

Научная статья  
УДК 631.452  
EDN ТРЕКРН

### Влияние эффективных микроорганизмов на снижение патогенности почв в разных почвенно-климатических условиях

Екатерина Александровна Евсева<sup>1</sup>, Владимир Иванович Голов<sup>2</sup>,  
Елена Борисовна Захарова<sup>3</sup>, Александр Николаевич Панасюк<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии, Дальневосточное отделение РАН, Приморский край, Владивосток, Россия

<sup>3,4</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> [eka-evseeva@yandex.ru](mailto:eka-evseeva@yandex.ru), <sup>2</sup> [gvishm@mail.ru](mailto:gvishm@mail.ru)

**Аннотация.** Экологическое равновесие почв заключается в их способности самовосстанавливаться и очищаться, что могут обеспечить жизнеспособные микробиологические сообщества, населяющие почвенные слои. Увеличение видового разнообразия микроорганизмов свидетельствует об устойчивости экосистемы и обеспеченности растений необходимыми питательными веществами, а также о способности почвы самоочищаться и поддерживать экологическое равновесие. Эффективные микроорганизмы препарата «ЕМ-1 микробиологическое удобрение «Восток ЭМ-1» способны повысить общую биогенность почвы, за счет повышения полезной микробиоты. В результате происходит естественное угнетение возбудителей болезней и увеличение иммунитета растений (патогенной и условно-патогенной микрофлоры), что способствует повышению урожайности и качества выращенной продукции (даже за один сезон применения препарата). Исследования, проведенные в разных почвенно-климатических условиях в краткосрочных и долгосрочных временных периодах, подтверждают результативность препарата «ЕМ-1 микробиологическое удобрение «Восток ЭМ-1», в состав которого входит более 80 штаммов микроорганизмов и грибов, основные из которых представлены молочнокислыми, фотосинтезирующими и дрожжевыми. Но помимо них, в состав входят азотфиксирующие бактерии, дрожжи, регуляторы роста растений, регуляторы кислотности почв, аммонификаторы, нефтеокисляющие, нитрификаторы, регуляторы роста бактерий, фосформобилизующие, целлюлозоразлагающие бактерии, актиномицеты и грибы. Таким образом, принцип действия консорциума заключается не только в пополнении почвенной микрофлоры, но и в усилении и направлении имеющихся микроорганизмов к поддержанию экологического равновесия в почве. То есть путем повышения и стимуляции активности почвенной микробиоты ускоряются и усиливаются процессы формирования гумуса как важнейшего фактора оптимизации экологического состояния почвы; тем самым повышается не только стабильность биологического разнообразия почвы, но и оказывается положительное влияние на урожайность выращиваемых культур.

**Ключевые слова:** биогенность почвы, экологическое равновесие почв, эффективные микроорганизмы, урожайность, угнетение возбудителей болезней, снижение патогенов, очищение почвы

**Для цитирования:** Евсева Е. А., Голов В. И., Захарова Е. Б., Панасюк А. Н. Влияние эффективных микроорганизмов на снижение патогенности почв в разных почвенно-климатических условиях // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 4. С. 25–38.

Original article

## Impact of effective microorganisms on reduction of soil pathogenicity in different soil and climatic conditions

Ekaterina A. Evseeva<sup>1</sup>, Vladimir I. Golov<sup>2</sup>,  
Elena B. Zakharova<sup>3</sup>, Alexander N. Panasyuk<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity,  
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Primorsky krai, Vladivostok, Russia

<sup>3,4</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur Region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> [eka-evseeva@yandex.ru](mailto:eka-evseeva@yandex.ru), <sup>2</sup> [gvishm@mail.ru](mailto:gvishm@mail.ru)

**Abstract.** Ecological balance of soils lies in the ability of self-repairing and purifying. These properties can be provided by viable microbiological communities inhabiting the soil layers. An increase in microorganism species diversity indicates the stability of the ecosystem and the provision of plants with necessary nutrients, as well as the soil ability to cleanse itself and maintain ecological balance. The effective microorganisms of the preparation "EM-1 microbiological fertilizer "Vostok EM-1" are able to increase the overall soil biogenicity by increasing the beneficial microbiota. As a result, there is a natural inhibition of pathogens and a decrease in plant immunity (pathogenic and opportunistic pathogenic microflora). It helps to increase the yield and quality of grown products even in one season of using the preparation. Research studies in different soil and climatic conditions in short-term and long-term periods confirm the effectiveness of the preparation "EM-1 microbiological fertilizer "Vostok EM-1". This preparation contains more than 80 strains of microorganisms and fungi, the main ones of which are lactic acid, photosynthetic and yeast. In addition, the composition includes nitrogen-fixing bacteria, yeast, plant growth regulators, soil acidity regulators, ammonifiers, oil-oxidizers, nitrifiers, bacterial growth regulators, phosphorus-mobilizing, cellulose-decomposing bacteria, actinomycetes and fungi. Thus, the principle of consortium is not only to replenish soil microflora, but also to strengthen and direct microorganisms present in the soil to maintain ecological balance in the soil. When increasing and stimulating the activity of soil microbiota, the processes of humus formation are accelerated and intensified as the most important factor in optimization of soil ecological state. Due to this, not only does the stability of soil biological diversity increase, but it also has a positive effect on the yield of cultivated crops.

**Keywords:** soil biogenicity, ecological balance of soils, effective microorganisms, productivity, inhibition of pathogens, pathogen reduction, soil purification

**For citation:** Evseeva E. A., Golov V. I., Zakharova E. B., Panasyuk A. N. Impact of effective microorganisms on reduction of soil pathogenicity in different soil and climatic conditions. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2023;17;4:25–38 (in Russ.).

**Введение.** Почвы населены бесчисленным множеством микроскопических организмов, которые обладают огромной биохимической активностью. Их деятельность имеет большое значение в формировании не только почвенного плодородия, но и способности почвы самоочищаться, в том числе угнетая патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, а значит, уменьшая болезни растений, что в результате является значимым фактором повышения урожайности в целом [1].

Основная роль микроорганизмов в почвообразовательном процессе и питании растений определяется тем, что они

обладают колоссальным ферментативным действием, участвуя в метаболизме органических и неорганических веществ.

Ю. М. Возняковская предложила ввести новый показатель – «общая биогенность», который представляет собой общее число учтенных микроорганизмов, отражающее суммарное влияние активнo-действующей почвенной микрофлоры на почвенно-микробиологические условия роста растений, и может характеризовать биологическую активность почвы [2, 3]. Увеличение видового разнообразия микроорганизмов свидетельствует об устойчивости экосистемы и обеспеченности

растений необходимыми питательными веществами, а также о способности почвы самоочищаться и поддерживать экологическое равновесие.

Биологическая активность почвы – это совокупность биологических и биохимических процессов, протекающих в почве и связанных с жизнедеятельностью почвенной фауны, микрофлоры почвы и корней растений. Это важный показатель ее плодородия и важнейший фактор экологического равновесия почвенной экосистемы. Она выражается различной интенсивностью и направленностью микробиологических процессов в пахотном слое (0–30 см) и зависит от множества факторов, к которым относятся погодные условия, технология земледелия, а также виды возделываемых культур.

Так, успешное ведение экологического земледелия требует высокой биологической активности почвы. Только тогда органические вещества, попадающие в почву, могут действительно использоваться. Микробная активность почвы подвержена влиянию различных факторов, к которым относятся содержание органических веществ, показатель кислотности, физические свойства почвы и т. д. На многие из этих факторов (за исключением природных) можно повлиять в ходе проведения агротехнических мероприятий.

В почвах всегда имеется избыточный пул (запас) микробов, не обеспеченных органическим веществом и другими элементами питания. Величина пула в меньшей степени зависит от случайных колебаний температуры, влажности, поступления растительных остатков, а более обусловлена типом почвы с присущими ему физическими и химическими свойствами.

Основные группы почвенных микроорганизмов представлены актиномицетами, микромицетами (микроскопические грибы) и бактериями. Экологическая роль *актиномицетов* заключается чаще всего в разложении сложных устойчивых органических субстратов (хитина, целлюлозы и др.), а также их участии в синтезе и накоплении гумусовых веществ, ответственных за плодородие.

*Почвенные грибы* представляют экологическую группу организмов, участвующих в минерализации органических

остатков растений и животных, в образовании гумуса. Грибы имеют мощный ферментативный аппарат и в аэробных условиях активно участвуют в превращениях соединений азота, способствуют улучшению структуры почвы. В процессе жизнедеятельности грибы выделяют различные физиологически активные вещества – ферменты, органические кислоты, витамины, антибиотики, токсины, влияющие на развитие других микроорганизмов и высших растений.

*Бактерии* представляют значительную часть микробного ценоза почвы. Их численность составляет несколько миллионов на один грамм почвы. Эта группа почвенных микроорганизмов принимает активное участие в трансформации органического вещества почвы вслед за микровидами, на более поздних этапах.

В почве происходит непрерывная смена и обновление всей живой массы. Вся микробная масса, по самым скромным подсчетам, регенерируется за лето в 14–18 раз. Таким образом, общая микробная продукция пахотного горизонта почвы за вегетационный период определяется десятками тонн живой массы на единицу площади.

**Целью исследований** явилось определение влияния препарата «EM-1 микробиологическое удобрение «Восток ЭМ-1» на биогенность почвы.

**Методы и условия исследований.** С целью определения влияния указанного препарата на биогенность почвы на протяжении трех лет (2018–2020 гг.) в КФХ «Орловка» Самарской области проводились исследования, которые были обусловлены тем, что существует сложная форма связи между отдельными элементами технологий, их сочетаниями и деятельностью разных групп микроорганизмов, осуществляющих трансформацию различных органических веществ почвы.

Исследуемое «EM-1 микробиологическое удобрение «Восток ЭМ-1» является оригинальным препаратом с эффективными микроорганизмами, произведенным по японской технологии профессора Тэруо Хига. Единственным авторизованным в России производителем является ООО «Приморский ЭМ-Центр». В состав консорциума препарата входят более 80 видов микроорганизмов, часть из которых,

а также способ объединения их в единый консорциум составляют коммерческую тайну (ноу-хау).

Основные группы микроорганизмов: *молочнокислые, фотосинтезирующие и дрожжевые*. Кроме них, в состав входят *азотфиксирующие бактерии, дрожжи, регуляторы роста растений, регуляторы кислотности почв, аммонификаторы, нефтеокисляющие, нитрификаторы, регуляторы роста бактерий, фосформобилизующие, целлюлозоразлагающие бактерии, актиномицеты и грибы*. Таким образом, принцип действия консорциума заключается не только в пополнении почвенной микрофлоры, но и в усилении и направлении имеющихся в почве микроорганизмов к поддержанию экологического равновесия в почве.

Опыты проводились на поле, которое расположено на территории землепользования КФХ «Орловка», где преобладает чернозем обыкновенный среднегумусный среднемогучный тяжелосуглинистый.

Содержание гумуса в пахотном горизонте 6,1 %. Структурное состояние – хорошее; содержание водопрочных агрегатов (0,25–10 мм) – 66–75 %. Плотность почвы – оптимальная для культурной почвы и для большинства возделываемых в этой зоне культур – 1,01–1,19 г/см<sup>3</sup>. Капиллярная влагоемкость оптимальна и составляет 40 %, полная – 48 %.

Для характеристики температурного режима и влажности почв использовались

данные близко расположенной к опытным полям Усть-Кинельской метеостанции. Погодные условия 2018 г. в связи с острой засушливостью сложились малоблагоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур. Среднемесячная температура в апреле и мае превышала среднемноголетнюю. Малое количество выпавших осадков в мае и высокие температуры неблагоприятно сказались на всходах культур.

Погодные условия в 2019–2020 гг. сложились более благоприятными по сравнению с 2018 г. В эти годы выпало больше осадков, а также держалась умеренная температура, что способствовало запуску восстановительных и очистительных процессов в почве при внесении исследуемого препарата.

Для проведения опыта было выбрано одно поле площадью 100 га, на котором ежегодно менялась опытная культура и предшественник (табл. 1).

Дозировки внесения препарата в первый год составили по вариантам опыта 3 и 6 л/га (при расходе рабочего раствора 300 л/га). В 2019 и 2020 гг. они были увеличены соответственно до 6 и 20 л/га.

Математическую обработку данных проводили с применением программ Statistica и Microsoft Excel. Уровень значимости полученных результатов (P) не превышал 0,05.

**Результаты исследований.** По результатам анализов в 2018 г. выявлена за-

**Таблица 1 – Схема опыта применения «Восток ЭМ-1» в четырехкратной повторности на протяжении периода 2018–2020 гг. в Самарской области**

**Table 1 – Experience scheme of "Vostok EM-1" applying in 4 repetitions over 2018–2020 in Samara region**

Показатели опыта	2018 год			2019 год			2020 год		
	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3
Предшественник	яровая пшеница	соя	чечевица	чечевица	кукуруза	соя	озимая пшеница	соя	яровая пшеница
Культура текущего года	чечевица	кукуруза	соя	озимая пшеница	соя	яровая пшеница	соя	яровая пшеница	подсолнечник
Контроль	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Вариант 1, л/га	3	3	3	6	6	6	6	6	6
Вариант 2, л/га	6	6	6	20	20	20	20	20	20

висимость повышения биогенности почвы от вида выращиваемой на участке культуры, что объясняется различиями в способе питания растений, а, следовательно, в особенностях их ризосферы, а также влиянии и взаимодействии почвенной микробиоты с прикорневой. Так, в целом отмечалось значительное увеличение общей биогенности при дозе 6 л/га, которая по сое достигла наибольшего показателя повышения (на 75 %) (табл. 2).

Определение численности микроорганизмов после внесения препарата весной 2019 г. (табл. 3) показало, что повышение температуры почвы способствовало активизации аборигенной микрофлоры, численность которой увеличилась примерно на 10 % в посевах озимой пшеницы; в посевах сои и яровой пшеницы увеличение составило 30 и 80 % соответственно.

Следует отметить, что второй год применения «Восток ЭМ-1» также способствовал увеличению биогенности почвы. Однако на посевах сои эффективность показала только доза 20 л/га, где прибавка составила 60 % по сравнению с

контролем. На посевах яровой пшеницы внесение препарата в дозе 6 и 20 л/га увеличило биогенность почвы соответственно на 20 и 50 %. В то же время, при внесении «Восток ЭМ-1» отмечено в некоторой степени снижение численности микромицетов, особенно в варианте 6 л/га. Это, по всей видимости, объясняется тем, что в основе препарата содержится в основном бактериальная микрофлора, активность которой способствовала снижению численности плесневых грибов.

Результаты определения численности микроорганизмов во второй срок определения (табл. 4) показали, что стимулирующее действие препарата, отмеченное в первый срок, сохранилось. Особенно ярко это проявилось на культуре сои.

Общая биогенность почвы под посевами сои при внесении препарата в дозе равной 6 л/га была почти в 2 раза выше в сравнении с контрольным вариантом; при внесении 20 л/га – в 4 раза. Причем наиболее активно реагировали актиномицеты: их численность увеличилась почти в 8 раз по сравнению с контрольным вариантом.

**Таблица 2 – Влияние препарата «Восток ЭМ-1» на общую биогенность почвы в зависимости от доз внесения и выращиваемой культуры**

**Table 2 – Impact of "Vostok EM-1" on the total soil biogenicity depending on application dose and cultivated crop**

**В млн. КОЕ/г абсолютно сухой почвы (in millions CFU/g of absolutely dry soil)**

Дозы внесения препарата	Численность микроорганизмов в слое почвы 0–30 см (первый срок определения)			
	бактерии	актиномицеты	микромицеты	общая биогенность
<b>Соя</b>				
Контроль	35,25	3,97	0,00132	39,22
3 л/га	36,94	3,44	0,00086	42,64
<b>6 л/га</b>	<b>63,11</b>	<b>5,61</b>	–	<b>68,72</b>
<b>Чечевица</b>				
Контроль	29,39	1,84	–	31,23
3 л/га	38,64	2,22	0,00178	41,04
6 л/га	36,91	4,39	0,00088	41,39
<b>Кукуруза</b>				
Контроль	41,77	3,75	–	45,52
3 л/га	47,47	1,34	0,00045	42,81
6 л/га	47,86	1,84	–	49,70

**Таблица 3 – Численность микроорганизмов в слое почвы 0–30 см, первый срок определения (15.05.2019 г.)**

**Table 3 – Number of microorganisms in soil layer 0–30 cm, first determination period (15 May 2019)**

**В тыс. КОЕ/г абсолютно сухой почвы (in thousands CFU/g of absolutely dry soil)**

Доза препарата	Численность бактерий	Численность актиномицетов	Численность микромицетов	Общая биогенность
<b>Соя</b>				
Контроль	5 178	1 430	28	6 635
6 л/га	4 335	2 023	26	6 385
20 л/га	4 815	3 413	21	8 249
<b>Яровая пшеница</b>				
Контроль	4 962	2 932	29	7 923
6 л/га	6 677	3 986	19	10 682
20 л/га	7 043	3 570	23	10 635
<b>Озимая пшеница</b>				
Контроль	5 197	3 042	24	8 263
6 л/га	4 997	2 984	20	8 001
20 л/га	5 584	3 278	19	8 881

**Таблица 4 – Численность микроорганизмов в слое почвы 0–30 см, второй срок определения (12.05.2020 г.)**

**Table 4 – Number of microorganisms in soil layer 0–30 cm, second determination period (12 May 2020)**

**В тыс. КОЕ/г абсолютно сухой почвы (in thousands CFU/g of absolutely dry soil)**

Доза препарата	Численность бактерий	Численность актиномицетов	Численность микромицетов	Общая биогенность
<b>Соя</b>				
Контроль	2 071	2 318	18	4 406
6 л/га	2 746	4 913	21	7 690
<b>20 л/га</b>	<b>5 002</b>	<b>13 558</b>	<b>14</b>	<b>18 575</b>
<b>Яровая пшеница</b>				
Контроль	2 123	1 592	39	3 753
6 л/га	2 481	1 894	30	4 406
20 л/га	2 591	3 687	10	6 288
<b>Озимая пшеница</b>				
Контроль	1 920	1 278	24	3 222
6 л/га	2 347	2 098	17	4 462
20 л/га	2 680	5 035	21	7 736

Именно этой группе микроорганизмов отводится основная роль в процессах гумусообразования.

На посевах яровой пшеницы эффект от внесения препарата был значительно меньше. Доза внесения препарата 6 л/га показала небольшое усиление биологической активности почвы – на 17 % в сравнении с контрольным вариантом. Применение «Восток ЭМ-1» в дозе 20 л/га привело к увеличению численности микроорганизмов на 70 %. Причем, как и в опыте с соей, стимулируется преимущественно рост актиномицетов. Аналогичная закономерность прослеживается также и в посевах озимой пшеницы.

Основные тенденции сохранились и при третьем сроке определения. Так, анализы результатов определения численности микроорганизмов в почве в 2020 г., проведенные в конце вегетационного периода (табл. 5) показали, что общая биологическая активность почвы в посевах яровой пшеницы оставалась высокой при внесении препарата «Восток ЭМ-1», в основном за счет бактериальной микрофлоры (превышение над контролем составляло 2,7–3 раза).

В посевах сои значительное увеличение общей численности микроорганизмов отмечено при внесении препарата дозой 20 л/га, а в посевах подсолнечника различия в вариантах с разными дозами внесения препарата были незначительными, но превышали контроль в среднем на 30 %.

За период вегетации в слое почвы 0–30 см при обработке стерни препаратом «Восток ЭМ-1» наблюдается увеличение численности колониеобразных единиц бактерий, причем в два раза при внесении в дозе 20 л/га по всем культурам (табл. 6).

В этом варианте по численности актиномицетов в посевах яровой пшеницы не отмечено четких закономерностей, а в образцах почвы под соей и подсолнечником также отмечается увеличение численности данной группы микроорганизмов, но в меньшей степени, чем бактериальной популяции. Численность микроскопических грибов в целом изменялась незначительно по вариантам опыта; исключение составили данные в посевах яровой пшеницы, где наблюдается увеличение численности при внесении препарата «Восток ЭМ-1» дозой 6 и 20 л/га – в 1,5 и 1,8 раза, соответственно.

**Таблица 5 – Численность микроорганизмов в слое почвы 0–30 см, третий срок определения (05.08.2020 г.)**

**Table 5 – Number of microorganisms in soil layer 0–30 cm, third determination period (5 August 2020)**

**В тыс. КОЕ/г абсолютно сухой почвы (in thousands CFU/g of absolutely dry soil)**

Доза препарата	Численность бактерий	Численность актиномицетов	Численность микромицетов	Общая биогенность
<b>Яровая пшеница</b>				
Контроль	3 676	1 141	19	4 835
6 л/га	10 917	2 495	20	13 432
<b>20 л/га</b>	<b>11 890</b>	<b>2 083</b>	<b>44</b>	<b>14 016</b>
<b>Соя</b>				
Контроль	3 994	1 358	41	5 392
6 л/га	4 471	1 357	28	5 857
20 л/га	9 584	3 168	18	12 770
<b>Подсолнечник</b>				
Контроль	4 235	2 055	28	6 318
6 л/га	6 909	1 332	19	8 260
20 л/га	7 270	1 084	29	8 383

**Таблица 6 – Численность микроорганизмов в слое почвы 0–30 см в среднем за вегетацию**

**Table 6 – Number of microorganisms in soil layer 0–30 cm on average for the growing season**

**В тыс. КОЕ/г абсолютно сухой почвы (in thousands CFU/g of absolutely dry soil)**

Доза препарата	Численность бактерий	Численность актиномицетов	Численность микромицетов	Общая биогенность
<b>Яровая пшеница</b>				
Контроль	3 701	1 621	16	5 338
6 л/га	6 888	2 393	24	9 306
20 л/га	8 860	1 270	29	10 159
<b>Соя</b>				
Контроль	2 783	1 052	24	3 859
6 л/га	3 399	1 862	22	5 285
20 л/га	5 639	2 383	24	8 046
<b>Подсолнечник</b>				
Контроль	3 579	2 039	26	5 644
6 л/га	5 649	2 053	25	7 727
20 л/га	6 878	2 939	29	9 846

В результате трехлетних опытов в Самарской области установлено положительное влияние обработки почвы препаратом «Восток ЭМ-1» на численность агрономически полезных групп микроорганизмов почвы в течение всего вегетационного периода. На отмеченные показатели биологической активности почвы наибольший эффект оказала обработка препаратом в дозе внесения 20 л/га. Как закономерный результат, на третий год внесения препарата отмечена достоверная прибавка урожая яровой пшеницы, составившая 2,7 ц/га.

Этот результат объясняется не только повышением гумусообразования и питательных веществ в почве, но также снижением фитопатогенов, которые способны снизить иммунитет растений и стать причиной заболеваний, так как жизнедеятельность растений напрямую зависит от состава и количества присутствующих в почвенной среде микроорганизмов. Количественные и качественные показатели состояния почвенной микрофлоры также могут служить ранними индикаторами изменений в почве [5–11].

В связи с этим, трудно недооценить роль вносимой микрофлоры в почву для

снижения заболеваний растений и уровня фитопатогенов в почве. Так, опыты, проводимые на протяжении двух лет (2019–2020 гг.) в Красноярском крае, по влиянию препарата «Восток ЭМ-1» против почвенной инфекции конидии – возбудителя гельминтоспориозной (обыкновенной) корневой гнили *Bipolaris sorokiniana* в почве и корневых гнилей яровой пшеницы во время вегетации, показали высокую эффективность относительно повышения самоочищающей способности и поддержания экологического баланса почвы.

В начале эксперимента (2019 г.) фитосанитарное состояние поля по заселению конидиями гриба *Bipolaris sorokiniana* оценивалось как критическое. Общая средняя численность конидий на поле составляла 89 шт./г почвы (опасное состояние), что в 4,5 раза выше порога вредоносности, равного 20 шт./г почвы. При такой заселенности урожайность зерновых культур, восприимчивых к корневой гнили, снижается более чем на 15 %. Здесь нельзя размещать пшеницу или ячмень, особенно при интенсивных технологиях их возделывания.

При этом низкая доля деградированных конидий (19 %) указывала на не-



высокую активность антагонистической сапрофитной микрофлоры, численность которой зависит от содержания в почве органики. Деградированные конидии снижают вероятность заражения растений, но не исключают ее. Частично деградированные конидии при благоприятных условиях для развития корневой гнили (глубокая заделка семян, недостаток минеральных и органических удобрений, засуха) могут прорасти и заражать восприимчивые культуры. При этом почва являлась бедной, с содержанием гумуса 3,9 % и, соответственно, имела небольшое количество нитратного азота (N-NO<sub>3</sub>) – 18 мг/кг.

В 2019 г. препарат «Восток ЭМ-1» применялся в паровом поле дважды (в июне и в июле). По данным осенних фи-

топатологических и агрохимических анализов почвы 2019 г. общая численность конидий гриба *Bipolaris sorokiniana* – доминирующего возбудителя гельминтоспорной (обыкновенной) корневой гнили зерновых культур на контрольном варианте, где «Восток ЭМ-1» не применялся, составляла 120 шт./г почвы (опасное состояние) (табл. 7).

Двукратное внесение в почву парового поля препарата «Восток ЭМ-1» позволило сдержать число инфекции до уровня 69 конидий на 1 грамм почвы (критическое состояние), что почти в 2 раза ниже контрольной численности патогена на участке, где препарат «Восток ЭМ-1» не применялся. Содержание свободного азота (N-NO<sub>3</sub>) и гумуса находилось на

**Таблица 7 – Влияние препарата «Восток ЭМ-1» на почвенного возбудителя корневых гнилей *Bipolaris sorokiniana*, содержание нитратного азота (N-NO<sub>3</sub>) и гумуса в паровом поле (ООО «Емельяновское», Красноярский край, 2019 г.)**

**Table 7 – Impact of "Vostok EM-1" on soil pathogen of root rot *Bipolaris sorokiniana*, the content of nitrate nitrogen (N-NO<sub>3</sub>) and humus in the fallow field (LLC "Emelyanovskoe", Krasnoyarsk krai, 2019)**

Показатели	Варианты опыта	
	контроль	внесение препарата в почву в июне и июле в дозе по 5 л/га
<b>Исходное состояние поля (июнь 2019 г.)</b>		
Общая численность конидий <i>Bipolaris sorokiniana</i> , шт./1 г почвы		90,0
N-NO <sub>3</sub> , мг/кг		18,0
Содержание органического вещества (гумуса), %		3,9
<b>Состояние поля через один месяц после первого внесения препарата (июль 2019 г.)</b>		
Общая численность конидий <i>Bipolaris sorokiniana</i> , шт./1 г почвы	90,0	71,0
N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	11,6	7,0
<b>Состояние поля (август 2019 г.)</b>		
Общая численность конидий <i>Bipolaris sorokiniana</i> , шт./1 г почвы	120,0	69,0
N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	менее 7	менее 7
Содержание органического вещества (гумуса), %	3,6	3,5

уровне контроля – менее 7 мг/кг и 3,1 % соответственно.

Продолжение эксперимента в 2020 г. заключалось в оценке эффективности препарата «Восток ЭМ-1» при внесении в почву на тех же участках в течение двух лет подряд (2019–2020 гг.) против почвенной инфекции конидии *Bipolaris sorokiniana* в почве, а также корневой гнили яровой пшеницы (2020 г.) во время вегетации.

Такой подход обусловлен тем, что на общую зараженность почвы почвенными инфекциями может повлиять и зараженность семян, которые вносятся в почву и могут быть носителями инфекции и микроорганизмов-возбудителей. Соответственно, это может повлиять на результаты по оценке эффективности препарата «Восток ЭМ-1» при внесении его только в почву.

Проведенный предварительный анализ позволил установить, что семенной материал яровой пшеницы сорта Новосибирская-31, использованный в эксперименте, был сортовым, кондиционным по чистоте и всхожести. Общая пораженность фитопатогенами составляла 22,8 %, в том числе корневыми гнилями – 8,5 %, что ниже порога вредоносности. Семена были свободны от твердой головни.

Исследования эффективности внесения препарата «Восток ЭМ-1» в почву в 2020 г. были продолжены. В мае на это же поле в варианте с «Восток ЭМ-1» за 5 дней до посева яровой пшеницы снова внесли препарат с нормой 5 л/га. Полученные результаты отражены в таблице 8.

В сентябре на контрольном варианте (без внесения в почву препарата «Восток ЭМ-1») количество конидий гельминто-

**Таблица 8 – Характеристика опытного поля (второй год исследований), ООО «Емельяновское», Красноярский край, 2020 г.**

**Table 8 – Experimental field characteristics (second year of research), LLC "Emelyanovskoe", Krasnoyarsk krai, 2020**

Показатели	Варианты опыта		
	контроль	внесение препарата в почву	отклонение (+, –)
<b>Состояние поля (сентябрь 2019 г.; май 2020 г.)</b>			
Общая численность конидий <i>Bipolaris sorokiniana</i> , шт./1 г почвы	120,0 (опасное состояние)	69,0 (критическое состояние)	–51
N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	менее 7	менее 7	–
Содержание органического вещества (гумус), %	3,4	3,1	–0,3
<b>Состояние поля (сентябрь 2020 г.)</b>			
Общая численность конидий <i>Bipolaris sorokiniana</i> , шт./1 г почвы	149,0 (опасное состояние)	100,0 (критическое состояние)	–49 НСР <sub>05</sub> = 144,8
N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	11,6	29,2	+17,6
Содержание органического вещества (гумус), %	2,8	3,7	+0,9
Примечание: производилось двукратное внесение в почву парового поля препарата (2019 г.) + внесение за 2-4 дня до посева яровой пшеницы в 2020 г.			

спориозной (обыкновенной) корневой гнили зерновых увеличилось до 149 шт. на 1 грамм почвы (опасное состояние). Содержание свободного азота (N-NO<sub>3</sub>) за вегетацию выросло до 11,6 мг/кг, а показатель гумуса составлял 2,8 %.

На варианте, в котором препарат «Восток ЭМ-1» был применен в третий раз (перед посевом яровой пшеницы), зараженность почвы фитопатогеном *Bipolaris sorokiniana* также увеличилась и составила 100 конидий на 1 грамм почвы (продолжала оставаться на критическом уровне). Однако общее число конидий патогена в 1,5 раза было ниже, чем на контроле. Биологический эффект составлял 32,9 %. Доступного азота (N-NO<sub>3</sub>) за сезон сформировалось 29,2 мг/кг, что в 2,5 раза выше контрольного показателя.

Таким образом, внесение препарата «Восток ЭМ-1» в почву, как в паровое поле в 2019 г., так и перед посевом яровой пшеницы, сдерживало количество возбудителя гельминтоспориозной (обыкновенной) корневой гнили зерновых культур. При двукратном его применении в паровом поле численность конидий гриба *Bipolaris sorokiniana* снижается почти в два раза, при этом биологический эффект составляет 42,5 %. Внесение данного препарата в почву за 5 дней перед посевом яровой

пшеницы на следующий год дополнительно сдерживает рост численности патогена в 1,5 раза; биологическая эффективность составила 32,9 %.

Как ожидаемый результат, на контрольном варианте, где препарат «Восток ЭМ-1» в течение 2019–2020 гг. не вносился, урожайность яровой пшеницы составила 45 ц/га (табл. 9). Введение данного препарата в систему защиты культуры для внесения в почву (дважды в паровое поле и на следующий год однократно перед посевом культуры) с нормой 5 л/га увеличивает ее продуктивность до 57,3 ц/га, что на 12,3 ц/га выше, чем на контроле (прирост урожайности составил 27,3 %).

Повышение почвенного плодородия, а также фитосанитарная чистота почвы путем регулярного ежегодного внесения препарата «Восток ЭМ-1» в почву отмечены в Приморском крае, где проведенный на протяжении всего одного сезона опыт показал значительное повышение урожайности сои.

Так, при внесении препарата «Восток ЭМ-1» в почву в дозировке 5 л/га в 2019 г., а также обработки сои по вегетации 0,6 л/га отмечено положительное влияние на фитометрические показатели сои сорта Иван Караманов: повысилась площадь листовой поверхности на 8,1 %, чис-

**Таблица 9 – Влияние внесения препарата «Восток ЭМ-1» в почву на урожайность яровой пшеницы (второй год) (ООО «Емельяновское», Красноярский край, 2020 г.)**  
**Table 9 – Impact of "Vostok EM-1" applying to the soil on spring wheat yield (second year) (LLC "Emelyanovskoe", Krasnoyarsk krai, 2020)**

Показатели	Варианты опыта	
	контроль	внесение препарата в почву
Густота продуктивного стеблестоя, шт/м <sup>2</sup>	1 062	1 133
Озерненность, число зерен в колосе	22,2	34,6
Масса 1 000 зерен, г	38,0	58,6
Урожайность, ц/га	45,0	57,3
Прибавка урожая: ц/га процент	– –	12,3 (НСР <sub>05</sub> = 14,01) 27,3
Примечание: производилось двукратное внесение в почву парового поля препарата (2019 г.) + внесение за 2-4 дня до посева яровой пшеницы в 2020 г.		

**Таблица 10 – Влияние препарата «Восток ЭМ-1» на рост и развитие корневой системы сои сорта Иван Караманов и деятельность клубеньковых бактерий****Table 10 – Impact of "Vostok EM-1" on growth and development of root system of soybean variety Ivan Karamanov and activity of nodule bacteria**

Вариант	Длина главного корня, см	Масса корней одного растения, г	Количество клубеньков на одно растение, шт.	Масса клубеньков на одно растение, г
Контроль (без обработки)	17,1	3,8	7,2	0,034
Обработка «Восток ЭМ-1»	19,5	4,1	12,8	0,063
Прирост, %	14,0	7,9	77,8	85,3

ло листьев на растении – на 9,1 %, масса и урожайность зеленой массы – более чем на 17 %, масса листьев на 1 м<sup>2</sup> – на 13,4 %.

Кроме того, отмечено влияние препарата «Восток ЭМ-1» на рост и развитие корневой системы сои сорта Иван Караманов и деятельность клубеньковых бактерий. Так, длина главного корня увеличилась на 14 %, масса корней – на 7,9 %, количество клубеньков на растении – на 77,8 %, а масса клубеньков на растении – на 85,3 % (табл. 10).

В результате, при стандартной влажности 14 % урожайность зерна составила 2,51 т/га, что на 12,6 % превышает контрольный вариант без обработки растений (табл. 11). Таким образом, можно сделать

вывод, что препарат «Восток ЭМ-1» оказал существенное влияние на урожайность растений сои.

*Опыты, описанные в статье, позволяют сделать заключение, что препарат «Восток ЭМ-1», в составе которого содержится оригинальный консорциум эффективных микроорганизмов, путем повышения и стимуляции активности почвенной микробиоты ускоряет и усиливает процессы формирования гумуса как важнейшего фактора оптимизации экологического состояния почвы, тем самым повышая не только стабильность биологического разнообразия почвы, но и положительно влияя на урожайность выращиваемых культур.*

**Таблица 11 – Влияние препарата «Восток ЭМ-1» на урожайность сои сорта Иван Караманов****Table 11 – Impact of "Vostok EM-1" on yield of soybean variety Ivan Karamanov**

Вариант	Урожайность при уборочной влажности, т/га	Уборочная влажность зерна, %	Урожайность при стандартной влажности, т/га
Контроль (без обработки)	2,34	18	2,23
Обработка «Восток ЭМ-1»	2,63	18	2,51 НСР <sub>05</sub> = 0,15

## Список источников

1. Азаров Б. Ф., Акулов П. Г., Шелганов И. И. О роли биологического азота в ландшафтном земледелии // Совершенствование методологии агрохимических исследований. М. : Издательство Московского государственного университета, 1997. С. 254–256.
2. Возняковская Ю. М. Микробиологические основы экологической системы земледелия // Агрохимия. 1995. № 5. С. 115–124.
3. Возняковская Ю. М. Регулирование почвенно-микробиологических процессов в севооборотах интенсивного типа как одно из условий повышения эффективности земледелия // Труды Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии. 1988. Т. 58. С. 21–29.
4. Берестецкий О. А. Изменение состава микробных сообществ под влиянием окультуривания почв в условиях прогрессивной системы земледелия // Экология почвенных микроорганизмов и микробиологические аспекты применения пестицидов в сельском хозяйстве. М. : Академия наук СССР, 1975. С. 33–35.
5. Деградация и охрана почв / под ред. Г. В. Добровольского. М. : Издательство Московского университета, 2002. 654 с.
6. Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. 1978. № 6. С. 48–54.
7. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М. : Издательство Московского университета, 1987. 256 с.
8. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биология почв юга России. Ростов-на-Дону : Издательство ЦВВР, 2004. 350 с.
9. Полянская Л. М., Звягинцев Д. Г. Содержание и структура микробной биомассы как показатели экологического состояния почв // Почвоведение. 2005. № 6. С. 706–714. EDN: HSGAUX.
10. Полянская Л. М., Суханова Н. И., Чакмазян К. В., Звягинцев Д. Г. Особенности изменения структуры микробной биомассы почв в условиях залежи // Почвоведение. 2012. № 7. С. 792–798. EDN: OYINPF.
11. Стахурлова Л. Д., Свистова И. Д., Щеглов Д. И. Биологическая активность как индикатор плодородия черноземов в различных биоценозах // Почвоведение. 2007. № 6. С. 769–774. EDN: IAZVFP.

## References

1. Azarov B. F., Akulov P. G., Shelganov I. I. On the role of biological nitrogen in landscape farming. In.: *Improving the methodology of agrochemical research*, Moscow, Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta, 1997, P. 254–256 (in Russ.).
2. Voznjakovskaya Yu. M. Microbiological foundations of the ecological system of agriculture. *Agrokhimiya*, 1995;5:115–124 (in Russ.).
3. Voznjakovskaya Yu. M. Regulation of soil-microbiological processes in intensive crop rotations as one of the conditions for increasing the efficiency of farming. *Trudy Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skohozyajstvennoj mikrobiologii*, 1988;58:21–29 (in Russ.).
4. Beresteckiy O. A. Changes in the composition of microbial communities under the influence of soil cultivation in the conditions of a progressive farming system. In.: *Ecology of soil microorganisms and microbiological aspects of the use of pesticides in agriculture*, Moscow, Akademiya nauk SSSR, 1975, P. 33–35 (in Russ.).
5. Dobrovolsky G. V. (Eds.). *Soil degradation and conservation*, Moscow, Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 2002, 654 p. (in Russ.).
6. Zvyagintsev D. G. Soil biological activity and scales for assessing some of soil indicators. *Pochvovedenie*, 1978;6:48–54 (in Russ.).

7. Zvyagintsev D. G. *Soil and microorganisms*, Moscow, Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1987, 256 p. (in Russ.).

8. Kazeev K. Sh., Kolesnikov S. I., Valkov V. F. *Biology of soils in southern Russia*, Rostov-on-Don, Izdatel'stvo CVVR, 2004, 350 p. (in Russ.).

9. Polyanskaya L. M., Zvyagintsev D. G. The content and structure of microbial biomass as indicators of the ecological state of soils. *Pochvovedenie*, 2005;6:706–714 (in Russ.). EDN: HSGAUX.

10. Polyanskaya L. M., Suhanova N. I., Chakmazyan K. V., Zvyagintsev D. G. Features of changes in the structure of soil microbial biomass under fallow conditions. *Pochvovedenie*, 2012;7:792–798. (in Russ.). EDN: OYINPF.

11. Stahurlova L. D., Svistova I. D., Shcheglov D. I. Biological activity as an indicator of chernozem fertility in different biocenoses. *Pochvovedenie*, 2007;6:769–774. (in Russ.). EDN: IAZVFP.

© Евсева Е. А., Голов В. И., Захарова Е. Б., Панасюк А. Н., 2023

Статья поступила в редакцию 10.10.2023; одобрена после рецензирования 24.11.2023; принята к публикации 30.11.2023.

The article was submitted 10.10.2023; approved after reviewing 24.11.2023; accepted for publication 30.11.2023.

#### **Информация об авторах**

**Евсева Екатерина Александровна**, аспирант, Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии, Дальневосточное отделение РАН, [eka-evseeva@yandex.ru](mailto:eka-evseeva@yandex.ru);

**Голов Владимир Иванович**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии, Дальневосточное отделение РАН, [gvishm@mail.ru](mailto:gvishm@mail.ru);

**Захарова Елена Борисовна**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет;

**Панасюк Александр Николаевич**, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет

#### **Information about the authors**

**Ekaterina A. Evseeva**, Postgraduate Student, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, [eka-evseeva@yandex.ru](mailto:eka-evseeva@yandex.ru);

**Vladimir I. Golov**, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, [gvishm@mail.ru](mailto:gvishm@mail.ru);

**Elena B. Zakharova**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University;

**Alexander N. Panasyuk**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University

**Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

**Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.**