

Научная статья

Original article

УДК 631.81:632.4:633.11

DOI 10.55186/25880209\_2024\_8\_6\_3

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТА РОСТОК ДЛЯ СОЗДАНИЯ  
КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТА С БАКТЕРИЯМИ *PSEUDOMONAS  
EXTREMORIENTALIS* СОВМЕСТНО С ФУНГИЦИДОМ ДЛЯ  
КОНТРОЛЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ СЕМЕННЫХ ИНФЕКЦИЙ ПШЕНИЦЫ  
USE OF THE PREPARATION ROSTOK TO CREATE A COMPLEX  
PREPARATION WITH THE BACTERIA *PSEUDOMONAS  
EXTREMORIENTALIS* TOGETHER WITH A FUNGICIDE TO CONTROL  
PATHOGENS OF SEED INFECTIONS OF WHEAT**



**Кравец Александра Владимировна**, старший научный сотрудник научного отдела, «Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа-филиал СФНЦА РАН» (634050 Россия, г. Томск, ул. Гагарина, д. 3) тел. 8 (3822) 53-33-90, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3057-8623>, [kravets.alexa@mail.ru](mailto:kravets.alexa@mail.ru)

**Минаева Оксана Модестовна**, доцент кафедры сельскохозяйственной биологии, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (634050 Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36), тел. 8 (3822) 52-98-53, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5925-6022>, [mom05@mail.ru](mailto:mom05@mail.ru)

**Грехова Ираида Владимировна**, профессор кафедры общей химии им. проф. И.Д. Комиссарова, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» (625041 Россия, г. Тюмень, ул. Роцинское шоссе, д. 18), тел. 8 (3452) 29-01-25, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8189-1738>, [grehova-rostok@mail.ru](mailto:grehova-rostok@mail.ru)

**Aleksandra V. Kravets**, Senior Researcher of scientific department, Siberian Research Institute of Agriculture and Peat — Branch of the Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies RAS, (634050 Russia, Tomsk, Gagarin st., 3), tel. 8 (3822) 53-33-90, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3057-8623>, [kravets.alex@mail.ru](mailto:kravets.alex@mail.ru)

**Oksana M. Minaeva**, Associate Professor of the Department of Agricultural Biology, Tomsk State University; (634050, Russia, Tomsk, Lenina Pr. 36,) tel. 8 (3822) 52-98-53, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5925-6022>, [mom05@mail.ru](mailto:mom05@mail.ru)

**Iraida V. Grekhova**, Professor of the Department of General Chemistry named after A.I. prof. Komissarov, Federal State Agrarian University of the Northern Trans-Urals (625041 Russia, Tyumen, Roschinskoe highway, 18), tel. 8 (3452) 29-01-25, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8189-1738>, [grehova-rostok@mail.ru](mailto:grehova-rostok@mail.ru)

**Аннотация.** Необходимость предпосевного протравливания семян от возбудителей семенных инфекций обусловлена гибелью растений, снижением урожая, ухудшением посевных свойств семян. Цель исследования: изучение возможности использования комплексных препаратов на основе гуминового препарата Росток и бактерий *Pseudomonas extremorientalis* для контроля возбудителей семенных инфекций яровой пшеницы. В задачи входила оценка эффективности применения гуминового препарата Росток для создания комплексного препарата с бактериями для контроля возбудителей семенных инфекций яровой пшеницы; анализ возможности совмещения гуминовых соединений и бактерий с фунгицидом. Исследования ученых лаборатории биотехнологии НИИ сельского хозяйства и торфа показали высокую антифунгальную активность штамма псевдомонад, выделенных из копролитов дождевых червей *Eisenia fetida* Andrei. Объекты исследования: пшеница яровая мягкая (*Triticum aestivum* L.) сорт Каликсо; гуминовый препарат Росток; бактериальный препарат *Pseudomonas extremorientalis*, системный фунгицид Оплот. Для определения антифунгального эффекта использовали метод фитоэкспертизы в рулонах фильтровальной бумаги. При совмещении

биологического и гуминового препаратов фунгицид использовали в половинной дозе от рекомендованного производителем. Гуминовый препарат Росток в концентрации 0,001 % совместно с бактериями *Pseudomonas extremorientalis* статистически значимо снижал общую зараженность семян возбудителями семенных инфекций в 1,9 раза (в контроле 26 %, в варианте – 14 %). Использование препарата Росток совместно с бактериями *Pseudomonas extremorientalis* и половинной дозой фунгицида Оплот снижает зараженность семян возбудителями семенных инфекций в 4,3 раза (в контроле 26 %, в варианте – 6 %). Лучший вариант по подавлению возбудителей семенных инфекций – вариант совмещения фунгицида и препарата Росток: уменьшение в 13,0 раз (в контроле 26 %, в варианте – 2 %).

**Abstract.** The need for pre-sowing seed treatment from pathogens of seed infections is due to plant death, reduced yield, and deterioration of seed sowing properties. The purpose of the study: to study the possibility of using complex preparations based on the humic preparation Rostok and bacteria *Pseudomonas extremorientalis* to control pathogens of seed infections of spring wheat. The objectives included assessing the effectiveness of the humic preparation Rostok to create a complex preparation with bacteria to control pathogens of seed infections of spring wheat; analyzing the possibility of combining humic compounds and bacteria with a fungicide. Research by scientists from the Biotechnology Laboratory of the Research Institute of Agriculture and Peat showed high antifungal activity of the pseudomonad strain isolated from coprolites of earthworms *Eisenia fetida* Andrei. Objects of the study: soft spring wheat (*Triticum aestivum* L.) variety Calixo; humic preparation Rostok; bacterial preparation *Pseudomonas extremorientalis*, systemic fungicide Oplot. To determine the antifungal effect, the phytoexpertise method was used in filter paper rolls. When combining biological and humic preparations, the fungicide was used in half the dose recommended by the manufacturer. The humic preparation Rostok at a concentration of 0.001% together with the bacteria *Pseudomonas extremorientalis* statistically significantly reduced the total contamination of seeds with pathogens of seed infections by 1,9 times (in the control 26%, in the variant – 14%). The use of the

preparation Rostok together with the bacteria *Pseudomonas extremorientalis* and a half dose of the fungicide Oplot reduces the contamination of seeds with pathogens of seed infections by 4,3 times (in the control 26%, in the variant – 6%). The best option for suppressing pathogens of seed infections is the option of combining a fungicide and the drug Rostok: a reduction of 13,0 times (in the control 26%, in the option – 2%).

**Ключевые слова:** гуминовый препарат, Росток, бактериальный препарат, семенная инфекция, фузариоз.

**Key words:** humic preparation, Rostok, bacterial preparation, seed infection, fusarium.

**Введение.** Выбор направления исследований соответствовал Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации и касался зернопроизводства, семеноводства, а конкретно – защите зернопродукции от возбудителей семенных инфекций. Необходимость предпосевного протравливания семян от возбудителей семенных инфекций обусловлена гибелью растений уже на фазе прорастания зерна. При благоприятных для развития возбудителя погодных условиях болезни часто принимают характер эпифитотий, нанося существенный урон урожаю зерна (до 30-40 %), снижая его качество и ухудшая посевные свойства семян [1]. Микроскопические грибы производят токсины, которые загрязняют урожай. Продуцентами токсинов в основном являются грибы родов *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*, и некоторые другие [2, 3]. По данным Frisvad J.C. [4] грибы рода *Fusarium* продуцируют более 140 токсинов. Некоторые виды грибов рода *Alternaria* выделяют альтернариол, проявляющий генотоксическое и мутагенное свойство [5]. Представители этого рода способны расти и продуцировать токсины при низких температурах [6]. Представители рода *Aspergillus* продуцируют афлатоксины и стеригматоксины, проявляющие ингибирующий эффект на фотосинтез и снижающие функции каротиноидов [7].

Применение гуминовых препаратов для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных растений широко используется и показывает положительные результаты в плане увеличения урожайности, повышения

устойчивости растений к абиотическим и биотическим стрессам. Применение бактериальных культур, обладающих способностью к развитию в ризосфере сельскохозяйственных культур, в составе биопрепаратов улучшает фитосанитарную обстановку в посевах, а также стимулирует рост растений за счет их способности к биосинтезу антифунгальных метаболитов различной природы, гормоноподобных соединений, витаминов, улучшения минерального питания растений и т.д. Сочетание препаратов на основе гуминовых соединений и бактериальных культур, обладающих ростостимулирующими и антифунгальными свойствами, может оказать синергический положительный эффект при предпосевной обработке семян яровой пшеницы для контроля распространенности и вредоносности возбудителей семенных инфекций.

Гуминовые вещества (ГВ) – сложные смеси устойчивых к деструкции высокомолекулярных темноокрашенных органических соединений природного происхождения, образующихся при разложении растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов среды [8, 9]. Гуматами называют соли гуминовых кислот, получаемыми щелочным гидролизом. Широко известны гуматы натрия, калия и аммония, получаемые разными способами. Сырьем для получения гуматов служат бурый уголь, торф, сапрпель, компосты, вермикомпосты и прочие органические субстраты.

Тюменские сотрудники ГАУ Северного Зауралья изучают гуминовые кислоты с 1961 года [10]. Выявлено, что гуминовые кислоты торфа по составу и строению более близки к гуминовым кислотам почвы, поэтому растения быстро отзываются на их применение. Для получения гумата натрия под коммерческим названием Росток был выбран древесно-травяной низинный торф Боровского месторождения со степенью разложения 60 % и содержанием золы менее 10 %. Способ получения препарата отличается тем, что производят его из осажденной гуминовой кислоты, освобождают от фульвокислот, получая на выходе препарат со стабильным составом. Гуминовые кислоты влияют на обмен веществ у растений, повышая активность эндогенных регуляторов роста – ауксинов, гиббереллинов и цитокининов. Применение препарата Росток увеличивало

ауксиновую активность на 44 %, гиббереллиновую – на 225 %. Использование препарата Росток в рекомендуемой дозе 0,001 % на различных культурах показывало повышение урожайности на 14-83 % и улучшение качества получаемой продукции, снижая накопление загрязнителей в растительной продукции.

Бактерии рода *Pseudomonas* широко распространены в природе. Их можно встретить в воздухе, почве, морских и пресных водоемах, сточных водах и иле, нефти и на газовых месторождениях. Псевдомонады широко используются в хозяйственной практике, для производства антибиотиков, извлечения остаточной нефти из скважин, для борьбы с загрязнением окружающей среды, в качестве моделей для многочисленных теоретических исследований. Использование видов псевдомонад обусловлено их свойствами, включающими прямое стимулирование роста растений (продуцирование индолилуксусной кислоты); улучшение фосфорного питания за счет продуцирования органических кислот и растворения труднорастворимых фосфатов; способность к азотфиксации; индукция резистентности к фитопатогенам; синтезирование сидерофоров и антибиотиков.

Исследования ученых лаборатории биотехнологии НИИ сельского хозяйства и торфа (г. Томск) показали высокую антифунгальную активность штамма псевдомонад, выделенных из копролитов дождевых червей *Eisenia fetida* Andrei. Штамм был определен как *Pseudomonas extremorientalis*. Бактеризация семян пшеницы указанным штаммом снижали общую зараженность семян возбудителями инфекций на 53-76 % [11]. Применение штамма в полевых опытах на яровых пшенице и ячмене показало его способность снижать индекс развития корневых гнилей пшеницы и ячменя на 18-57 % в зависимости от культуры и погодных условий вегетационного периода.

Дальнейшие лабораторные исследования показали статистически значимое снижение распространенности и индекса развития корневой гнили при бактериализации семян пшеницы, что свидетельствует об успешной колонизации ризосферы псевдомонадами [12]. А определение пероксидазы в корнях и листьях



пшеницы выявили увеличение уровня фермента при бактеризации семян *Pseudomonas extremorientalis* и его снижении при пораженности растений возбудителем корневых гнилей *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker.

Проверяли также влияние псевдомонад на другой культуре – льне долгунце [13]. Использовали не только предпосевную обработку семян, но и опрыскивание растений льна долгунца сорт ТОСТ-4 в фазу «елочка». Бактеризация семян снизила степень поражения растений фузариозом, увеличила массу 1000 семян и высоту растений. Комплексная обработка семян и вегетирующих растений позволила увеличить всхожесть на 17 %, снизить зараженность фузариозом, увеличить массу льно-соломки на 23 % и увеличить количество семян на растении на 16 %.

Известно изобретение [14], предлагающий совместное использование штамма *Pseudomonas azotoformans* ( $3,3 \times 10^8$  КОЕ/мл) с гуминовыми и фульвовыми кислотами в концентрации 25 мкг/мл, применяемых для обработки семян. При этом бактериальный штамм не ингибируется в присутствии испытуемых соединений.

В наших предыдущих экспериментах с совместным использованием препарата Росток и бактерий *Pseudomonas extremorientalis* тестирование проводили в лабораторных условиях на семенах яровой пшеницы сорта Иргина. Совмещение гуминового и бактериального препаратов *Pseudomonas extremorientalis* оставили всхожесть на уровне применения отдельных препаратов. Гуминовый препарат Росток статистически значимо увеличивал всхожесть семян пшеницы на 12 %. Тот же результат был получен при действии *Pseudomonas extremorientalis* и сочетании гуминового и бактериального препаратов. Гуминовый препарат Росток статистически значимо увеличивал вегетативную массу на 10 %, *Pseudomonas extremorientalis* – на 23 %. Совместное действия двух вышеназванных препаратов позволили увеличить вегетативную массу на 20 % [15].

Таким образом, соединение в одну смесь гуминовых и бактериальных препаратов возможно и предлагается к применению в агротехнологиях.

**Цель работы** – изучение возможности использования комплексных препаратов на основе гуминового препарата Росток и бактерий *Pseudomonas extremorientalis* для контроля возбудителей семенных инфекций яровой пшеницы.

**Задачи исследований:**

1. Выявить влияние гуминового препарата Росток для создания комплексного препарата с бактериями *Pseudomonas extremorientalis* для контроля возбудителей семенных инфекций пшеницы.

2. Показать возможность совместного применения препарата Росток и бактерий *Pseudomonas extremorientalis* совместно с фунгицидом Оплот на основе дифеноконазола и тебуконазола для предпосевной обработки семян пшеницы.

**Объекты и методика исследования.** Пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum* L.) сорт Каликсо. Оригинатор: Secobra Recherches, Франция. Включён в Государственный реестр селекционных достижений РФ по Северо-Западному (2) и Западно-Сибирскому (10) регионам. Высокая устойчивость к фузариозу, желтой ржавчине и мучнистой росе, среднеустойчив к септориозу, слабоустойчив к бурой ржавчине [16, 17].

Гуминовый стимулятор-адаптоген под коммерческим названием Росток (производства ООО "НПЦ "Эврика" г. Тюмень) [18] зарегистрирован и внесен в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. Состав препарата представлен водорастворимыми солями гуминовых кислот из низинного торфа, по химическому составу это гумат натрия.

Химический протравитель семян «Оплот» [19]. Двухкомпонентный фунгицидный протравитель семян, включающий дифеноконазол (90 г/л) и тебуконазол (45 г/л), водно-суспензионный концентрат. Для защиты яровой пшеницы от твердой головни, фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей, плесневения семян, септориоза, мучнистой росы (на ранних фазах развития) применяется норма расхода препарата, л/т 0,4–0,6, расход рабочей жидкости до 10 л/т.



Бактериальная культура представлена выделенными из копролитов дождевых компостных червей *Eisenia fetida* Andrei бактериями *Pseudomonas extremorientalis*. В предварительном скрининге показано наличие антифунгальных свойств к возбудителям корневых гнилей. Рабочей концентрацией бактериальной суспензии является титр  $1-5 \times 10^6$  КОЕ/мл [11].

Лабораторные опыты по оценке влияния препаратов на зараженность семян возбудителями семенных инфекций, всхожесть и длину проростка проводили по ГОСТ 12044-93 [20].

После учета признаков болезней производился биометрический учет, включавший учет силы роста (количество проростков длиной более 5 см, выраженное в процентах), измерение длины проростков пшеницы, учет количества корешков, определение воздушно-сухой массы проростков.

Проращивание семян в рулонах фильтровальной бумаги не позволяет провести учет массы корней проростков. Для проведения такого учета используют проращивание семян между слоями фильтровальной бумаги в чашках Петри по [21]. ГОСТ 12038-84 предусматривает помещение семян пшеницы между слоями увлажненной фильтровальной бумаги, перенос чашек Петри в темноту и выдерживание при температуре  $+ 20^\circ\text{C}$ , учет энергии прорастания через 3 суток, учет всхожести через 7 суток проращивания. Далее проводили разделение проростков на надземную и корневую часть, высушивание и взвешивание отдельно вегетативной и корневой массы, пересчет массы на 1 растение.

Данные, полученные в ходе экспериментов, обработаны с помощью пакета StatSoft STATISTICA 10.0. Данные о длине и количестве корней представлены в виде медианы. Статистическая значимость различий в вариантах для длины проростков и количестве корней определяли с использованием непараметрического U-критерия Манн-Уитни  $p < 0,05$ . Данные по всхожести, силе роста, зараженности семян возбудителями семенных инфекций представлены в виде вероятности и вероятности с доверительным интервалом ( $p < 0,05$ ), рассчитанным с учетом t-критерия Стьюдента для вероятности  $25 \leq p \leq$

75 %, и с учетом углового преобразования Фишера для других значений вероятности ( $p < 0,05$ ).

Масса проростков с вариантов представлены в виде суммарной массы с варианта, масса 1 проростка рассчитана как суммарная масса проростков, деленная на количество проростков в варианте. Средняя масса проростков и корней с чашки представлены в виде средней арифметической [22].

**Результаты исследования.** Биологические препараты для защиты растений от возбудителей семенных инфекций применяют до достижения показателями экономического порога вредоносности. Фитосанитарные показатели необходимости проведения защитных мероприятий с применением химических средств защиты составляют при зараженности семян до посева гельминтоспориозом 15-20 %, фузариозной корневой гнили – 10-15 % зараженности семян патогенным комплексом [1]. Поскольку образец семян сорт Каликсо был заражен фузариозом в разных экспериментах от 8 до 23 %, было принято решение провести опыты по совмещению биологического агента (бактерии), гуминового препарата и химического фунгицида Оплот. При совмещении биологического и гуминового препаратов фунгицид использовали в половинной дозе от рекомендованного производителем. Такое решение было принято для уменьшения экологической нагрузки от применения фунгицида.

Представленные на рисунке 1 данные о длине проростка пшеницы свидетельствуют о статистически значимом превышении показателя над контролем в вариантах с обработкой семян бактериями, фунгицидом, бактерии+Росток, фунгицид +Росток, и бактерии+фунгицид+Росток.

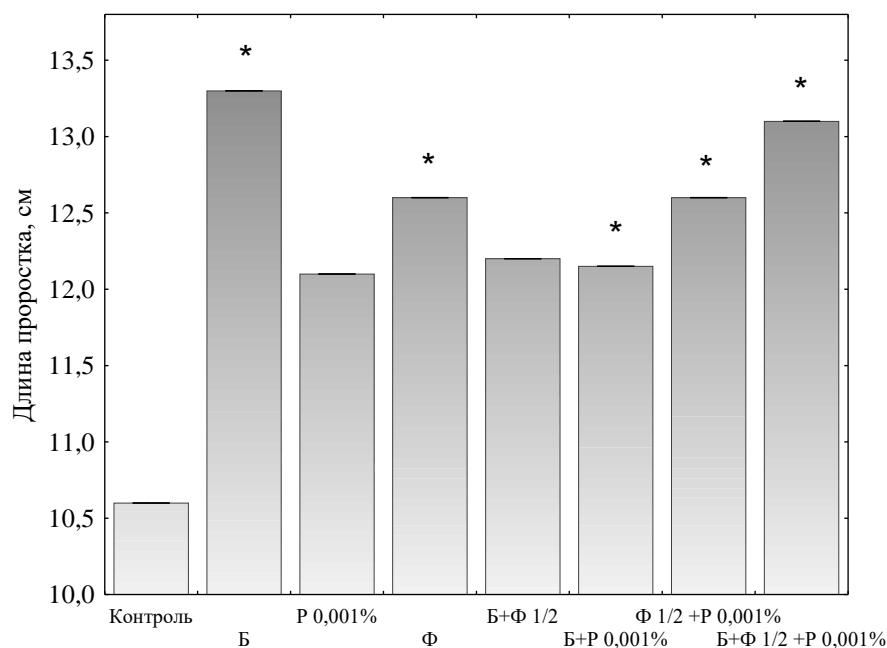


Рисунок 1 – Длина проростка пшеницы сорт Каликсо в эксперименте с обработкой семян препаратом Росток и бактериями

Примечания: Б – бактерии, Р – Росток, Ф – фунгицид Оплот, Ф 1/2 – разбавленный в два раза фунгицид Оплот; \* – статистически значимое различие с контролем ( $p < 0,05$ )

На рисунке 2 представлено количество корешков на одно растение пшеницы в эксперименте с обработкой семян препаратом Росток, бактериями и фунгицидом. По количеству корешков на растении пшеницы положительно выделяются варианты с предпосевной обработкой семян бактериями, фунгицидами, бактерии+фунгициды и тройная комбинация бактерий, фунгицида и препарата Росток. Показатели всех перечисленных вариантов статистически значимо отличаются от контроля, составляя число 5 корешков на растение, в то время как в контроле это число составляет 4 корешка на растение.

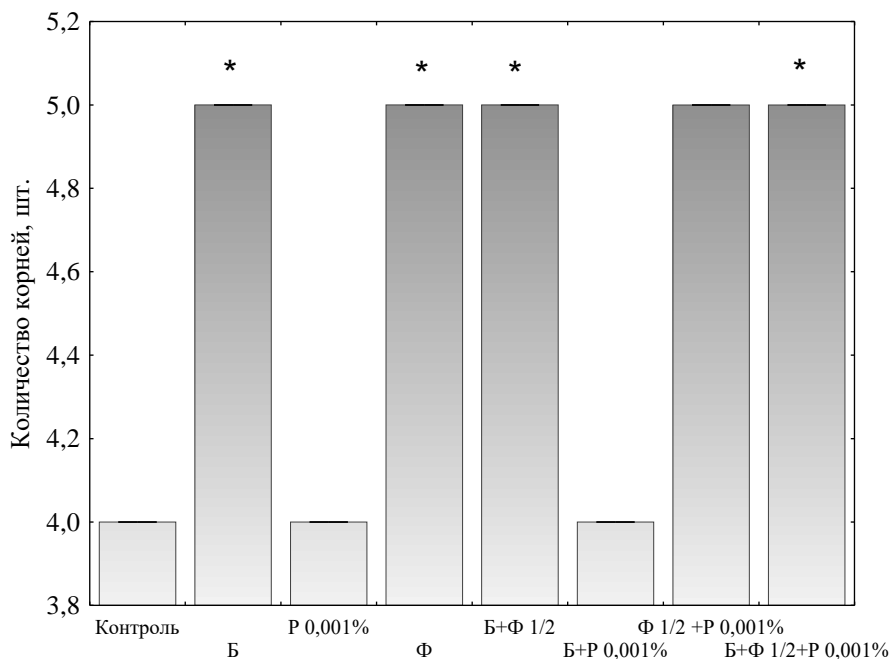


Рисунок 2 – Количество корней на растение пшеницы сорт Каликсо в эксперименте с обработкой семян препаратом Росток, бактериями и фунгицидом

Примечания: Б – бактерии, Р – Росток, Ф – фунгицид Оплот, Ф 1/2 – разбавленный в два раза фунгицид Оплот; \* – статистически значимое различие с контролем ( $p < 0,05$ )

По всхожести и силе роста не выделился ни один вариант, все они близки к контрольным показателям (таблица 1). Все варианты, кроме препарата Росток и варианта бактерии+Росток, статистически значимо увеличили массу проростка. Обработка бактериями увеличила массу проростка на 11 %, а максимальное увеличение на 15 % было в варианте обработки семян фунгицидом (8,28 мг).

Таблица 1 – Всхожесть, сила роста, масса проростков пшеницы в эксперименте по обработке семян сорт Каликсо Ростком, бактериями и фунгицидом Оплот

Вариант опыта	Всхожесть, %	Сила роста, %	Масса проростков, г	Масса проростка, мг
Контроль	90,5 <sup>+4,9</sup> <sub>-6,5</sub>	84,0 <sup>+6,5</sup> <sub>-7,8</sub>	0,6484	7,16
Б	84,0 <sup>+6,5</sup> <sub>-7,18</sub>	78,0 <sup>+7,5</sup> <sub>-8,6</sub>	0,6643	7,95*
Р 0,001%	88,5 <sup>+5,5</sup> <sub>-6,9</sub>	82,0 <sup>+6,9</sup> <sub>-8,1</sub>	0,6812	7,78
Ф	86,5 <sup>+6,0</sup> <sub>-7,4</sub>	83,0 <sup>+6,6</sup> <sub>-7,9</sub>	0,7168	8,28*

Б+Ф 1/2	88,0 <sup>+5,6</sup> <sub>-7,1</sub>	85,0 <sup>+6,3</sup> <sub>-7,6</sub>	0,7112	8,18*
Б+Р 0,001%	86,0 <sup>+6,1</sup> <sub>-7,5</sub>	83,0 <sup>+6,6</sup> <sub>-7,9</sub>	0,6442	7,28
Ф 1/2+Р 0,001%	93,0 <sup>+4,1</sup> <sub>-5,8</sub>	87,0 <sup>+5,9</sup> <sub>-7,3</sub>	0,7573	8,25*
Б+Ф 1/2+Р 0,001%	91,0 <sup>+4,8</sup> <sub>-6,4</sub>	90,0 <sup>+5,1</sup> <sub>-6,6</sub>	0,7395	8,15*
Примечания: Б – бактерии, Р – Росток, Ф – фунгицид, Ф 1/2 – в половинной дозе; * – статистически значимые отличия от контроля (p<0,05).				

Данные опыта в чашках Петри также показывают всхожесть на уровне контроля (таблица 2). Но в этом опыте препарат Росток показывает статистически значимые положительные отличия от контроля по биомассе: и масса проростков и масса корешков превышает контроль.

Таблица 2 – Всхожесть и биомасса пшеницы в эксперименте по обработке семян пшеницы сорт Каликсо Ростком, бактериями и фунгицидом

Вариант	Всхожесть, %	Сухая надземная масса			Сухая корневая масса		
		масса с варианта, г	средняя масса с чашки, г	средняя масса 1 шт., мг	масса с варианта, г	средняя масса с чашки, г	средняя масса 1 шт., мг
Контроль	84,0 <sup>+6,5</sup> <sub>-7,18</sub>	0,3087	0,0772	3,67	0,3379	0,0844	4,02
Б	82,0 <sup>+6,9</sup> <sub>-8,1</sub>	0,4046	0,1012	4,93*	0,3440	0,0860	4,19
Р 0,001%	83,0 <sup>+6,6</sup> <sub>-7,9</sub>	0,5963	0,1492*	7,19*	0,5449	0,1362*	6,60*
Ф	81,0 <sup>+7,1</sup> <sub>-8,2</sub>	0,2774	0,0694	3,41	0,3374	0,0844	4,37
Б+Ф ½	85,0 <sup>+6,3</sup> <sub>-7,6</sub>	0,3000	0,0750	3,54	0,4594	0,1150*	5,42*
Б+Р 0,001%	73±8,68	0,2978	0,0745	4,07	0,3525	0,0881	4,84
Б+Ф ½+ Р 0,001%	86,0 <sup>+6,1</sup> <sub>-7,5</sub>	0,3860	0,0965	4,49	0,4286	0,1072	4,99
Примечания: Б – бактерии, Р – Росток, Ф – фунгицид Оплот, Ф ½ – Оплот в половинной дозе; * – статистически значимые отличия от контроля (p<0,05).							

Вариант с обработкой бактериями также выделяется положительным влиянием, но только на массу проростков. Обработка фунгицидом оставляет показатели на уровне контроля. Совмещение бактерий и фунгицида увеличивает корневую массу. Совмещение бактерий, фунгицида и гуминового препарата Росток слегка увеличивает все показатели, однако статистически значимого различия не достигается.

Фитоанализ (таблица 3) указывает на то, что лучшим вариантом по подавлению возбудителей семенных инфекций – вариант совмещения

фунгицида и препарата Росток: уменьшение в 13 раз (в контроле 26 %, в варианте – 2 %). На уровне фунгицида сработали варианты обработки семян бактерии+фунгицид и тройная смесь (бактерии, фунгицид и Росток). Варианты с обработкой бактериями и бактерии+Росток также статистически значимо понизили общую зараженность возбудителями семенных инфекций до 9 и 14 % соответственно.

Таблица 3 – Зараженность семян пшеницы сорт Каликсо возбудителями семенных инфекций в эксперименте с обработкой семян Ростком, бактериями и фунгицидом, %

Вариант опыта	Общая зараженность	в том числе				
		гель-минтоспориоз	фузариоз	альтернариоз	бактериоз	плесени
Контроль	26,0 <sup>+9,0</sup> <sub>-8,1</sub>	0	9,0	1	0,5	15,5
Б	9,0 <sup>+6,4</sup> <sub>-4,8</sub> *	0	1,0	0	1,0	7,0
Р 0,001%	11,0 <sup>+6,8</sup> <sub>-5,3</sub> *	0	2,5	0	0,0	8,5
Ф	6,5 <sup>+5,6</sup> <sub>-4,0</sub> *	0	0,0	0	6,5	0,0
Б+Ф 1/2	5,0 <sup>+5,1</sup> <sub>-3,4</sub> *	0	0,0	0	4,0	1,0
Б+Р 0,001%	14,0 <sup>+7,4</sup> <sub>-6,1</sub> *	0	4,0	0	2,0	6,0
Р 0,001% + Ф 1/2	2,0 <sup>+3,7</sup> <sub>-0,0</sub> *	0	0,0	0	2,0	0,0
Б+Ф 1/2+Р 0,001%	6,0 <sup>+5,5</sup> <sub>-3,8</sub> *	0	0,0	0	2,0	4,0

Примечания: Б – бактерии, Р – Росток, Ф – фунгицид Оплот, Ф ½ – фунгицид Оплот в половинной дозе; \* – статистически значимые различия с контролем (p<0,05).

**Заключение.** Гуминовый препарат Росток в рекомендованной концентрации 0,001 % совместно с бактериями *Pseudomonas extremorientalis* статистически значимо снижал общую зараженность семян возбудителями семенных инфекция с 26 % в контроле до 14 % (p<0,05).

Возможно применение гуминового препарата Росток совместно с бактериями *Pseudomonas extremorientalis* и половинной дозой фунгицида Оплот, поскольку достигнуто статистически значимое снижение показателя общей зараженности семян возбудителями семенных инфекций для препарата Росток с 26 % в контроле до 6 % (p<0,05).



Таким образом, гуминовый препарат из торфа Росток может применяться для совместного применения с бактериями *Pseudomonas extremorientalis* и последующей предпосевной обработки семян яровой пшеницы для контроля возбудителей семенных инфекций. Для конкретных рекомендаций производству необходимо проведение полевых опытов.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Томской области в 2023 году и прогноз развития вредных объектов в 2024 году. Томск, 2024. 104 с.

2. Aflatoxins: History, significant milestones, recent data on their toxicity and ways to mitigation / D. Pickova, V. Oatry, J. Toman, F. Malir // Toxins. 2021. V. 13 (6). P. 399.

3. Hathout A. S., Aly S. E. Biological detoxification of mycotoxins: a review // Ann. Microbiol. 2014. V. 64. P. 905-919.

4. Frisvad J.C. A critical review of producers of small lactone mycotoxins: Patulin, penicillic acid and moniliformin // World Mycotoxin Journal. 2018. Т. 11. №. 1. С. 73-100.

5. Natural dibenzo- $\alpha$ -pyrones and their bioactivities / Z. Mao, W. Sun, H. Luo [et al.] // Molecules. 2014. V. 19(4). P. 5088-5108.

6. Кононенко Г.П., Пирязева Е.А., Буркин А.А. Производство альтернариола у популяций мелкоспоровых видов *Alternaria*, ассоциированных с зерновыми кормами // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55 (3). С. 628-637.

7. Anjorin A.T., Inje T. Effect of total aflatoxin on the growth characteristics chlorophyll level of sesame (*Sesamum indicum* L.) // New York Sci. J. 2014. V. 7. 8-13.

8. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 332 с.

9. Попов А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. СПб.: Изд-во С.-Пб. ун-та, 2004. 248 с.

10. Грехова И.В. Гуминовый препарат из низинного торфа // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 1. С. 85-88.

11. Перспективы использования псевдомонад, ассоциированных с почвенными люмбрицидами, против возбудителей корневых гнилей яровых зерновых / О.М. Минаева, Е.Е. Акимова, Н.Н. Терещенко [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 1. С. 91-100. Doi: <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.1.91rus>.

12. Влияние бактерий рода *Pseudomonas* на активность пероксидазы в растениях пшеницы при инфицировании *Bipolaris sorokiniana* / О.М. Минаева, Е.Е. Акимова, Н.Н. Терещенко [и др.] // Физиология растений. 2018. Т. 65, № 5. С. 366-375.

13. Эффективность бактеризации льна-долгунца микробными изолятами из вермикомпоста / Н.Н. Терещенко, А.В. Кравец, А.И. Чиганова [и др.] // Вестник КемГУ. 2015. Т. 3. Вып. 4(64). С. 111-115.

14. Патент № 2550268 Российская Федерация, МПК А01N 63/02; С12N 1/20; С12R 1/38 (2006.01) Новая флуоресцентная псевдомонада вида *Pseudomonas azotoformans* для улучшения всхожести и роста растений: 2012131165/10: заявл. 22.12.2010: опубл. 10.05.2015 / Левенфорс Й., Фолькесон Вельк К., Фатехи Д., Викстрем М., Расмуссен С., Хекеберг М.; заявитель ЛАНТМЕННЕН БИОАГРИ АБ (SE). 55 с.

15. Кравец А.В. Обработка семенного материала яровой пшеницы бактериальным и гуминовым препаратами // Результаты современных научных исследований и разработок: сборник статей XX Всероссийской научно-практической конференции. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». 2023. С. 52-54.

16. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорты растений (официальное издание). М., 2023. 631 с.

17. Эконива. Каликсо [Электронный ресурс] – URL: <https://ekonivasemena.ru/katalog/pshenica/pshenica-yarovaya/kalikso/> (дата обращения: 04.05.2024).

18. Натуральный гуминовый препарат [Электронный ресурс] – URL:<http://rostok72.ru/> (дата обращения: 15.11.2023).

19. Август. Протравители. Оплот. – URL. [https://avgust.com/products/rf/oplot\\_p/](https://avgust.com/products/rf/oplot_p/) (дата обращения: 04.05.2024).

20. ГОСТ 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. 57с.

21. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: Межгосударственный стандарт: дата введения 01-07-1986. М.: Изд-во стандартов, 1985. 58 с.

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

### References

1. Review of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Tomsk region in 2023 and the forecast of the development of harmful objects in 2024. Tomsk, 2024. 104 p.

2. Aflatoxins: History, significant milestones, recent data on their toxicity and ways to mitigation / D. Pickova, V. Oatry, J. Toman, F. Malir // *Toxins*. 2021. V. 13 (6). P. 399.

3. Hathout A. S., Aly S. E. Biological detoxification of mycotoxins: a review // *Ann. Microbiol.* 2014. V. 64. P. 905-919.

4. Frisvad J.C. A critical review of producers of small lactone mycotoxins: Patulin, penicillic acid and moniliformin // *World Mycotoxin Journal*. 2018. Vol. 11. No. 1. P. 73-100.

5. Natural dibenzo- $\alpha$ -pyrones and their bioactivities / Z. Mao, W. Sun, H. Luo [et al.] // *Molecules*. 2014. V. 19(4). P. 5088-5108.

6. Kononenko G.P., Piryazeva E.A., Burkin A.A. Alternariol production in populations of small-spore *Alternaria* species associated with grain feeds // *Agricultural Biology*. 2020. Vol. 55 (3). P. 628-637.

7. Anjorin A.T., Inje T. Effect of total aflatoxin on the growth characteristics chlorophyll level of sesame (*Sesamum indicum* L.) // *New York Sci. J.* 2014. V. 7. 8-13.
8. Orlov D.S. Humic acids of soils and the general theory of humification. Moscow: Moscow State University Press, 1990. 332 p.
9. Popov A.I. Humic substances: properties, structure, formation. St. Petersburg: St. Petersburg University Press, 2004. 248 p.
10. Grekhova I.V. Humic preparation from lowland peat // *Theoretical and Applied Ecology.* 2015. No. 1. P. 85-88.
11. Prospects for the use of pseudomonads associated with soil lumbricids against pathogens of root rot of spring cereals / O.M. Minaeva, E.E. Akimova, N.N. Tereshchenko [et al.] // *Agricultural Biology.* 2019. Vol. 54, No. 1. Pp. 91-100. Doi: <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.1.91rus>.
12. The effect of bacteria of the genus *Pseudomonas* on peroxidase activity in wheat plants infected with *Bipolaris sorokiniana* / O.M. Minaeva, E.E. Akimova, N.N. Tereshchenko [et al.] // *Plant Physiology.* 2018. Vol. 65, No. 5. Pp. 366-375.
13. Efficiency of bacterization of fiber flax with microbial isolates from vermicompost / N.N. Tereshchenko, A.V. Kravets, A.I. Chiganova [et al.] // *Bulletin of KemSU.* 2015. Vol. 3. Issue. 4(64). P. 111-115.
14. Patent No. 2550268 Russian Federation, IPC A01N 63/02; C12N 1/20; C12R 1/38 (2006.01) New fluorescent pseudomonad of the species *Pseudomonas azotoformans* for improving plant germination and growth: 2012131165/10: declared 22.12.2010: published 10.05.2015 / Levenfors J., Folkeson Völk K., Fatehi D., Wikström M., Rasmussen S., Heckeberg M.; applicant LANTMENNEN BIOAGRI AB (SE). 55 p.
15. Kravets AV Treatment of spring wheat seed material with bacterial and humic preparations // *Results of modern scientific research and development: collection of articles of the XX All-Russian scientific and practical conference.* Penza: MCNS "Science and Education". 2023. Pp. 52-54.

16. State register of breeding achievements approved for use. T. 1. Plant varieties (official publication). M., 2023. 631 p.
17. Ekoniva. Calixo [Electronic resource] - URL: <https://ekonivasemena.ru/katalog/pshenica/pshenica-yarovaya/kalikso/> (date of access: 04.05.2024).
18. Natural humic preparation [Electronic resource] – URL: <http://rostok72.ru/> (date of access: 15.11.2023).
19. August. Seed treaters. Stronghold. – URL. [https://avgust.com/products/rf/oplot\\_p/](https://avgust.com/products/rf/oplot_p/) (date of access: 04.05.2024).
20. GOST 12044-93. Seeds of agricultural crops. Methods for determining infection with diseases: interstate standard: date of introduction 1995-01-01. Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification. 1995. 57 p.
21. GOST 12038-84 Seeds of agricultural crops. Methods for determining germination: Interstate standard: date of introduction 01-07-1986. M.: Publishing House of Standards, 1985. 58 p.
22. Lakin G.F. Biometrics: A Textbook for Biological Specialized Universities. 4th ed., revised and enlarged. M.: Higher School. 1990. 342 p.

© Кравец А.В., Минаева О.М., Грехова И.В., 2024. *International agricultural journal*, 2024, № 6, 1630-1648

**Для цитирования:** Кравец А.В., Минаева О.М., Грехова И.В. Использование препарата Росток для создания комплексного препарата с бактериями *Pseudomonas extremorientalis* совместно с фунгицидом для контроля возбудителей семенных инфекций пшеницы // *International agricultural journal*. 2024. № 6, 1630-1648.