

## ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ К ГЕРБИЦИДАМ БАКТЕРИАЛЬНО-ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА

<sup>1</sup>Л.Н. Коробова, доктор биологических наук, доцент

<sup>2</sup>Т.А. Кизимова, младший научный сотрудник

<sup>1</sup>А.А. Побеленская, аспирант

<sup>2</sup>Т.Г. Ломова, кандидат сельскохозяйственных наук,  
ведущий научный сотрудник

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный  
университет, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский федеральный научный центр агробиотехно-  
логий РАН, р.п. Краснообск, Новосибирской обл., Россия  
E-mail: lnkorobova@mail.ru

**Ключевые слова:** яровая пше-  
ница, бактериально-гумино-  
вый препарат, антистрессант  
к гербицидам, урожайность,  
качество зерна, зараженность  
зерна

**Реферат.** В производственном опыте в северной лесостепи Приобья изучено действие бактериально-гуминового препарата АФГ-в, содержащего спорообразующие бактерии *Bacillus subtilis* и *Bacillus amyloliquefaciens*. Препарат применялся на среднераннем сорте яровой пшеницы, формирующей зерно на уровне ценных пшениц, в качестве антистрессанта вместе с противодудольными и противооднородными гербицидами. В баковой смеси использовались метсульфурон-метил, феноксапроп-П-этил с антидотом клоквинтосет-мексилом и 2-этилгексильный эфир 2,4-Д с флорасуламом. Установлено, что бактериально-гуминовый препарат АФГ-в нивелирует гербицидный стресс у пшеницы и оздоравливает растения. Он улучшает состояние мембран клеток листьев, препятствуя выходу из них электролитов. На корнях растений через месяц после применения антистрессанта отмечается ограничение в 1,5–2 раза развития и распространенности корневой гнили фузариозно-гельминтоспориозной этиологии. Наиболее выраженное фитосанитарное действие бактерий препарата, являющихся антагонистами фитопатогенов, установлено для первичных корней и эпикотилия растений. Антистрессовый и ростостимулирующий эффект АФГ-в проявляется в увеличении продуктивности растений. В период вегетации 2020 г. биопрепарат в комплексе с гербицидами обеспечил достоверную прибавку 40,2% зерна яровой пшеницы и повысил его качество, улучшив белковость и содержание клейковины. В условиях 2019 г. АФГ-в увеличил урожайность зерна относительно гербицидов примерно на 8% и не повлиял на качество зерна. Применение АФГ-в как антистрессанта не сопровождается улучшением посевных качеств семян нового урожая и не улучшает его фитосанитарное состояние по зараженности фитопатогенами *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium* sp., *Alternaria*, *Stagonospora nodorum*, *Penicillium* и *Aspergillus* относительно одних гербицидов.

## CHANGES IN SPRING WHEAT WHEN ADDING A BACTERIAL-HUMICIDAL PREPARATION TO HERBICIDES

<sup>1</sup>L.N. Korobova, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

<sup>2</sup>T.A. Kizimova, Junior Researcher

<sup>1</sup>A.A. Pobelenskaya, PhD Student

<sup>2</sup>T.G. Lomova, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher

<sup>1</sup>Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Siberian Federal Research Centre for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnobsk, Novosibirsk region, Russia

**Keywords:** spring wheat, bacterial-humic preparation, anti-herbicide stressant, yield, grain quality, grain contamination

**Abstract.** *The authors studied the effect of the bacterial-humic preparation AFG-b containing the spore-forming bacteria *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens* in a production experiment in the northern forest-steppe of the Novosibirsk Priob'ye region. The preparation was used on mid-early spring wheat, which forms grain at the level of valuable wheat. The drug was used as an antistressant together with herbicides against dicotyledonous and monocotyledonous plants. The tank mixture used was metsulfuron-methyl, fenoxaprop-P-ethyl with the antidote cloquintose-mexyl and 2-ethyl hexyl ester of 2,4-D with florasulam. The bacterial-humic preparation AFG-b is known to level out herbicide stress in wheat and improve plant health. It improves the condition of leaf cell membranes by preventing the escape of electrolytes from the cells. On the roots of plants one month after applying the antistressant, the authors observed a 1.5-2 times reduction in the development and prevalence of root rot of fusarium-helminthosporiosis etiology. The authors also marked the most pronounced phytosanitary effect of the preparation's bacteria, which are antagonists of phytopathogens for plants' primary roots and epicotyl. An increase in plant productivity manifests the anti-stress and growth-stimulating effect of AFG-b. During the growing season of 2020, the bio preparation combined with herbicides provided a reliable increase of 40.2% of the grain of spring wheat and improved its quality by enhancing the protein and gluten content. Under 2019 conditions, AFG-b increased grain yield relative to herbicides by about 8% and did not affect grain quality. Application of AFG-b as an anti-stressant is not accompanied by improvement of seed quality of the new crop. It does not improve its phytosanitary status in infestation by phytopathogens *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium sp.*, *Alternaria*, *Stagonospora nodorum*, *Penicillium* and *Aspergillus* relative to herbicides alone.*

Яровая пшеница является основной полевой культурой Сибири. Совместно с яровым ячменем она занимает в регионе около 80% площадей, отведенных под зерновые и зернобобовые культуры [1]. В технологиях возделывания яровой пшеницы и ячменя предусмотрено обязательное применение гербицидов, что чревато химическим стрессом для культурных растений, загрязнением зерна, почвы и водных объектов [2, 3].

Снижение экологических рисков от применения пестицидов является сегодня общемировой проблемой. Подходы к ее решению

разнообразны: от полного отказа от химической защиты растений до использования совместно с гербицидами препаратов-антистрессантов. В качестве последних в основном рекомендованы стимуляторы роста (чаще гуминовой природы) и микробные препараты. Показано, что такие добавки снижают у культуры окислительный стресс [4], стимулируют физиологическую активность и рост [5–9], повышают устойчивость к фитопатогенам [10, 11].

Несмотря на то, что спрос на биостимуляторы в мире ежегодно растет (по данным К.

Jindo et al. [11], в Европе на 10%, в Северной Америке – на 12,4%), гуминовые вещества при применении в полевых условиях иногда дают нестабильные результаты [12]. Поэтому более эффективными в растениеводстве считаются бактериально-гуминовые препараты. Входящие в их состав микроорганизмы обычно выделены из ризосферы и способны продуктивно функционировать в составе микробно-растительных комплексов, способствуя как росту культуры, так и одновременному усилению биологической активности почвы [13, 14]. Это улучшает снабжение растений минеральными веществами и повышает урожайность зерна.

На зерновых культурах в Западной Сибири хорошо зарекомендовали себя биопрепараты, содержащие спорообразующие бактерии рода *Bacillus*. При обработке семян они благотворно влияют на фитосанитарное состояние почвы и растений, подавляют болезнетворные микроорганизмы и дают ощутимую прибавку урожайности зерна [15, 16].

Цель данной работы – изучить оздоравливающий и антистрессовый эффект бактериально-гуминового препарата АФГ-в на основе бацилл при применении по вегетации на яровой пшенице совместно с гербицидами.

Для достижения цели решались следующие задачи: 1) через месяц после химической прополки определение физиологического состояния растений и их поражения корневой гнилью; 2) выявление степени антистрессового воздействия препарата на яровую пшеницу по количеству и качеству урожая; 3) изучение зараженности зерна нового урожая фитопатогенными грибами.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования провели в 2019–2020 гг. на опытном поле агрономического факультета Новосибирского ГАУ в северной лесостепи Приобья в производственном опыте. Почва участка – чернозем выщелоченный средне-мощный, среднесуглинистый, с содержанием гумуса 6,7% и рН, близким к нейтрально-

му. Площадь опыта в 2019 г. составила 7,2 га, в 2020 г. – 9 га. Высевали яровую пшеницу сорта Новосибирская 31 с нормой 5,5 млн семян на 1 га. Сорт относится к среднеранним, формирует качество зерна на уровне ценных пшениц. Посевной материал заблаговременно протравливали Алькасаром, КС (дифенокназол + ципроконазол), 1 л/т.

В качестве основной обработки почвы применяли зяблевую вспашку на глубину 22 см, боронование весной, предпосевную культивацию посевным комплексом «Кузбасс-9,7 П» с внесением в 2019 г. 18 кг/га д.в. аммиачной селитры, в 2020 г. – 30 кг. В первый год проведения опыта пшеницу высевали по паровому предшественнику 24 мая, во второй год – по пшенице 18 мая.

В фазу кущения посев обрабатывали баковой смесью гербицидов с прилипателем ЭТД-90, Ж, 0,2 л/га. В первый год исследования баковая смесь гербицидов состояла из Сарацина, СП (метсульфурон-метил (600 г/кг)), 10 г/га; Дисулама, СЭ (2-этилгексильный эфир 2,4-Д, 452,42 г/л + флорасулам, 6,25 г/л), 0,4 л/га; Ягуара супер-100, КЭ (феноксапроп-П-этил, 100 г/л + антидот клоквинтосет-мексил), 0,4 л/га. В 2020 г. применяли Тайгер, ЭМВ (феноксапроп-П-этил, 69 г/л + антидот клоквинтосет-мексил), 0,5 л/га; Сарацин, СП, 5 г/га, Опричник, СЭ (2-этилгексильный эфир 2,4-Д, 300 г/л + флорасулам, 6,25 г/л), 0,4 л/га.

Схема опыта: 1) контроль 1 – баковая смесь гербицидов; 2) гербициды + АФГ-в (0,33 л/га); 3) контроль 2 – без химической прополки (как эталон состояния растений).

Препарат АФГ-в (Агрофит-гумат) представляет собой нормализованный безбалластный 4-6%-й (40-60 г/л) водный раствор калиевых и натриевых солей природных гуминовых кислот (полученных из леонардита). Содержит спорую массу *Bacillus subtilis*, штамм ВКПМ В-10641 и *Bacillus amyloliquefaciens*, штаммы ВКПМ В-10642 и ВКПМ В-10643. Титр бацилл –  $0,3 \cdot 10^7$  КОЕ.

В состав препарата входят 0,2–1,0% фульвово-й кислоты, Р, N (аммоний и нитрат-ион), К, S, микроэлементы: В, Са, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Mo, Cr, Se; органические вещества:

этиловые эфиры жирных кислот и другие вещества.

В опыте оценили состояние яровой пшеницы по удельной электропроводности листьев [17], пораженность растений корневой гнилью по органам, урожайность и элементы ее структуры, в собранном зерне – сырую клейковину, содержание белка и крахмала (на БИК-анализаторе Foss, Швейцария). В зерне нового урожая учли фитосанитарное состояние (по ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями) и показатели жизнеспособности семян. Сроки учета – через месяц после уборки и апрель следующего года.

Условия лет исследования в целом оказались благоприятными для роста и развития яровой пшеницы. Вегетационный период 2019 г. характеризовался как теплый с умеренным недостатком влаги (189,4 мм осадков при среднегодовой норме 224 мм). Засушливыми были июнь и август, дождливыми – первая и вторая декады июля. В 2020 г. сумма осадков за период май–август составила 245 мм. Май, июль и август были теплыми и переувлажненными (осадков выпало 140; 141 и 124% от нормы), июнь – прохладным и сухим с недобором осадков 44%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изученный микробно-гуминовый препарат в оба года исследований оказал благотворное влияние на стрессоустойчивость растений яровой пшеницы. Об этом свидетельствуют состояние клеточных мембран листьев и изменения в заболеваемости корней растений. Показателем состояния растений стал биофизический показатель – удельная электропроводность (УЭП) листьев яровой пшеницы, отражающая поток электролитов через их мембраны. Величину стрессового ответа растений по УЭП на гербицидную обработку определили в фазе цветения культуры. К этому моменту прошел месяц со дня химической прополки.

Тренд изменений состояния растений в опыте 2019 и 2020 гг. оказался одинаковым (рис. 1). Повышенный поток электролитов через мембраны клеток листьев зафиксирован у растений, обработанных гербицидами без антистрессанта АФГ-в, что свидетельствует о нарушении под действием гербицидов работы мембранной системы клеток, т.е. испытанном культурой гербицидным стрессе. Примененный нами бактериально-гуминовый

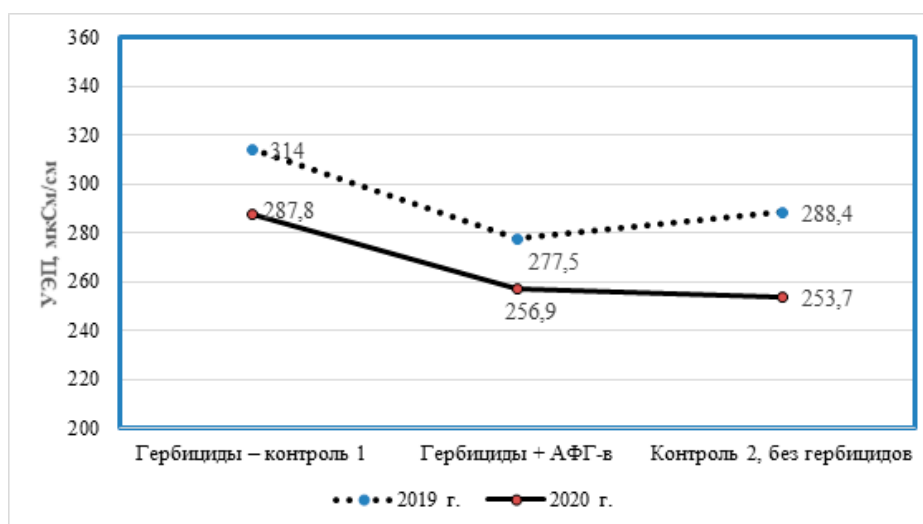


Рис. 1. Отклик растений яровой пшеницы Новосибирская 31 на обработку гербицидами с антистрессантом АФГ-в и без него (по величине УЭП клеток листьев через месяц после химпрополки)

В 2019 г.  $HCP_{10} = 21,0$  мкСм/см, в 2020 г.  $HCP_{10} = 17,9$  мкСм/см, степень влияния – 61,2–68,0%

Figure 1. Response of spring wheat plants Novosibirskaya 31 to herbicide treatment with and without the anti-stressant AFG-b (By leaf cell by the value of specific electrical conductivity of leaf cells (ECC), one month after chemical weeding). In 2019, least significant difference (LSD)  $10 = 21.0$   $\mu$ S/cm (Microsiemens per centimeter), in 2020, least significant difference (LSD)  $10 = 17.9$   $\mu$ S/cm (Microsiemens per centimeter), degree of influence – 61.2–68.0%

препарат такой абиотический стресс нивелировал. Посевы, обработанные гербицидами с АФГ-в, имели величину стрессового биофизического ответа, сопоставимого с уровнем эталонного варианта – контроля 2, в котором гербициды не применялись.

Использование антистрессанта АФГ-в совместно с гербицидами привело к снижению и биотического стресса, что выразилось в частичном оздоровлении растений от корневой гнили (табл. 1). Корневая система яровой пшеницы в среднем на растение в этом варианте в 2 раза меньше поражалась болезнью,

чем в отсутствие АФГ-в (болезнь в оба года исследования была фузариозно-гельминтоспориозной этиологии). На корнях растений и на эпикотиле при применении АФГ-в отмечено достоверное, с 5%-м уровнем значимости, ограничение ИРБ (индекса развития болезни), а вот на основании стебля оно проявилось в виде тенденции. В посеве, обработанном только баковой смесью гербицидов, в 1,5 раза была сильнее также распространённость корневой гнили. На делянках с гербицидами она составила 56,7%, с гербицидами и антистрессантом АФГ-в – 37,3%.

Таблица 1

**Влияние антистрессанта АФГ-в на пораженность яровой пшеницы корневой гнилью в фазу колошения**  
**Effect of the anti-stressant AFG-b on the incidence of spring wheat root rot in the ear emergence phase**

Вариант	Индекс развития болезни, %				Распространенность болезни, %
	Корни	Эпикотиль	Основание стебля	В среднем по растению	
Гербициды – контроль 1	4,9	6,2	7,0	6,0	56,7
Гербициды + АФГ-в	2,8	2,0	4,6	3,1	37,3
Контроль 2, без гербицидов	9,6	10,4	7,9	9,3	64,0
НСР <sub>0,05</sub>	2,1	3,9	3,6	3,2	17,1
Степень влияния по Снедекору, %	48,8	32,2	37,1	39,3	34,5

Улучшение фитосанитарной ситуации в посеве яровой пшеницы, по-видимому, могло быть связано и с усилением биоконтроля фитопатогенных грибов в ризосфере растений за счет привнесенных в почву с АФГ-в бактерий, проявляющих антагонистическую активность.

Использование АФГ-в в комплексе с гербицидами обеспечило высокую зерновую продуктивность яровой пшеницы. В 2020 г. в этом варианте было получено 43,6 ц/га зерна, что больше контроля 1 (гербициды) на 40,2% и варианта с отсутствием гербицидов и протравливания семян (контроль 2) на 65,2% (табл. 2). В опыте 2019 г., вегетация которого характеризовалась недостатком увлажнения, зерна было собрано меньше. Однако применение антистрессанта АФГ-в тоже позволило дополнительно получить с 1 га относительно 1-го контроля 3,2 ц зерна и относительно 2-го контроля 5,3 ц. В процентном отношении прибав-

ка урожайности от добавления бактериально-гуминового препарата АФГ-в в баковую смесь гербицидов в 2019 г. составила соответственно 7,9 и 13,1%.

Вклад АФГ-в в урожайность проявился в улучшении выполненности зерна и числа зерен в колосе (отличия на 90%-м уровне значимости).

На фоне АФГ-в в 2020 г. улучшилось качество зерна яровой пшеницы (табл. 3). Его определили в соответствии с ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. Зерно сформировалось с массовой долей белка 18,4% против 17,1% в варианте с баковой смесью гербицидов. Сырой клейковины в зерне содержалось чуть выше 32 %. В зерне с эталонного участка, где не было обработки гербицидами, содержание клейковины было ниже.



Таблица 2

**Урожайность яровой пшеницы Новосибирская 31 и элементы ее структуры при применении антистрессанта АФГ-в**  
**The yield of spring wheat Novosibirskaya 31 and its structure after application of Antistressant AFG-b**

Вариант	Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
<i>2019 г.</i>				
Гербициды – контроль 1	1,16	30,7	34,8	37,3
Гербициды + АФГ-в	1,15	32,0*	35,1	40,5**
Контроль 2 – без гербицидов	1,16	28,7	34,2	35,2
НСР <sub>0,05</sub>	0,08	1,3	0,76	2,5
Степень влияния по Снедекору, %	40,7	57,9	44,9	71,7
<i>2020 г.</i>				
Гербициды – контроль 1	1,6	29,9	31,4	31,1
Гербициды + АФГ-в	1,5	32,4*	32,4*	43,6**
Контроль 2 – без гербицидов	1,9	26,4	29,2	26,4
НСР <sub>0,05</sub>	0,3	2,6	1,7	4,5
НСР <sub>0,10</sub>	0,2	2,0	1,0	3,7
Степень влияния по Снедекору, %	32,0	40,3	32,4	80,1

\* Разница с контролем 1 на 90%-м уровне значимости;

\*\* Разница с контролем 1 на 95%-м уровне значимости.

\* Difference from control one at 90% significance level;

\*\* Difference with control one at the 95% level of significance.

Таблица 3

**Показатели качества зерна яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 на фоне антистрессанта АФГ-в, %**  
**Grain quality indices of spring wheat variety Novosibirskaya 31 against the background of anti-stressant AFG-b**

Вариант	Белок	Крахмал	Клейковина сырая
<i>2019 г.</i>			
Гербициды – контроль 1	17,7	63,3	30,7
Гербициды + АФГ-в	17,6	63,3	30,1
Контроль 2 – без гербицидов	16,2	64,1	27,8
<i>2020 г.</i>			
Гербициды – контроль 1	17,1	63,8	30,0
Гербициды + АФГ-в	18,4	62,8	32,3
Контроль 2 – без гербицидов	18,1	63,1	28,8

В 2019 г. зерно в обоих вариантах с химпрополкой сформировалось 2-го класса с содержанием клейковины в пределах 30,1–30,7% и белка 17,6–17,7%. Зерно контроля 2 с отсутствием пестицидных обработок отличалось несколько пониженной белковостью (16,2%) и клейковиной (27,8%) и относилось к 3-му классу.

На посевных качествах зерна использование препарата АФГ-в не отразилось. К весне следующего года зерно с анализируемых вариантов характеризовалось одинаковой дружностью прорастания: энергия прорастания была в интервале от 88,7 до 94,7%, лабораторная всхожесть составила 98–100%.

Фитосанитарное состояние зерна нового урожая в условиях 2020 г. было несколь-

ко хуже в эталонном варианте (без гербицидов и протравителей семян). В зерновках определили зараженность фитопатогенами *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium* sp., *Alternaria*, *Stagonospora nodorum* (= *Septoria nodorum*) и плесенями хранения *Penicillium* и *Aspergillus* (табл. 4). В контроле 2 оказалась повышенной зараженность фузариями и обнаружился фитопатоген *B. sorokiniana*. Для рода *Fusarium* в межгосударственном стандарте установлен порог зараженности семян в 5%. Зерно с контрольного варианта 2 характеризовалось превышением этого порога в 2,7 раза, а с вари-

антов «Гербициды» и «Гербициды+АФГ-в» – в 2 раза. Превышение зараженности зерна фузариями в эталонном варианте над другими вариантами опыта доказывалось математически на 5%-м уровне значимости. Поэтому можно считать, что применение АФГ-в и баковой смеси гербицидов Тайгера, ЭМВ, Опричника, СЭ и Сарацина, СП несколько улучшило фитосанитарное состояние зерна яровой пшеницы. Это важно с точки зрения продовольственной безопасности, т.к. среди фузариев достаточно много видов-токсиканов.

Таблица 4

Фитосанитарное состояние семян яровой пшеницы нового урожая на фоне применения АФГ-в  
Phytosanitary status of spring wheat seeds of the new crop against the background of AFG-b

Вариант	Заражённость, %				
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	Плесени хранения	<i>Stagonospora nodorum</i>
Гербициды – контроль 1	0	9,9	73	6,7	34
Гербициды + АФГ-в	0	10	90	3,3	34
Контроль 2 – без гербицидов	3,3	13,3	83,3	6,7	32
НСР <sub>0,05</sub>	4,7	0,2	2,2	0,23	0,21

## ВЫВОДЫ

1. Бактериально-гуминовый препарат АФГ-в является перспективным для использования в качестве антистрессанта на яровой пшенице. Входящие в его состав гуминовые и другие вещества, а также штаммы *Bac. subtilis* и *Bac. amyloliquefaciens* нивелируют гербицидный стресс у культуры, что проявляется в снижении выхода электролитов через мембраны клеток. Применение на яровой пшенице Новосибирская 31 одних гербицидов нарушает физиологическое состояние растений.

2. Препарат АФГ-в улучшает фитосанитарную ситуацию в посеве яровой пшеницы по корневой гнили, особенно на корнях и эпикотиле, вследствие конкуренции с возбудителями болезни за экологическую нишу и антагонистического воздействия на фитопатогены в ризосфере.

3. Антистрессовый и ростостимулирующий эффект АФГ-в выразился в увеличении продуктивности растений. Биопрепарат в комплексе с гербицидами в вегетацию 2020 г. обеспечил достоверную прибавку 40,2% зерна яровой пшеницы Новосибирская 31 и повысил его качество, улучшив белковость и содержание клейковины. В условиях 2019 г. АФГ-в повысил урожайность зерна относительно гербицидов примерно на 8% и не повлиял на качество зерна.

4. Применение АФГ-в как антистрессанта не сопровождалось улучшением посевных качеств семян нового урожая и не улучшило его фитосанитарное состояние относительно одних гербицидов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Эффективность* удобрения азотом яровой пшеницы и ячменя в лесостепи Западной Сибири / А.Н. Власенко, И.Н. Шарков, В.Н. Шоба, С.А. Колбин // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 25–27.
2. *Ферапонтова С.А., Коробова Л.Н.* Экологическое последствие для микрофлоры почвы интенсивного выращивания лука в однолетней культуре // Вестник НГАУ. – 2015. – № 2. – С. 70–76.
3. *Коробова Л.Н., Шинделов А.В.* Микробный отклик выщелоченного чернозема на превышение нормы гербицидной нагрузки // Вестник Алтайского государственного университета. – 2012. – № 8 (94). – С. 51–54.
4. *Vermicompost humic acids as an ecological pathway to protect plant against oxidative stress* / A. Garcia, L. Santos, F. Guridi [et al.] // Ecol. Eng. – 2012. – Vol. 47. – P. 203–208.
5. *Пищик В.Н., Бойцова Л.В., Воробьев Н.И.* Влияние гуминовых веществ на растения и ризосферные микроорганизмы в растительно-микробных системах // Агрохимия. – 2019. – № 3. – С. 85–95.
6. *Коробова Л.Н., Лужных Т.А.* Эффективность применения Цитогумата на семенах яровой пшеницы // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: материалы IV Всерос. конф. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2019. – С. 45–48.
7. *Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture* / L.P. Canellas, F.L. Olivares, N.O. Aguiar [et al.] // Scientia Horticulturae. – 2015. – Vol. 196. – P. 15–27. – doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013.
8. *The efficiency of application of bacterial and humic preparations to enhance of wheat (Triticum aestivum L.) plant productivity in the arid regions of Egypt* / M. Hafez, A.E. Mohamed, M. Rashad, A.I. Popov // Биологически активные препараты для растениеводства: научное обоснование – рекомендации – практические результаты: материалы XVI междунар. конф. – Минск: БГУ, 2020. – С. 166–168.
9. *Effect of humic preparation on winter wheat productivity and rhizosphere microbial community under herbicide-induced stress* / O. Bezuglova, A. Gorovtsov, E.A. Polienko [et al.] // Journal of Soils and Sediments. – 2019. – Vol. 19, N 5. – P. 2665–2675. – doi.org/10.1007/s11368-018-02240-z.
10. *Соколов А.А., Виноградов Д.В.* Эффективность гуминового препарата гумми 80 в повышении продуктивности и устойчивости растений ячменя к корневым гнилям // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. – 2016. – Т. 31, № 3. – С. 103–106.
11. *From Lab to Field: Role of Humic Substances Under Open-Field and Greenhouse Conditions as Biostimulant and Biocontrol Agent* / K. Jindo, F. Olivares, D. Malcher [et al.] // Frontiers in Plant Science. – 2020. – Vol. 11, N 426. – P. 1–10. – doi.org/10.3389/fpls.2020.00426.
12. *Leventoglu H., Erdal I.* Effect of high humic substance levels on growth and nutrient concentration of corn under calcareous conditions // J. Plant Nutr. – 2014. – Vol. 37, N 12. – P. 2074–2084. – doi.org/10.1080/01904167.2014.920373.
13. *Действие* бактериально-гумусового препарата на биологическую активность почв / Е.Н. Цыганова, Д.Г. Звягинцев, Л.В. Лысак, А.А. Степанов // Почвоведение. – 2013. – № 7. – С. 867–871.
14. *Estimation of synergistic effect of humic fertilizer and Bacillus subtilis on lettuce plants by reflectance measurements* / V.N. Pishchik, N.I. Vorobyov, O.S. Walsh [et al.] // J. Plant Nutr. – 2016. – Vol. 39, N 8. – P. 1074–1086. – doi.org/10.1080/01904167.2015.1061551.



15. Коробова Л.Н., Гаврилец Т.В. Применение Бактофита: и прибавка урожая, и оздоровление почвы // Защита и карантин растений. – 2006. – № 4. – С. 47–48.
16. Коробов В.А., Леяк А.И., Леяк А.А. Эффективность препаратов на основе бактерий р. *Bacillus* в борьбе с корневыми гнилями яровой пшеницы // Защита и карантин растений. – 2014. – № 11. – С. 31–32.
17. Оценка стрессоустойчивости сортов зерновых культур кондуктометрическим методом: науч.-метод. рекомендации / Л.Н. Коробова, Т.А. Гурова, Е.А. Голощапова [и др.]– Новосибирск, 2010. – 48 с.

## REFERENCES

1. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Shoba V.N., Kolbin S.A., *Zemledelie*, 2015, No. 1, pp. 25–27. (In Russ.)
2. Ferapontova S.A., Korobova L.N., *Vestnik NGAU*, 2015, No. 2, pp. 70–76. (In Russ.)
3. Korobova L.N., Shindelov A.V., *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, No. 8 (94), pp. 51–54. (In Russ.)
4. Garcia A., Santos L., Guridi F., Sperandi M., Castro R., Berbara R., Vermicompost humic acids as an ecological pathway to protect plant against oxidative stress, *Ecol. Eng.*, 2012, Vol. 47, pp. 203–208.
5. Pishchik V.N., Boitcova L.V., Vorobev N.I., *Agrokhimia*, 2019, No. 3, pp. 85–95. (In Russ.)
6. Korobova L.N., Luzhnykh T.A., *Rol agrarnoi nauki v ustoichivom razvitii selskikh territorii* (The role of agricultural science in sustainable development of rural areas), Proceedings of the IV All-Russian Conference, Novosibirsk: ITc «Zolotoi kolos», 2019, pp. 45–48. (In Russ.)
7. Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O., Jones D.L., Nebbioso A., Mazzei P., Piccolo A., Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture, *Scientia Horticulturae*, 2015, Vol. 196, pp. 15–27, doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013.
8. Hafez M., Mohamed A.E., Rashad M., Popov A.I., *Biologicheski aktivnye preparaty dlia rasstnievodstva: nauchnoe obosnovanie – rekomendacii – prakticheskie rezultaty* (Biologically active preparations for crop production: scientific justification-recommendations – practical results), Proceedings of the XVI International Conference, Minsk: BGU, 2020, pp. 166–168.
9. Bezuglova O., Gorovtsov A., Polienko E.A., Zinchenko V., Grinko A., Lykhman V., Dubinina M., Demidov A., Effect of humic preparation on winter wheat productivity and rhizosphere microbial community under herbicide-induced stress, *Journal of Soils and Sediments*, 2019, Vol. 19, No. 5, pp. 2665–2675, doi.org/10.1007/s11368-018-02240-z.
10. Sokolov A.A., Vinogradov D.V., *Vestn. Riazan. gos. agrotekhnol. un-ta*, 2016, T. 31, No. 3, pp. 103–106. (In Russ.)
11. Jindo K., Olivares F., Malcher D., Sánchez-Monedero M., Kempenaar C., Canellas L., From Lab to Field: Role of Humic Substances Under Open-Field and Greenhouse Conditions as Biostimulant and Biocontrol Agent, *Frontiers in Plant Science*, 2020, Vol. 11, No. 426, pp. 1–10, doi.org/10.3389/fpls.2020.00426.
12. Leventoglu H., Erdal I., Effect of high humic substance levels on growth and nutrient concentration of corn under calcareous conditions, *J. Plant Nutr.*, 2014, Vol. 37, No. 12, pp. 2074–2084, doi.org/10.1080/01904167.2014.920373.
13. Tsyganova E.N., Zviagintcev D.G., Lysak L.V., Stepanov A.A., *Pochvovedenie*, 2013, No. 7, pp. 867–871. (In Russ.)
14. Pishchik V.N., Vorobyov N.I., Walsh O.S., Surin V.G., Khomyakov Y.V., Estimation of synergistic effect of humic fertilizer and *Bacillus subtilis* on lettuce plants by reflectance measure-

- ments, *J. Plant Nutr.*, 2016, Vol. 39, No. 8, pp. 1074–1086, doi.org/10.1080/01904167.2015.1061551.
15. Korobova L.N., Gavriletc T.V., *Zashchita i karantin rastenii*, 2006, No. 4, pp. 47–48. (In Russ.)
  16. Korobov V.A., Leliak A.I., Leliak A.A., *Zashchita i karantin rastenii*, 2014, No. 11, pp. 31–32. (In Russ.)
  17. Korobova L.N., Gurova T.A., Goloshchapova E.A., Kuzerubova N.S., Lugovskaja O.S., Mineev V.V., *Otценка stressoustoichivosti sortov zernovykh kultur konduktometricheskim metodom: nauch.-metod. Rekomendacii* (Assessment of stress resistance of grain varieties by the conductometric method: scientific method. recommendations), Novosibirsk, 2010, 48 p.