

Использование гуминового препарата из торфа в композиции с бактериями для контроля возбудителей семенных инфекций яровой пшеницы

✉ Кравец А.В.¹, Минаева О.М.^{1,2}

¹Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук
Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томск, Россия

✉ e-mail: kravets.alexa@mail.ru

Цель статьи – изучение возможности использования композиции на основе гуминового препарата из торфа Гумостим и бактерий *Pseudomonas extremorientalis*, выделенных из копролитов дождевых червей, для контроля возбудителей семенных инфекций яровой пшеницы. Объектами исследования стали семена пшеницы яровой мягкой (*Triticum aestivum* L.) сортов Ликамеро и Каликсо, гуминовый препарат Гумостим, бактерии-антагонисты возбудителей корневых гнилей *Pseudomonas extremorientalis*. Использовали метод фитоэкспертизы в рулонах фильтровальной бумаги. Обработка семян пшеницы сорта Ликамеро бактериями статистически значительно увеличила длину проростка от 12 см в контроле до 14 см в варианте. Совместное использование бактерий и гуминового препарата при двух концентрациях 0,001 и 0,0001% статистически значительно увеличило длину проростка до 13,1 и 13,0 см. В вариантах обработки гуминовым препаратом в двух концентрациях число корней на растение увеличилось от 3 шт. в контроле до 4 шт. В варианте совместной обработки с меньшей концентрацией Гумостима присутствует тенденция увеличения данного показателя. Препарат проявляет антифунгальный эффект в концентрации 0,001%, снижая общую зараженность семян фитопатогенами от 23% в контроле до 16% в варианте; в концентрации 0,0001% – от 23% в контроле до 9% в варианте. Бактеризация уменьшает общую зараженность до 12%. Совместное влияние бактерий и Гумостима в двух концентрациях статистически значительно снижает общую зараженность до 7 и 11%. Для сорта Каликсо длина проростка в варианте обработки Гумостимом в меньшей концентрации статистически значительно меньше контроля (контроль – 11,9 см, Гумостим 0,0001% – 9,5 см). Общая зараженность фитопатогенами в вариантах опыта меньше контроля на 4–8%, но статистически значимый результат отмечен только в варианте совместного применения бактерий и Гумостима в меньшей концентрации: снижение от 20% в контроле до 9% в варианте.

Ключевые слова: бактерии, *Pseudomonas extremorientalis*, Гумостим, яровая пшеница, семенные инфекции

The use of a peat-based humic preparation in a composition with bacteria to control seed infection pathogens of spring wheat

✉ Kravets A.V.¹, Minaeva O.M.^{1,2}

¹Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Tomsk, Russia

²National Research Tomsk State University
Tomsk, Russia

✉ e-mail: kravets.alexa@mail.ru

The purpose of the article is to study the possibility of using a composition based on a humic preparation from Humostim peat and *Pseudomonas extremorientalis* bacteria isolated from earthworm coprolites to control the pathogens of seed infections of spring wheat. The objects of the study were seeds of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) of the Licamero and Calixo varieties, the humic preparation Humostim, and the bacteria antagonists of the root rot pathogens *Pseudomonas extremorientalis*. The phytoexpertize method was used in filter paper rolls. Treatment of the Licamero wheat seeds with

bacteria significantly increases the length of the seedling from 12 cm in the control to 14 cm in the experiment. The combined use of bacteria and a humic preparation at two concentrations of 0.001% and 0.0001% significantly increased the length of the seedling to 13.1 and 13.0 cm. In the variants of treatment with a humic preparation in two concentrations, the number of roots per plant increased from 3 pcs. in the control to 4 pcs. In the variant of joint treatment with a lower concentration of Humostim, there is a tendency to increase this indicator. The preparation exhibits an antifungal effect at a concentration of 0.001%, reducing the total infection of seeds with phytopathogens from 23% in the control to 16%; at a concentration of 0.0001% – from 23% in the control to 9%. Bacterization reduces the overall infection rate by up to 12%. The combined effect of bacteria and Humostim in two concentrations significantly reduces the overall infection rate to 7 and 11%. For the Calixo variety, the length of the seedling in the variant of treatment with Humostim in a lower concentration is statistically significantly less than the control (in the control – 11.9 cm, Humostim 0.0001% – 9.5 cm). The total infection with phytopathogens in the experimental variants is 4-8% less than the control, but a statistically significant result was noted only in the variant of the combined use of bacteria and Humostim in a lower concentration.: reduction from 20% in control to 9%.

Keywords: bacteria, *Pseudomonas extremorientalis*, Humostim, spring wheat, seed infections

Для цитирования: Кравец А.В., Минаева О.М. Использование гуминового препарата из торфа в композиции с бактериями для контроля возбудителей семенных инфекций яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2026. Т. 56. № 5. С. 84–93. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2026-5-8>

For citation: Kravets A.V., Minaeva O.M. The use of a peat-based humic preparation in a composition with bacteria to control seed infection pathogens of spring wheat. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2026, vol. 56, no. 5, pp. 84–93. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2026-5-8>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Поражение зерна колосовых культур корневыми гнилями – объективная реальность современных сельхозпроизводителей. В частности, на территории Томской области нередки заболевания фузариоз и гельминтоспориоз. Из-за быстрого наступления осенних холодов период от уборки до перехода температур через 10 °C непродолжителен и составляет от 18 до 30 дней. В это время микробиологическая активность почвы падает, пожнивные остатки не минерализуются, вследствие этого они становятся резервуаром для возбудителей инфекций в весенний период¹. Возникновение и развитие заболеваний приводят не только к значительному снижению урожая, но и ухудшению его качества. В процессе своей жизнедеятельности низшие грибы выделяют токсичные метаболиты – микотоксины, в результате зерно становится непригодным для использования в пищу и на корм скоту [1].

Бактерии *Pseudomonas* spp. широко распространены в природе. Это разнообразный род, встречающийся в различных экологических средах – от почвы и воды до растительных поверхностей и тканей животных, вездесущий биоконтрольный агент, защищающий растения от фитопатогенов их подавлением, уничтожением напрямую или усилением внутреннего защитного механизма растения. Разнообразные виды *Pseudomonas* spp. могут быть идеальными биоинокулянтами для большого выбора хозяев, особенно для злаковых культур. Данные бактерии известны производством широкого спектра биоактивных антимикробных метаболитов, которые дают им преимущество, ингибируя конкурирующие микроорганизмы, и служат основным механизмом биоконтроля болезней растений [2–4]. Научное сообщество признало псевдомонады биопестицидами, снижающими зависимость растениеводства от химических пестицидов [5–8].

¹Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Томской области в 2025 году и прогноз развития вредных объектов в 2026 году. Томск, 2026. 118 с.

Основной источник выделенных штаммов бактерий рода *Pseudomonas* – ризосфера различных видов растений. Однако биоактивные штаммы можно выделять и из других сред, например, копролитов навозных червей. Довольно часто для получения копролитов, выделения экстрактов и использования этих продуктов для положительного влияния на рост растений и устойчивость к патогенам используют модельный вид *Eisenia fetida* (Haplotaxida: Lumbricidae) [9, 10]. Исследователи лаборатории биотехнологии НИИ сельского хозяйства и торфа (Томск) выделили из копролитов дождевых червей *Eisenia fetida* Andrei штамм *Pseudomonas extremorientalis*, показавший высокую антифунгальную активность. Бактеризация семян пшеницы указанным штаммом снижала их общую зараженность возбудителями инфекций на 53–76%².

Для стимуляции роста растений и повышения устойчивости к различным стресс-факторам перед посевом семена часто обрабатывают гуминовыми препаратами из разных органических источников [11–13]. Их совместное применение с бактериями разных таксонов также обсуждается в работах: опрыскивание вегетирующих растений яровой пшеницы [14], применение препаратов гумат +7 «Здоровый урожай» и псевдобактерин-2Ж на льне масличном [15], создание препарата Агрофит-гумат [16] и др. Поскольку начальный период роста зерновых культур наиболее уязвим к поражению корневыми гнилями вследствие погодных условий (низкие или высокие температуры, недостаточное увлажнение), принято решение совместить гуминовый препарат из торфа Гумостим и выделенные из копролитов бактерии в единую композицию для предпосевной обработки семян пшеницы.

Цель работы – изучить возможность использования композиции на основе гуминового препарата Гумостим и бактерий

Pseudomonas extremorientalis для контроля возбудителей семенных инфекций яровой пшеницы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования взяты два среднеспелых сорта пшеницы яровой мягкой (*Triticum aestivum* L.) с вегетационным периодом 72–97 дней. Сорт Ликамеро включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ по Северо-Западному, Центральному, Центрально-Черноземному регионам. Устойчив к мучнистой росе, септориозу, фузариозу колоса, слабоустойчив к бурой ржавчине. Сорт Каликсо включен в Государственный реестр по Северо-Западному и Западно-Сибирскому регионам. Обладает высокой устойчивостью к фузариозу, желтой ржавчине и мучнистой росе, среднеустойчив к септориозу, слабоустойчив к бурой ржавчине³.

Бактериальная культура представлена выделенными из копролитов дождевых комPOSTных червей *Eisenia fetida* Andrei бактериями *Ps. extremorientalis*. Рабочей концентрацией бактериальной суспензии является титр $1\text{--}5 \times 10^6$ КОЕ/мл.

В экспериментах использовали Гумостим (гумат аммония) – препарат Сибирского НИИ сельского хозяйства и торфа, полученный перекисно-аммиачным гидролизом низинного торфа⁴. Гумостим выпускают в жидкой форме. В его состав входят карбоновые и незаменимые аминокислоты, азот, фосфор, кальций, железо, микроэлементы (медь, цинк, марганец). Рекомендованная концентрация для предпосевной обработки семян 0,001% по гуминовым кислотам. В наших экспериментах также использована концентрация препарата 0,0001% по гуминовым кислотам. В контроле семена пшеницы обрабатывали дистиллированной водой.

Лабораторные опыты по оценке влияния препаратов на зараженность семян возбудителями семенных инфекций и всхожесть

²Минаева О.М., Акимова Е.Е., Терещенко Н.Н., Кравец А.В., Зюбанова Т.И., Апенешева М.В. Перспективы использования псевдомонад, ассоциированных с почвенными люмбрицидами, против возбудителей корневых гнилей яровых зерновых // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 1. С. 91–100. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.1.91rus.

³Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений (официальное издание). М., 2024. 620 с.

⁴Патент № 2213452 Российская Федерация, МПК А 01N 65/00, C05F 11/02. Способ получения стимулятора роста растений: № 2001115641/13; / Л.В. Касимова; заявл. 06.06.2001; опубл. 10.10.2003; заявитель СибНИИТ.

проводили по ГОСТ 12044–93⁵. После учета признаков инфицирования семян определяли биометрические показатели проростков: воздушно-сухую массу, длину, число зародышевых корней.

Полученные в ходе экспериментов сведения обработаны с помощью пакета StatSoft STATISTICA 10.0. Данные о длине проростка и числе корней представлены в виде медианы. Статистическую значимость различий в вариантах для длины проростков и количестве корней определяли с использованием непараметрического U-критерия Манна-Уитни ($p < 0,05$). Данные по всхожести и зараженности семян возбудителями семенных инфекций представлены в виде вероятности с доверительным интервалом ($p < 0,05$), рассчитанным с учетом t -критерия Стьюдента для вероятностей $25 \leq p \leq 75\%$, и с учетом углового преобразования Фишера для других значений вероятностей ($p < 0,05$)⁶.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В тестировании препарат Гумостим использовали в рекомендованной производителем концентрации 0,001% по гуминовым кислотам и дополнительно разбавленный в 10 раз до концентрации 0,0001%. Такое разбавление препарата продиктовано замеченным ранее сохранением его свойств при уменьшении рекомендованной концентрации⁷ и экономической составляющей (уменьшение стоимости гектарной нормы).

На рис. 1 представлена длина проростка пшеницы, где обработка бактериями статистически значимо увеличила данный параметр от 12 см в контроле до 14 см в варианте. Обработка Гумостимом в двух концентрациях не влияла на данный показатель, но совместное использование бактерий и гуминового препарата при двух концентрациях 0,001 и 0,0001% статистически значимо увеличило длину проростка до 13,1 и 13,0 см.

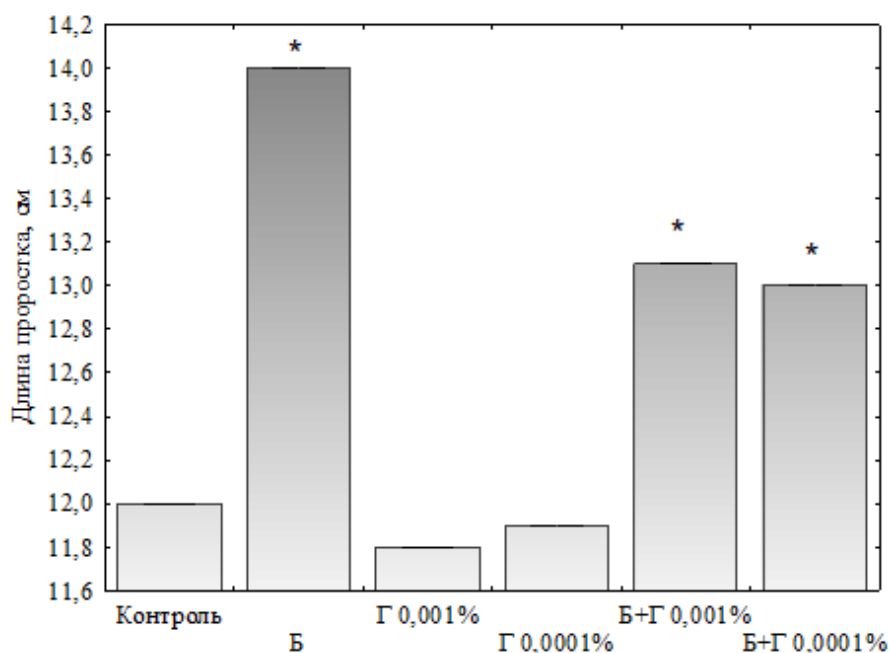


Рис. 1. Длина проростка пшеницы сорта Ликамеро в эксперименте с обработкой семян Гумостимом и бактериями; здесь и на рис. 2–4, в табл. 1, 2: Б – бактерии; Г – Гумостим.

*Статистически значимое различие с контролем ($p < 0,05$).

Fig. 1. Length of a Licamero wheat germ in an experiment with seed treatment with Humostim and bacteria; here and in Fig. 2–4, in Tables 1, 2: Б – bacteria; Г – Humostim.

* Statistically significant difference from the control ($p < 0.05$).

⁵ГОСТ 12044–93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями: межгосударственный стандарт: дата введения 1995-01-01. Минск: Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. 57 с.

⁶Лакин Г.Ф. Биометрия: учебн. пособ. для биол. спец. вузов. 4-е изд., перер. и доп. М.: Высшая школа, 1990. 342 с.

⁷Титова Э.В., Удинцев С.Н., Кравец А.В. Глагольев В.П., Жиликова Т.П., Касимова Л.В., Карначук Р.А. Механизм действия малых доз препаратов из торфа на растения // Плодородие. 2005. № 3 (24). С. 23–25.

Графическое изображение числа первичных зародышевых корней на растение отражает положительную тенденцию увеличения в вариантах обработки гуминовым препаратом в двух концентрациях (от 3 шт. в контроле до 4 шт. в варианте) (см. рис. 2). В варианте совместной обработки с меньшей концентрацией Гумостима также присутствует

тенденция увеличения данного показателя, но все представленные данные статистически значимо не отличались от контроля.

Всхожесть во всех вариантах составляла 82–99% и существенно не различалась по вариантам опыта, как и масса проростков.

Определяющими являются показатели антифунгальной активности заявленных растворов и их композиций (см. табл. 1).

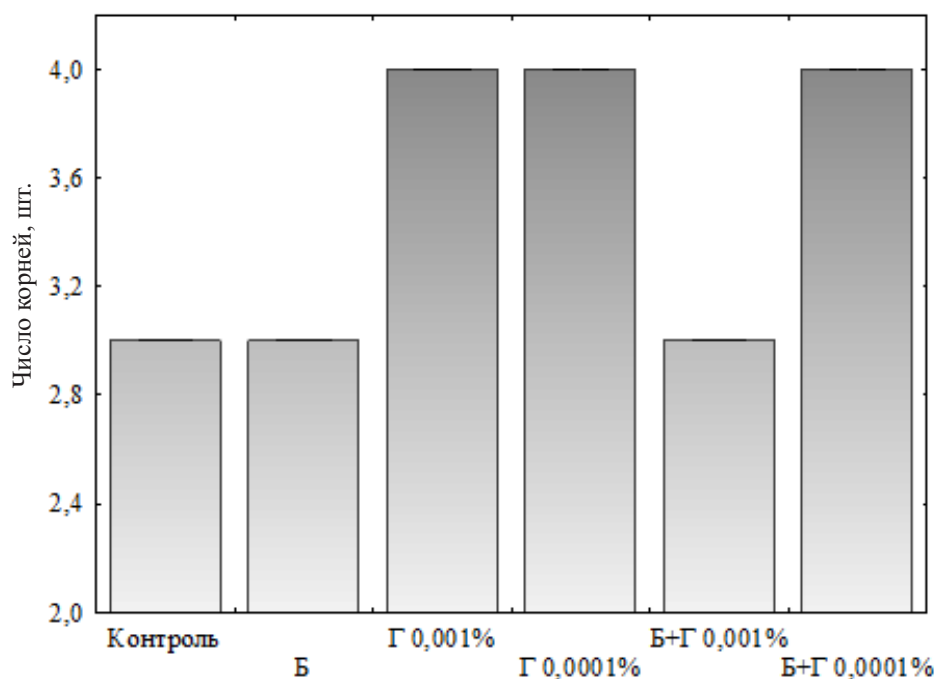


Рис. 2. Число корней на растение пшеницы сорта Ликамеро в эксперименте с обработкой семян Гумостимом и бактериями

Fig. 2. Number of roots per Licamero wheat plant in an experiment with seed treatment with Humostim and bacteria

Табл. 1. Зараженность семян пшеницы сорта Ликамеро возбудителями семенных инфекций в эксперименте с обработкой семян Гумостимом и бактериями, %

Table 1. Infection of wheat seeds of the Licamero variety with seed infection pathogens in an experiment with seed treatment with Humostim and bacteria, %

Вариант опыта	Общая зараженность	Гельминто-спориоз	Фузариоз	Альтернариоз	Бактериоз	Плесени
Контроль	23 ^{+8,7} _{-7,7}	0	1,0	8,0	0,5	13,5
Б	12 ^{+7,0*} _{-5,6}	0	0,0	3,0	0,0	9,0
Г 0,001%	16 ^{+7,8} _{-6,5}	0	0,5	4,5	2,0	9,0
Г 0,0001%	9 ^{+6,4*} _{-4,8}	0	0,5	2,0	0,5	6,0
Б+Г 0,001%	7 ^{+5,8*} _{-4,1}	0	0,5	0,5	1,0	5,0
Б+Г 0,0001%	11 ^{+6,8*} _{-5,3}	0	2,5	1,5	0,0	7,0

*Статистически значимое различие с контролем ($p < 0,05$).

Препарат Гумостим проявляет антифунгальный эффект в рекомендованной концентрации 0,001%, снижая общую зараженность возбудителями семенных инфекций от 23% в контроле до 16% в варианте. В уменьшенной концентрации (0,0001%) Гумостим статистически значимо снижает суммарную зараженность от 23% в контроле до 9% в варианте. Бактерии сокращают общую зараженность возбудителями до 12%. Композиции бактерий и Гумостима в концентрациях 0,001 и 0,0001% статистически значимо уменьшают общую зараженность до 7 и 11% соответственно.

Можно сделать вывод, что совместное применение бактерий и Гумостима в обеих концентрациях положительно влияет на некоторые биометрические показатели яровой пшеницы сорта Ликамеро, а также статистически значимо уменьшает показатели общей зараженности семян возбудителями семенных инфекций.

Дальнейшие эксперименты проводили с семенами сорта Каликсо. На рис. 3 представлена длина проростка пшеницы в экспе-

рименте с бактериями и Гумостимом в двух концентрациях. Длина проростка в варианте Гумостим в меньшей концентрации статистически значимо меньше контроля (в контроле длина составляет 11,9 см, в варианте с Гумостимом 0,0001% – 9,5 см). Также меньше контроля длина проростка в варианте совместного использования бактерий и Гумостима в рекомендованной концентрации (10,1 см).

Число корней на растение по вариантам эксперимента различается статистически незначимо и составляет от 4 до 5 шт. (см. рис. 4).

Всхожесть в вариантах эксперимента существенно не отличалась от контроля и составляла от 71 до 95%. Как и для семян сорта Ликамеро, статистически значимого изменения массы проростков не отмечено.

Результаты анализа зараженности семян в разных вариантах эксперимента представлены в табл. 2. Общая зараженность возбудителями семенных инфекций в вариантах опыта меньше контроля на 4–8%, но статистически значимо меньше только в варианте

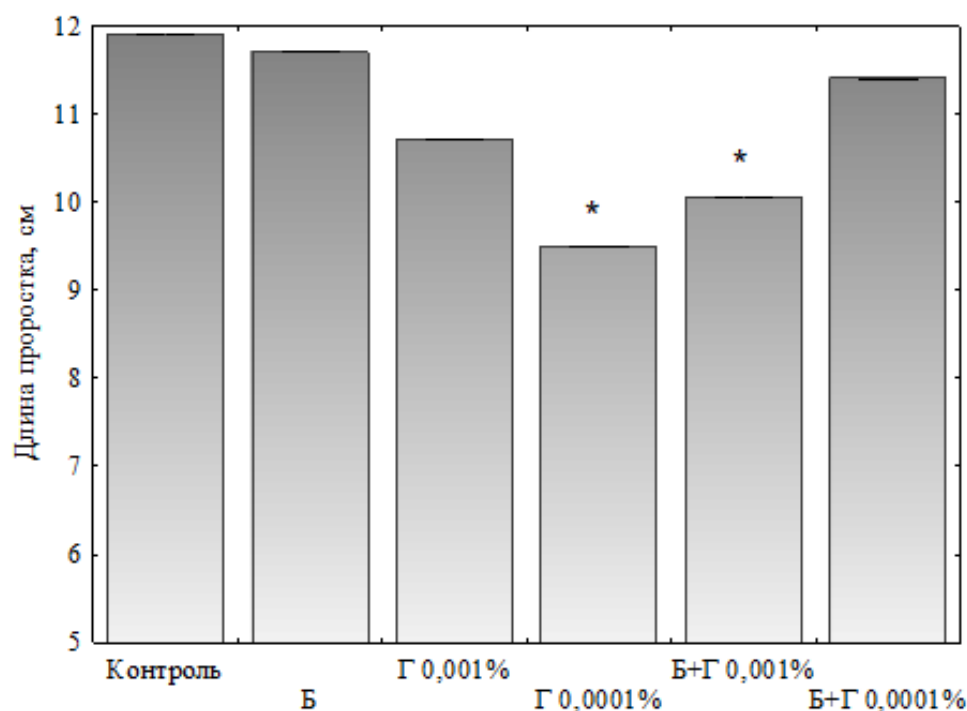


Рис. 3. Длина проростка пшеницы сорта Каликсо в эксперименте с обработкой семян Гумостимом и бактериями

Fig. 3. The length of a wheat germ of the Calixto variety in an experiment with seed treatment with Humostim and bacteria

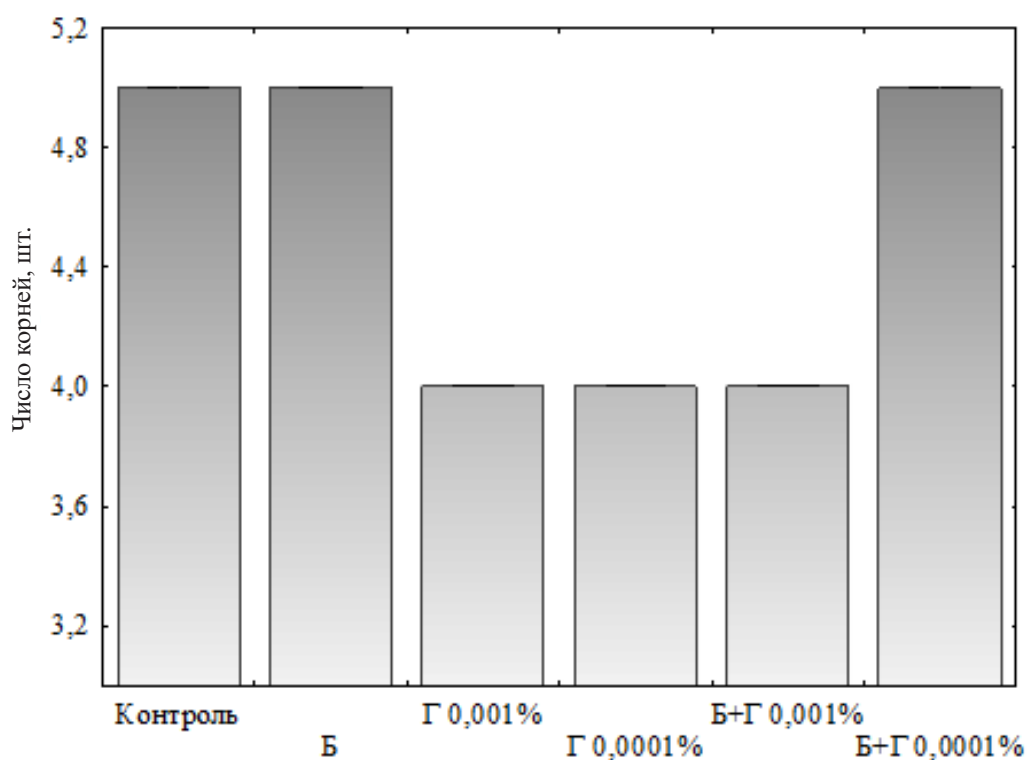


Рис. 4. Число корней на растение пшеницы сорта Каликсо в эксперименте с обработкой семян Гумостимом и бактериями

Fig. 4. The number of roots per wheat plant of the Calixo variety in an experiment with seed treatment with Humostim and bacteria

Табл. 2. Зараженность семян пшеницы сорта Каликсо возбудителями семенных инфекций в эксперименте с обработкой семян Гумостимом и бактериями, %

Table 2. Infection of wheat seeds of the Calixo variety with seed infection pathogens in an experiment with seed treatment with Humostim and bacteria, %

Вариант опыта	Общая зараженность	Гельминто-спориоз	Фузариоз	Альтерна-риоз	Бактериоз	Плесени
Контроль	20 ^{+8,3} _{-7,2}	0	2	0	0	18
Б	14 ^{+7,4} _{-6,1}	0	0	1	1	12
Г 0,001 %	14 ^{+7,4} _{-6,1}	0	2	0	0	12
Г 0,0001 %	16 ^{+7,8} _{-6,5}	0	3	0	0	13
Б+Г 0,001 %	12 ^{+7,0} _{-5,6}	0	3	0	0	9
Б+Г 0,0001 %	9 ^{+6,4*} _{-4,8}	0	0	0	0	9

*Статистически значимые различия с контролем ($p < 0,05$).

совместного применения бактерий и Гумостима в меньшей концентрации: снижение от 20% в контроле до 9% в указанном варианте.

Представленные данные подтверждают предыдущие, полученные для семян сорта Ликамеро: наблюдали флуктуации по мор-

фометрическим показателям и статистически значимое снижение общей зараженности в вариантах с совместным применением бактерий и Гумостима в двух концентрациях. Поскольку мы рассматривали влияние гуминовых препаратов как таковых и в компози-

ции с бактериями, следует подчеркнуть, что при применении гуминовых препаратов на растениях разных сортов четко прослеживается сортоспецифичность^{8,9}, что также отмечено нами для некоторых морфометрических параметров.

Следует обратить внимание на вариант применения уменьшенной в 10 раз концентрации гуминового препарата. Использование меньшей нормы расхода в ряде случаев показывает лучшие результаты по сравнению с рекомендованной концентрацией. В работе В.Н. Пищик и др.¹⁰ сделан вывод о возможности уменьшения рабочей концентрации гуминового препарата при его совмещении с бактериальным, по сравнению с рекомендованной концентрацией применения только гуминового препарата. Видимо, для совместного воздействия на растения в присутствии биоагента достаточно и уменьшенной дозы гуминового препарата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторное тестирование показало перспективность применения композиции из гуминового препарата и бактерий *Ps. extremorientalis* для контроля семенных инфекций при предпосевной обработке семян яровой пшеницы. Гуминовый препарат из торфа Гумостим возможно применять в рекомендованной и уменьшенной концентрации для совместного применения с бактериями. Исследованная композиция перспективна для использования в агропромышленном производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ercan G., Adesemoye A.O., Yuen G.Y., Everhart S., Campbell J.F., Peterson J.A. In vitro and in planta testing of microbial agents for dual biological control of granary weevil and storage fungi on stored wheat grain // *Biological Control*. 2025. Vol. 207. P. 105812. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2025.105812.
2. Shaira F., Yasmina H., Hassana M.N., Alzahranib O.M., Noureldeen A. Pseudomonas spp. Mediate defense response in sugarcane through differential exudation of root phenolics // *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021. № 28. P. 7528–7538. DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.09.030.
3. Yang R., Peng Y., Du X., Zhu Z., Khojasteh M., Xu Z., Ali Shah S.M., Chen G. Green guardians: The biocontrol potential of Pseudomonas-derived metabolites for sustainable agriculture // *Biological Control*. 2025. Vol. 201. P. 105699. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2025.105699.
4. Li Y., Xia X., Zhao Q., Dong P. The biocontrol of potato dry rot by microorganisms and bioactive substances: A review // *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2022. Vol. 122. P. 101919. DOI: 10.1016/j.pmpp.2022.101919.
5. Wend K., Zorrilla L., Freimoser F.M., Gallet A. Microbial pesticides – challenges and future perspectives for testing and safety assessment with respect to human health // *Environmental Health*. 2024. № 23. P. 49. DOI: 10.1186/s12940-024-01090-2.
6. Ajijah N., Fiodor A., Kazimierzczuk K., Urbanik M., Enow E., Stasiuk R., Stepień L., Dziewit L., Pranaw K. Pseudomonas protegens ML15 and Trichoderma koningiiopsis Tr21 co-culture: A potent strategy for suppressing Fusarium cerealis infections in wheat through augmented antifungal metabolite production // *Biological Control*. 2024. Vol. 198. P. 105621. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2024.105621.
7. Ibrahim E., Nasser R., Hafeez R., Ogunyemi S.O., Abdallah Y., Khattak A.A., Shou L., Zhang Y., Ahmed T., Hatamleh A.A., Al-Dosary M.A., Hayssam A.M., Luo J., Li B. Biocontrol Efficacy of Endophyte Pseudomonas poae to Alleviate Fusarium Seedling Blight by Refining the Morpho-Physiological Attributes of Wheat // *Plants (Basel)*. 2023. № 12. P. 2277. DOI: 10.3390/plants12122277.
8. Poli N., Keel C.J., Garrido-Sanz D. Expanding the Pseudomonas diversity of the wheat rhizosphere: four novel species antagonizing fungal phytopathogens and with plant-beneficial properties // *Frontiers in Microbiology*. 2024. Vol. 15. P. 1440341. DOI: 10.3389/fmicb.2024.1440341.

⁸Горовая А.И., Орлов Д.С., Щербенко О.В. Гуминовые вещества. Киев: Наукова думка, 2005. 558 с.

⁹Защитно-стимулирующие и адаптогенные свойства препарата ГУМИ – биоактивированной формы гуминовых кислот. Эффективность его использования в сельском хозяйстве. Уфа, 2000. 102 с.

¹⁰Пищик В.Н., Воробьев Н.И., Уолш О.С., Сурин В.Г., Хомяков Ю.В. Оценка синергического эффекта гуминового удобрения и *Bacillus subtilis* на растениях салата с помощью измерений отражательной способности // *Журнал питания растений*. 2016. № 39 (8). С. 1074–1086. DOI: 10.1080/01904167.2015.1061551.

9. Chelkha M., Blanco-Perez R., Duenas-Hernani J., Vicente-Diez I., Pastor M.C.V., Campos-Herrera R. Dual role of *Eisenia fetida* and its excreta in boosting tomato biomass and defense against *Botrytis cinerea* // *Biological Control*. 2025. Vol. 207. P. 105806. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2025.105806.
10. Chelkha M., Blanco-Perez R., Labarga D.V., de Toro M., Duenas-Hernani J., Wickings K., Campos-Herrera R. Co-occurrence of entomopathogenic nematodes and earthworms enhances enduring biocontrol activity and microbial diversity in a naturalized plant-soil system // *Biological Control*. 2025. Vol. 200 (4). P. 105685. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2024.105685.
11. Малюга А.А., Батов А.С., Гуреева Ю.А. Влияние средств интенсификации на выход семенной фракции у сортов картофеля сибирской селекции // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2026. Т. 56. № 1. С. 34–47. DOI: 10.26898/0370-8799-2026-1-4.
12. Попов А.И., Зеленков В.Н., Теплякова Т.В., Марков М.В. Вероятный механизм влияния гуминовых веществ на продукционный процесс зеленых растений // *Вестник Российской академии естественных наук*. 2023. Т. 23. № 3. С. 46–58. DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-46-58.
13. Концевая А.В., Мальчихина О.Г., Казак А.А. Влияние гуминовых препаратов на клубнеобразование микроклубней картофеля // *Агропродовольственная политика России*. 2025. № 1 (114). С. 20–28. DOI: 10.35524/2227-0280_2025_01_20.
14. Феоктистова А.В., Тимергалин М.Д., Рамеев Т.В., Четвериков С.П. Совместное воздействие штамма PGPB *Pseudomonas plecoglossicida* 2,4-D и гуминовых веществ на рост, содержание фотосинтетических пигментов и фитогормонов в растениях пшеницы в условиях засухи // *Агрохимия*. 2023. № 9. С. 28–36. DOI: 10.31857/S0002188123090065.
15. Лыбенко Е.С., Емелев С.А. Влияние препаратов биологического происхождения на урожайность семян льна масличного в условиях Кировской области // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2025. Т. 55. № 2. С. 14–24. DOI: 10.26898/0370-8799-2025-2-2
16. Коробова Л.Н., Кизимова Т.А., Побеленская А.А., Ломова Т.Г. Изменение состояния яровой пшеницы при добавлении к гербицидам бактериально-гуминового препарата //

Вестник университета биотехнологий. 2021. № 3. С. 37–46. DOI: 10.31677/2072-6724-2021-60-3-37-46.

REFERENCES

1. Ercan G., Adesemoye A.O., Yuen G.Y., Everhart S., Campbell J.F., Peterson J.A. In vitro and in planta testing of microbial agents for dual biological control of granary weevil and storage fungi on stored wheat grain. *Biological Control*, 2025, vol. 207, p. 105812. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2025.105812.
2. Shaira F., Yasmina H., Hassana M.N., Alzahrani O.M., Noureldeen A. *Pseudomonas* spp. Mediate defense response in sugarcane through differential exudation of root phenolics. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2021, no. 28, pp. 7528–7538. DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.09.030.
3. Yang R., Peng Y., Du X., Zhu Z., Khojasteh M., Xu Z., Ali Shah S.M., Chen G. Green guardians: The biocontrol potential of *Pseudomonas*-derived metabolites for sustainable agriculture. *Biological Control*, 2025, vol. 201, p. 105699. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2025.105699.
4. Li Y., Xia X., Zhao Q., Dong P. The biocontrol of potato dry rot by microorganisms and bioactive substances: A review. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 2022, vol. 122, p. 101919. DOI: 10.1016/j.pmpp.2022.101919.
5. Wend K., Zorrilla L., Freimoser F.M., Gallet A. Microbial pesticides – challenges and future perspectives for testing and safety assessment with respect to human health. *Environmental Health*, 2024, no. 23, p. 49. DOI: 10.1186/s12940-024-01090-2.
6. Ajjiah N., Fiodor A., Kazimierzczuk K., Urbanik M., Enow E., Stasiuk R., Stepień L., Dziewit L., Pranaw K. *Pseudomonas protegens* ML15 and *Trichoderma koningiopsis* Tr21 co-culture: A potent strategy for suppressing *Fusarium cerealis* infections in wheat through augmented antifungal metabolite production. *Biological Control*, 2024, vol. 198, p. 105621. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2024.105621.
7. Ibrahim E., Nasser R., Hafeez R., Ogunyemi S.O., Abdallah Y., Khattak A.A., Shou L., Zhang Y., Ahmed T., Hatamleh A.A., Al-Dosary M.A., Hayssam A.M., Luo J., Li B. Biocontrol Efficacy of Endophyte *Pseudomonas poae* to Alleviate *Fusarium* Seedling Blight by Refining the Morpho-Physiological Attributes of Wheat. *Plants (Basel)*, 2023, no. 12, p. 2277. DOI: 10.3390/plants12122277.

8. Poli N., Keel C.J., Garrido-Sanz D. Expanding the *Pseudomonas* diversity of the wheat rhizosphere: four novel species antagonizing fungal phytopathogens and with plant-beneficial properties. *Frontiers in Microbiology*, 2024, vol. 15, p. 1440341. DOI: 10.3389/fmicb.2024.1440341.
9. Chelkha M., Blanco-Perez R., Duenas-Hernani J., Vicente-Diez I., Pastor M.C.V., Campos-Herrera R. Dual role of *Eisenia fetida* and its excreta in boosting tomato biomass and defense against *Botrytis cinerea*. *Biological Control*, 2025, vol. 207, p. 105806. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2025.105806.
10. Chelkha M., Blanco-Perez R., Labarga D.V., de Toro M., Duenas-Hernani J., Wickings K., Campos-Herrera R. Co-occurrence of entomopathogenic nematodes and earthworms enhances enduring biocontrol activity and microbial diversity in a naturalized plant-soil system. *Biological Control*, 2025, vol. 200 (4), p. 105685. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2024.105685.
11. Malyuga A.A., Batov A.S., Gureyeva Yu. A. The influence of intensification agents on the yield of seed fraction in Siberian potato varieties. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyajstvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2026, vol. 56, no. 1, pp. 34–47. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2026-1-4.
12. Popov A.I., Zelenkov V.N., Teplyakova T.V., Markov M.V. Probable mechanism of influence of humic substances of the production process of green plants. *Vestnik rossiyskoy akademii yestvennykh nauk = Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences*, 2023, vol. 23, no. 3, pp. 46–58. (In Russian). DOI: 10.52531/1682-1696-2023-23-3-46-58.
13. Kontsevaya A.V., Mal'chikhina O.G., Kazak A.A. The effect of humic preparations on tuber formation of potato microtubers. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii = Agrofood Policy in Russia*, 2025, no. 1 (144), pp. 20–28. (In Russian). DOI: 10.35524/2227-0280_2025_01_20.
14. Feoktistova A.V., Timergalin M.D., Rameyev T.V., Chetverikov S.P. Combined effect of the PGPR strains *Pseudomonas plecoglossicida* 2,4-D and humic substances on the growth, content of photosynthetic pigments and phytohormones in wheat plants under drought conditions. *Agrokimiya = Agricultural Chemistry*, 2023, no. 9, pp. 28–36. (In Russian). DOI: 10.31857/S0002188123090065.
15. Lybenko E.S., Yemelev S.A. The effect of preparations of biological origin on the yield of oil flax seeds in the conditions of the Kirov region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyajstvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2025, vol. 55, no. 2, pp. 14–24. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2025-2-2.
16. Korobova L.N., Kizimova T.A., Pobelenskaya A.A., Lomova T.G. Change the condition of spring wheat when adding bacterial-humic preparation to herbicides. *Vestnik universiteta biotekhnologii = Vestnik University of biotechnology*, 2021, no. 3, pp. 37–46. (In Russian). DOI: 10.31677/2072-6724-2021-60-3-37-46.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Кравец Александра Владимировна**, старший научный сотрудник; SPIN-код 2644-5663, ORCID 0000-0003-3057-8623; **адрес для переписки:** Россия, 634050, Томск, ул. Гагарина, д. 3; e-mail: kravets.alex@mail.ru

Минаева Оксана Модестовна, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, доцент; SPIN-код 9088-5920, ORCID 0000-0002-5925-6022

AUTHOR INFORMATION

✉ **Alexandra V. Kravets**, Senior Researcher; SPIN-code 2644-5663, ORCID 0000-0003-3057-8623; **address:** 3, Gagarina St., Tomsk, 634050, Russia; e-mail: kravets.alex@mail.ru

Oksana M. Minaeva, Senior Researcher, Candidate of Science in Biology, Associate Professor; SPIN-code 9088-5920, ORCID 0000-0002-5925-6022

Дата поступления статьи / Received by the editors 23.03.2026
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 10.04.2026
Дата публикации / Published 10.06.2026