЭ (0,5 л/га), так как для подавления сорной растительности нет эффективных био-препаратов.

При подготовке почвы осенью под дискование на поле, где планировали сев ярового ячменя, для подавления почвенной инфекции и разложения растительных остатков вносили био-препарат Стернифаг, СП.

Препарат получен на основе отселектированного штамма гриба рода *Trichoderma*, который является природным биодеструктором растительных остатков. Он обладает высокой гиперпаразитарной и антагонистической активностью, а также активностью против фитопатогенных почвенных микромицетов, повышает болезнестойчивость растений, оказывает фиторегуляторный эффект, обогащает почву доступными для растений питательными веществами, разлагая сложные органические полимеры. Важным является то, что для возделывания озимых культур в северных районах России необходимо, чтобы штамм данного био-препарата сохранял жизнеспособность и биологическую активность при низких температурах. Препарат Стернифаг, СП (*Trichoderma harzianum*, штамм ВКМ F-4099D (титр 10^{10} КОЕ/г)), имея высокую биологическую эффективность, безопасен для растений, животных и человека [11].

Таблица 1. Схема опытов по защите ярового ячменя
Table 1. Scheme of experiments for the protection of spring barley

Вариант обработки	Номер делянки по повторности			
	1	2	3	4
Сорт ячменя Гонор				
Химическая система защиты + Стернифаг, СП	1.1	1.2	1.3	1.4
Химическая система защиты	2.1	2.2	2.3	2.4
Интегрированная система защиты + Стернифаг, СП	3.1	3.2	3.3	3.4
Интегрированная система защиты	4.1	4.2	4.3	4.4
Биологизированная система защиты + Стернифаг, СП	5.1	5.2	5.3	5.4
Биологизированная система защиты	6.1	6.2	6.3	6.4
Контроль + Стернифаг, СП	7.1	7.2	7.3	7.4
Контроль (без фонового внесения Стернифага, СП)	8.1	8.2	8.3	8.4

Таблица 2. Используемые средства в трех системах защиты ярового ячменя
Table 2. Means used in three spring barley protection systems

Препараты	Варианты (системы защиты ярового ячменя)			
	Биологизированная	Химическая	Интегрированная	Контроль
Осеннее внесение в почву под дискование для подавления фитопатогенов и разложения растительных остатков в почве				
Стернифаг, СП	80,0 г/га	-	80,0 г/га	-
Протравливание семян от болезней и вредителей, норма расхода препарата: кг/т, л/т				
Виал ТрастТ, ВСК	-	0,5 л/т +	0,3 л/т +	Без обработок
Тиара, КС	-	1,0 л/т	0,4 л/т +	
Витаплан, СП	20 г/т	-	20 г/т	
Трихоцин, СП	20 г/т	-	-	
Биополистим	0,3 л/т	-	0,3 л/т	
Аквамикс, СТ	100 г/т	-	100 г/т	
Обработка от сорняков в фазе кущения, норма расхода гербицида: л/га, кг/га				
Балерина, СЭ	0,5 л/га	0,5 л/га	0,5 л/га	0,5 л/га
Обработка от болезней в фазах кущения и колошения, норма расхода фунгицида: л/га, кг/га				
Колосаль ПРО, КМЭ	-	0,5 л/га	-	-
Витаплан, СП	40 г/га	-	40 г/га	Без обработок
Трихоцин, СП	40 г/га	-	40 г/га +	
Биополистим	3 л/га	-	0,3 л/га	
Кредо, СК	-	0,6 л/га	-	



На делянках посадок при проведении опытных обработок соблюдались общеизвестные методики [12]. Оценку биологической эффективности трех систем защиты ярового ячменя проводили в соответствии с требованиями методических рекомендаций [13, 14, 15].

Для выполнения экономических расчетов были собраны необходимые исходные данные, установлена рыночная стоимость дизельного топлива, воды и средств защиты. Определены затраты ООО НИЦ «Агробиотехнология» на проведение работ по защите растений ячменя на опытном поле. Экономические расчеты выполнены с использованием новых утвержденных разработок ВИЗР [16] и работ иностранных авторов [17].

Результаты и обсуждение. Общий вид опытного поля на полевом стационаре ООО НИЦ «Агробиотехнология», где проводились испытания эффективности биопрепаратов, представлен на рисунке.

Проведенные опытные обработки еще раз подтвердили, что осеннее внесение Стернифага, СП под дискование, в системах защиты растений имеет большое значение для снижения фитопатогенной инфекции, накопленной в почве от предшествующей культуры, а также повышения плодородия почвы за счет разложения растительных остатков.

Обследование делянок различных вариантов защиты (с осенним внесением Стернифага, СП) выявило отличия в развитии корневой и вегетативной части растений в сравнении

с вариантами и контролем без внесения этого биопрепарата.

Корневая система растений со всех вариантов хорошо сформирована. В складывающихся погодных условиях (периодические дожди и температура 15-20°C) происходило активное нарастание корней и вегетативной массы растений.

В 2021-2022 гг. у растений ячменя сорта Гонор с контрольных делянок без внесения Стернифага, СП корневая система была меньше, чем в вариантах опыта с внесением Стернифага, СП. Средняя длина корневой системы — 6,4 см, высота вегетативной части — 18,8 см.

Ячмень с варианта интегрированной защиты имеет длину корневой системы 9,1 см, высота растений — 29 см. Прирост корневой системы по сравнению с контрольной составил 42,2%, стеблей — 54,3%.

На биологизированном варианте защиты растения имеют длину корневой системы 8,1 см, высота растений — 28,2 см. Прирост корневой системы по сравнению с контрольной составил 26,6%, стеблей — 50%.

Растения с варианта химической защиты имеют среднюю длину корневой системы 8,3 см, высота растений — 28,7 см. Прирост корневой системы по сравнению с контрольной составил 29,7%, стеблей — 52,7%.

Протравливание посевного материала в интегрированной системе защиты осуществлялось с использованием биопрепаратов Витоплан, СП и Трихоцин, СП, а также химического фунгицида

Вил-ТрасТ при снижении его нормы расхода на 40% и обработкой инсектицидом Тиара, КС при снижении нормы расхода препарата на 50%, что позволило без уменьшения биологической эффективности снизить пестицидную нагрузку на агроценоз полевого севооборота.

Для эффективной защиты ячменя от болезней по вегетации необходимо, начиная с фазы кущения, проводить фитосанитарный мониторинг за состоянием посевов для своевременного проведения защитных мероприятий по защите флагового листа, так как его раннее и сильное поражение приводит к наибольшему потере урожая. В фазе кущения, на основе проведенного фитосанитарного мониторинга, была обнаружена болезнь корневые гнили, развитие которой превышало допустимый уровень ЭПВ на 5%. На основе данных фитосанитарного мониторинга были проведены фунгицидные обработки, согласно трем схемам защиты. Результаты биологической эффективности различных схем защиты против корневой гнили на яровом ячмене представлены в таблице 3.

Оценка биологической эффективности применяемых опытных схем защиты показала, что биологическая эффективность обработок от корневой гнили самая высокая при применении интегрированной защиты, которая составила 81,8% в сравнении с химической — 72,7%, при применении микробиологического препарата Стернифага, СП. При биологизированной системе защиты, с внесением Стернифага, СП, этот показатель составил 61,4%.

Без осеннего внесения Стернифага, СП биологическая эффективность всех трех схем защиты от корневой гнили была ниже. Это говорит о том, что осеннее внесение Стернифага, СП повышает супрессивность почвы за счет снижения фитопатогенной инфекции в ней и обогащает почву питательными веществами при разложении растительных остатков предшествующей культуры.

В фазе колошения на посевах ярового ячменя также была обнаружена болезнь сетчатая пятнистость (*Drechslerateres*) при ЭПВ выше 15%. В биологизированной и интегрированной схемах защиты против сетчатой пятнистости применяли биофунгицид Витаплан, СП с нормой расхода препарата 40 г/га, а в системе химической защиты применялся фунгицид Кредо, СК с нормой расхода препарата 0,6 л/га при расходе рабочей жидкости 200 л/га. Полученные результаты биологической эффективности в различных схемах защиты представлены в таблице 4.

В сравнении с контролем в системе интегрированной защиты при осеннем внесении Стернифага, СП биологическая эффективность



Рисунок. Опытные посевы ярового ячменя, Белгородская область
Figure. Experimental crops of spring barley, Belgorod region

Таблица 3. Биологическая эффективность различных схем защиты против корневой гнили
Table 3. Biological efficacy of various root rot protection systems

Всего учтено (N), 120 растений		Распространенность болезни (P) $P = n/N \cdot 100$ (%)	Сумма произведений числа больных растений на соответствующий им балл поражения $\Sigma (a \cdot b)$	Развитие болезни (R) $R = \Sigma (a \cdot b) / N$ $(R = \Sigma (a \cdot b) \cdot 100 / N \cdot K$ (%)	Биологическая эффективность $E\% = (\text{Контроль-}$ $\text{Опыт} / \text{Контроль}) \times 100$ (%)
На фоне осеннего внесения Стернифага, СП	Химическая защита	3,3	6	0,05 (1,2%)	72,7
	Интегрированная защита	2,5	4	0,03 (0,8%)	81,8
	Биологизированная защита	4,2	8	0,07 (1,7%)	61,4
	Контроль	10,0	17	0,14 (3,5%)	20,4
Без внесения Стернифага, СП	Химическая защита	6,7	11	0,09 (2,3%)	47,7
	Интегрированная защита	5,8	10	0,08 (2,1%)	52,3
	Биологизированная защита	7,5	13	0,11 (2,7%)	38,6
	Контроль	11,7	21	0,17 (4,4%)	-



защиты была выше (66,7%) против сетчатой пятнистости ячменя, чем при химической (61,8%) и биологизированной защите (59,2%).

Аналогичная картина наблюдается и в варианте без внесения Стернифага СП, однако во всех трех вариантах защиты наблюдается, по сравнению с вариантами с осенним внесением Стернифага, СП, снижение биологической эффективности на 15,8% при химической защите, на 16,2% при интегрированной защите и на 16,7% при биологизированной защите.

В опыте также проводился учет урожайности по всем вариантам (по четыре пробы по 0,25 м²), для этого выбирались все растения, обмолачивались и взвешивались (табл. 5).

Полученные данные по учету биологической урожайности показывают эффективность применяемых всех трех систем защиты растений по сохранению урожая ярового ячменя.

Исходя из данных, приведенных в таблице 5 по учету биологической урожайности, видно, что урожайность ячменя существенно отличается в системах защиты растений при применении Стернифага, СП. Во всех вариантах опыта и даже в контроле с применением Стернифага, СП прибавка урожая составляла от 2,2 до 5,8 ц/га.

Относительно контроля наибольшую прибавку к урожаю — на 8,4 ц/га (15,8%) дал вариант с интегрированной системой защиты на фоне осеннего внесения Стернифага, СП. В варианте с интегрированной системой защиты без осеннего внесения биологического фунгицида прибавка урожая семян на 4,8 ц/га (9,4%) больше, чем на контрольной делянке.

Для расчета денежной выручки от реализации дополнительно полученного урожая семян ярового ячменя нами принималась средняя цена по региону за данный период — 16000 руб. за 1 т зерна. Результаты представлены в таблице 6.

Наибольшая выручка также была получена при интегрированной системе защиты культуры с внесением Стернифага, СП — 13440 руб./га. Для проведения необходимых расчетов нужно было учитывать, что яровой ячмень сорта Гонор высевали с нормой 230 кг/га.

В ООО НИЦ «Агробиотехнология» специалистами учтены все затраты (стоимость препаратов, проведение работ по их внесению, дискование), которые были необходимы на проведение опытных обработок по защите ярового ячменя, общая сумма затрат по вариантам приведена в таблице 7.

Доход от систем защиты ярового ячменя определен как разница между выручкой от реализации семян и затратами на проведение всех опытных защитных мероприятий. Доход при проведении интегрированной защиты ячменя также был наибольшим — 9410,42 руб./га. Естественно, поэтому рентабельность защитных мероприятий в интегрированной системе с Стернифагом, СП составила 233%.

Для химической и биологизированной систем с применением Стернифага, СП рентабельность составила от 46 до 71,58% и была выше, чем без этого биопрепарата.

Наиболее наглядно положительное действие Стернифага, СП на растения ячменя проявилось в контроле. За счет незначительных затрат в контроле, которые состояли из стоимости биопрепарата (640 руб./га) и дискования для его заделки в почву (490 руб./га), и прибавки урожайности в 2,2 ц/га, рентабельность получилась высокой и составила 211% (табл. 7).

Таблица 4. Биологическая эффективность трех систем защиты против сетчатой пятнистости
Table 4. Biological efficacy of three net-spot protection systems

Варианты опыта (системы защиты)		Распространение болезни Р (%)	Развитие болезни R (%)	Биологическая эффективность Э = (Контроль-Опыт/Контроль) x 100 (%)
При внесении Стернифага, СП	Химическая защита	16,7	5,8	61,8
	Интегрированная защита	15,8	5,2	66,7
	Биологизированная защита	17,5	6,2	59,2
	Контроль	37,5	13,7	10,0
Без внесения Стернифага, СП	Химическая защита	20,0	7,3	52,0
	Интегрированная защита	18,3	6,7	55,9
	Биологизированная защита	20,8	7,7	49,3
	Контроль	41,7	15,2	-

Таблица 5. Урожайность ярового ячменя в опытных обработках
Table 5. Yield of spring barley in experimental treatments

Вариант обработки	Средняя урожайность, ц/га	Средняя масса 1000 семян, г
Химическая система защиты + внесение Стернифага, СП	59,0	48,0
Химическая система защиты без внесения Стернифага, СП	55,0	46,5
Интегрированная система защиты + внесение Стернифага, СП	61,5	48,5
Интегрированная система защиты без внесения Стернифага, СП	55,7	46,5
Биологизированная система защиты + внесение Стернифага, СП	56,7	47,5
Биологизированная система защиты без внесения Стернифага, СП	53,8	46,0
Контроль + внесение Стернифага, СП	53,1	47,5
Контроль без осеннего внесения Стернифага, СП	50,9	45,5

Таблица 6. Прибавка урожая и выручка от ее реализации
Table 6. Yield increase and proceeds from its sale

Вариант обработки	Средняя урожайность, ц/га	Прибавка урожая относительно контроля, ц/га	Выручка от реализации прибавки урожая, руб./га.
Химическая система защиты + Стернифаг, СП	59,0	5,9	9440
Химическая система защиты без Стернифага, СП	55,0	4,1	6560
Интегрированная система защиты + Стернифаг, СП	61,5	8,4	13440
Интегрированная система защиты без Стернифага, СП	55,7	4,8	7680
Биологизированная система защиты + Стернифаг, СП	56,7	3,6	5040
Биологизированная система защиты без Стернифага, СП	53,8	2,9	4060
Контроль + Стернифаг, СП	53,1	2,2	3520
Контроль без Стернифага, СП	50,9	-	-

Таблица 7. Экономическая эффективность защиты ярового ячменя
Table 7. Economic efficiency of spring barley protection

Вариант обработки	Выручка от реализации прибавки урожая, руб./га	Затраты на проведение защиты растений, руб./га	Доход от защиты растений, руб./га	Рентабельность, %
Химическая система защиты + Стернифаг, СП	9440	5501,8	3938,2	71,58
Химическая система защиты без Стернифага, СП	6560	4861,8	1698,2	34,9
Интегрированная система защиты + Стернифаг, СП	13440	4029,58	9410,42	233
Интегрированная система защиты без Стернифага, СП	7680	3389,58	4290,42	126
Биологизированная система защиты + Стернифаг, СП	5040	3450,89	1589,11	46
Биологизированная система защиты без Стернифага, СП	4060	2810,8	1249,2	44
Контроль + Стернифаг, СП	3520	1130	2390	211
Контроль без Стернифага, СП	-	-	-	-





Таким образом, по результатам двухгодичных проведенных опытов можно рекомендовать применение интегрированной защиты, как системы, зарекомендовавшей себя лучшими показателями по сохранению урожая. Кроме того, финансовые затраты при интегрированной системе из-за невысоких цен на биопрепараты значительно сократились.

Данная системы защиты растений будет способствовать снижению пестицидной нагрузки на агроэкосистемы и улучшению качества производимой продукции. Результаты многолетнего опыта доказывают биологическую и экономическую эффективность применения биологических фунгицидов в интегрированных системах защиты растений.

Результаты опыта показали также обоснованность и эффективность применения биологического препарата Стернифаг, СП во всех системах защиты растений.

Выводы. Самый высокий показатель сохраненного урожая ярового ячменя опытных вариантов был получен на варианте с интегрированной системой защиты на фоне осеннего внесения Стернифага, СП — на 8,4 ц/га (15,8%) относительно контроля с осенним внесением Стернифага, СП. Во всех вариантах с внесением Стернифага, СП сохраненный урожай культуры был выше, чем без внесения этого биопрепарата. Даже в контроле с его внесением получена прибавка семян — 2,2 ц/га, что бесспорно указывает на положительное стимулирующее и защитное действие от болезней Стернифага, СП на культуру ячменя. Применение других биологических препаратов, кроме их защитного действия культуры от болезней, позволяет сократить количество применяемых пестицидов и уменьшить затраты на их приобретение в интегрированной системе защиты на 2112,22 руб./га по сравнению с химической системой (с внесением Стернифага, СП).

Таким образом, по результатам проведенных опытов на полевом стационаре можно рекомендовать применение интегрированной защиты, как зарекомендовавшей себя лучшими показателями урожайности и рентабельности. Данная система защиты растений будет способствовать снижению пестицидной нагрузки на агроэкосистемы и улучшению качества готовой продукции.

Список источников

1. Ячмень в фаворе. Как выращивать и реализовывать ароматную культуру. URL: <https://поле.пф/journal/publication>

Информация об авторах:

Букреев Виктор Владимирович, соискатель, агроном 2-й категории Обособленного подразделения Белгородская научно-исследовательская лаборатория ВИЗР, polebelqorod@bioprotection.ru

Лысов Анатолий Константинович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории интегрированной защиты растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5920-3342>, lysov4949@yandex.ru

Морозов Денис Олегович, соискатель, заведующий Обособленным подразделением Белгородская научно-исследовательская лаборатория ВИЗР, dmorozov@vizr.spb.ru

Наумова Надежда Ивановна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории интегрированной защиты растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2799-168X>, nadya.naumova.58@inbox.ru

Information about the authors:

Viktor V. Bukreev, applicant, agronomist of the 2nd category of a Separate Subdivision of the Belgorod Research Laboratory of VIZR, polebelqorod@bioprotection.ru
Anatoly K. Lysov, candidate of technical sciences, leading researcher of the laboratory of integrated plant protection, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5920-3342>, lysov4949@yandex.ru

Denis O. Morozov, applicant, head of a Separate Subdivision of the Belgorod Research Laboratory of VIZR, dmorozov@vizr.spb.ru

Nadezhda I. Naumova, candidate of biological sciences, researcher of the laboratory of integrated plant protection, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2799-168X>, nadya.naumova.58@inbox.ru

2. Михкельман В.А. Методы оптимизации технологического селекционного процесса ярового ячменя. СПб.: Лань, 2020. 72 с.

3. Пригге Г., Герхард М., Хабермайер И. Грибные болезни зерновых культур. Совместное издание сельскохозяйственного издательства Ландвиртшафтсферлаг Мюнстер-Хилтруп и БАСФ АГ. Лимбургерхоф, 2004. 195 с.

4. Кузнецова Т.Е. Селекция ячменя на устойчивость к болезням в условиях Северного Кавказа: дис. ... д-ра с.-х. наук. Краснодар, 2006. 380 с.

5. Шпаар Д. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование). М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008. 656 с.

6. Шпаар Д., Бурт У., Ветцел Т. и др. Защита растений в устойчивых системах земледелия. Торжок: ООО «Вариант», 2003. Кн. № 2. 44 с.

7. Коледа К.В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации. Гродно: ГТАУ, 2010. 340 с.

8. Gagkaeva, T.Yu., Gavrilova, O., Orina, A., Lebedin, Yu., Shanin, I., Petukhov, P., Eremin, S. (2019). *Toxins*, vol. 11, no. 5, p. 252.

9. Brili, F., Bacctli, Loreto, F. (2019). *Frontiers in plant science*, vol. 10, January, pp. 1-8.

10. Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем должна быть основана на использовании комплекса полифункциональных биопрепаратов на основе штаммов микробов-антагонистов // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. № 3. С. 421-438.

11. Лысов А.К., Новикова И.И., Морозов Д.О. Применение Стернифага на зерновых культурах // Защита и карантин растений. 2015. № 7. С. 23-24.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1968. 335 с.

13. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов. СПб., 2009. 321 с.

14. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. СПб., 2013. 280 с.

15. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб., 2009. 378 с.

16. Гончаров Н.Р. Методические подходы к экономической оценке эффективности мероприятий по защите растений в условиях отдельного эксперимента // Вестник защиты растений. 2017. Т. 93. № 3. С. 44-54.

17. Lopez, J.A., Rojas, K., Swart, J. (2016). *Crop protection*, vol. 89, pp. 35-42.

References

1. Yachmen' v favore. Kak vyrashchivat' i realizovyvat' aromatnyuyu kul'turu [Barley in favor. How to grow and sell fragrant culture]. Available at: <https://field.rf/journal/publication>

2. Mikhkel'man, V.A. (2020). *Metody optimizatsii tekhnologii selektsionnogo protsessa yarovogo yachmenya* [Methods for optimizing the technology of the breeding process of spring barley]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 72 p.

3. Prigge, G., Gerckhard, M., Khabermaier, I. (2004). *Gribnye bolezni zernovykh kul'tur* [Fungal diseases of grain crops]. Limburgerhof, 195 p.

4. Kuznetsova, T.E. (2006). *Selektsiya yachmenya na ustoi-chivost' k boleznyam v usloviyakh Severnogo Kavkaza* [Barley breeding for disease resistance in the conditions of the North Caucasus]. Dr. agricultural sci. diss. Krasnodar, 380 p.

5. Shpaar, D. (2008). *Zernovye kul'tury (Vyrashchivanie, uborka, doraботка i ispol'zovanie)* [Cereal crops (Growing, harvesting, processing and use)]. Moscow, ID LLC "DLV AGRO-DELO", 656 p.

6. Shpaar, D., Burt, U., Vetsel, T. i dr. (2003). *Zashchita rastenii v ustoi-chivyykh sistemakh zemlepol'zovaniya* [Plant protection in sustainable land use systems]. Torzhok, LLC "Variant", book no. 2, 44 p.

7. Koleda, K.V. (2010). *Sovremennyye tekhnologii vozdel'vaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: rekomendatsii* [Modern technologies of cultivation of agricultural crops: recommendations]. Grodno, GSAU, 340 p.

8. Gagkaeva, T.Yu., Gavrilova, O., Orina, A., Lebedin, Yu., Shanin, I., Petukhov, P., Eremin, S. (2019). *Toxins*, vol. 11, no. 5, p. 252.

9. Brili, F., Bacctli, Loreto, F. (2019). *Frontiers in plant science*, vol. 10, January, pp. 1-8.

10. Pavlyushin, V.A., Novikova, I.I., Boikova, I.V. (2020). Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem dolzhna byt' osnovana na ispol'zovanii kompleksa polifunktsional'nykh biopreparatov na osnove shtammov mikrobov-antagonistov [Phytosanitary optimization of agroecosystems should be based on the use of a complex of polyfunctional biological products based on microbial strains-antagonists]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 55, no. 3, pp. 421-438.

11. Lysov, A.K., Novikova, I.I., Morozov, D.O. (2015). Primenenie Sternifaga na zernovykh kul'turakh [Application of Sternifag on grain crops]. *Zashchita i karantin rastenii* [Plant protection and quarantine], no. 7, pp. 23-24.

12. Dospikhov, B.A. (1968). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow, 335 p.

13. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu registratsionnykh ispytaniy insektsidov, akaritsidov, mollyuskotsidov i rodentsidov (2009). [Guidelines for conducting registration tests of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides]. Saint-Petersburg, 321 p.

14. Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam gerbitsidov v sel'skom khozyaistve (2013). [Guidelines for registration trials of herbicides in agriculture]. Saint-Petersburg, 280 p.

15. Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaistve (2009). [Guidelines for registration testing of fungicides in agriculture]. Saint-Petersburg, 378 p.

16. Goncharov, N.R. (2017). Metodicheskie podkhody k ehkonomicheskoi otsenke ehffektivnosti meropriyatii po zashchite rastenii v usloviyakh otdel'nogo ehksperimenta [Methodological approaches to the economic evaluation of the effectiveness of plant protection measures in a separate experiment]. *Vestnik zashchity rastenii* [Plant protection news], vol. 93, no. 3, pp. 44-54.

17. Lopez, J.A., Rojas, K., Swart, J. (2016). *Crop protection*, vol. 89, pp. 35-42.